СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 7

Раздел первый. **Организация работ по монтажу средств измерения и автоматизации** 8

1.1. Подготовка к производству монтажных работ. Подготовка к производству работ (8). Монтажно-заготовительные мастерские (9)

1.2. Взаимоотношения между заказчиками и подрядными организациями 10
Общие положения (10). Обязанности сторон (10). Приемка объекта под монтаж (12). Обеспечение монтажных и специальных строительных работ материалами и оборудованием (13). Условия производства работ (15). Производство монтажных работ (16). Техника безопасности (17). Взаимоотношения организаций по монтажу средств измерений и автоматизации с другими специализированными монтажными организациями (17)

1.3. Организация труда и заработной платы 18
Основы организации труда (18). Бригадный подряд (19). Типовой технологический процесс (21). Организация оплаты труда (21)

1.4. Сдача и приемка законченных комплексов монтажных и специальных строительных работ . . 31
Индивидуальные испытания (34)

Раздел второй. **Состав и содержание технической документации для производства работ** 34

2.1. Основные положения 34

2.2. Состав проектной документации 35

2.3. Содержание основных проектных материалов 35
Структурные схемы управления и контроля (35). Схемы автоматизации (функциональные) (39). Принципиальные схемы (51). Схемы управления электроприводами технологических механизмов (58). Принципиальные схемы автоматического регулирования (58). Принципиальные электрические схемы контроля и сигнализации (61). Принципиальные схемы питания (62). Общие виды щитов и пультов (64). Схемы соединений щитов и пультов (66). Схемы внешних электрических и трубных проводок (69). Пояснительная записка (73). Заявочные ведомости и заказные спецификации на оборудование и монтажные материалы (75). Смета на приобретение и монтаж технических средств (76)

2.4. Типовые монтажные чертежи . . 76

Раздел третий. **Оборудование, инструмент и монтажные изделия для производства монтажных работ** . . . 78

3.1. Оборудование монтажно-заготовительных участков 78
Слесарно-механическое отделение (78). Трубозаготовительное отделение (78). Металлорежущее и металлообрабатывающее оборудование (79)

3.2. Специальный инструмент, механизмы и приспособления 87
Электрический инструмент (87). Пневматический инструмент (89). Окрасочные агрегаты и устройства (91). Инструмент для слесарных работ (94). Инструмент и приспособления для электромонтажных работ (101). Оборудование и инструмент для сварочных работ (106)

3.3. Подъемно-транспортное оборудование и механизмы 115

3.4. Монтажные изделия и детали. Изделия для трубных проводок (156). Изделия для электрических

проводок (157). Изделия к щитам и пультам (159)

Раздел четвертый. **Монтаж щитов, пультов и стативов** 162

4.1. Общие требования к размещению щитового оборудования 162
Требования к специальным помещениям (163). Строительное задание на специальное помещение (165)

4.2. Монтаж щитов, пультов и стативов 167
Особенности монтажа щитов, пультов и стативов в технологических помещениях (169). Особенности монтажа щитов, пультов и стативов в специальных помещениях (170)

4.3. Индустриальные методы монтажа щитовых конструкций 173
Монтаж щитов укрупненными секциями (блоками) (173). Монтаж комплектных операторских пунктов (КОП) и комплектных пунктов датчиков (КПД) (174)

4.4. Вводы в щиты, пульты и стативы электрических и трубных проводок 175

4.5. Зануление и заземление щитов, пультов и стативов 176

Раздел пятый. **Монтаж трубных проводок** 178

5.1. Общие сведения 178
Классификация трубных проводок по функциональному назначению (178). Общие технические требования, предъявляемые к монтажу трубных проводок (179). Термины и определения (179)

5.2. Номенклатура труб и области их применения 180

5.3. Разбивка трасс и привязка трубных проводок к строительным и технологическим конструкциям . . 183
Общие требования и нормируемые расстояния (183). Порядок разбивки трасс (184). Установка поддерживающих конструкций и других элементов трубных проводок (185)

5.4. Обработка труб 186

5.5. Прокладка трубных проводок 188

5.6. Особенности монтажа наружных трубных проводок 195

5.7. Изготовление и транспортировка трубных блоков 196

5.8. Блочный монтаж трубных проводок 203

5.9. Крепление и соединение трубных проводок 205
Крепление трубных проводок (205). Соединение труб (207)

5.10. Обработка труб для трубных проводок высокого давления 213

5.11. Монтаж трубных проводок высокого давления и низкого вакуума 214
Монтаж трубных проводок высокого давления (214). Монтаж трубных проводок низкого вакуума (216)

5.12. Монтаж кислородных трубных проводок 217

5.13. Монтаж пластмассовых трубных проводок 218

5.14. Монтаж трубных кабелей (пневмокабелей) 221

5.15. Монтаж трубных проводок в пожаро- и взрывоопасных зонах 224

5.16. Испытание и сдача трубных проводок 225

Раздел шестой. **Монтаж электропроводок** 227

6.1. Требования, предъявляемые к электропроводкам систем автоматизации 227
Общие требования (227). Кабельные электропроводки (229). Электропроводки в защитных трубах, коробах и лотках (232). Сети зануления и заземления (234)

6.2. Выполнение электропроводок . . 237
Разметка трасс электропроводок (237). Установка опорных конструкций (238). Прокладка защитных труб и коробов (239). Затяжка проводов и кабелей в защитные трубы (240). Прокладка кабеля (241). Проходы электропроводок через стены и перекрытия (242)

6.3. Особенности монтажа электропроводок во взрыво- и пожароопасных зонах 242
Общие требования к электропроводкам во взрыво- и пожароопасных зонах (242). Монтаж электропроводок в защитных трубах (245). Прокладка кабеля (247). Уплотнение электропроводок (247). Зануление и заземление (249)

6.4. Концевые заделки и соединения кабелей и проводов 249
Разделка концов кабеля (249). Концевые заделки кабеля (250). Концевые заделки кабеля и проводов

в штепсельные разъемы (252). Соединение кабелей (256). Оконцевание и соединение между собой жил кабеля и проводов (257)
6.5. Испытание и сдача электропроводок 258

Раздел седьмой. **Монтаж приборов для измерения и регулирования температуры** 259
7.1. Основные понятия и определения 259
7.2. Техническая документация и общие технические требования, предъявляемые к монтажу 261
7.3. Монтаж приборов на технологических трубопроводах и оборудовании 261
Особенности монтажа приборов различных типов на технологических трубопроводах (268)
7.4. Монтаж приборов на стене . . . 270
7.5. Монтаж приборов на щитах и пультах 271
7.6. Монтаж электрических линий связи 272

Раздел восьмой. **Монтаж приборов для измерения давления и разрежения** 275
8.1. Общие положения 275
8.2. Пружинные и сильфонные приборы 276
8.3. Тензометрические приборы . . 283
8.4. Датчики-реле давления 284
8.5. Особенности монтажа приборов на технологических трубопроводах и оборудовании 286
8.6. Установка отборных устройств давления и разрежения 288
8.7. Соединительные линии 294

Раздел девятый. **Монтаж приборов для измерения расхода** 296
9.1. Общие положения 296
9.2. Приемные преобразователи (приемники) переменного перепада 298
Монтаж сужающих устройств (302)
9.3. Дифференциальные манометры . 305
Схемы установки и обвязки дифманометров (305). Монтаж дифманометров (316)
9.4. Соединительные линии 317
Схемы соединительных линий при измерении расхода жидкостей (319). Схемы соединительных линий при измерении расхода газа (321). Схемы соединительных линий при измерении расхода водяного пара (323)
9.5. Вспомогательные устройства . . 324

Раздел десятый. **Монтаж приборов для измерения и регулирования уровня** 328
10.1. Общие положения 328
10.2. Поплавковые и буйковые приборы 333
10.3. Электронные приборы и устройства 337
10.4. Дифманометры-уровнемеры . . 341
Схемы измерения уровня жидкости с дифманометрами-уровнемерами (342)

Раздел одиннадцатый. **Монтаж средств измерения состава и качества вещества** 345
11.1. Типовые монтажные чертежи на средства измерения состава и качества вещества 345
11.2. Газоанализаторы 345
Общие требования к монтажу газоанализаторов (345). Магнитные газоанализаторы (365). Тепловые газоанализаторы (368). Оптико-абсорбционные газоанализаторы (371)
11.3. Солемеры, плотномеры и концентратомеры 377
Солемеры типа СКМ (377). Солемеры кондуктометрические типов СККТ, СКПВ и СКПП (381). Плотномеры радиоизотопные ПР-1025М (384). Кондуктометрические концентратомеры КК-8 и КК-9 (386)
11.4. pH-метры 388
Чувствительные элементы ДПг-4М и ДМ-5М (389). Преобразователь промышленный П-201 (П-201И) (393)
11.5. Хроматографы 395
Хроматографы промышленные «Нефтехим-СКЭП» (396)

Раздел двенадцатый. **Автоматические регуляторы** 401
12.1. Общие сведения 401
12.2. Регуляторы прямого действия . . 401
Регуляторы температуры прямого действия (403). Регуляторы давления прямого действия (408).
12.3. Гидравлические регуляторы . . 414
Гидравлическая система регули-

рования ОКБ «Теплоавтомат» (414). Универсальный гидравлический регулятор системы ОРГРЭС (416).
12.4. Пневматические регуляторы . . 418
Элементы УСЭППА (418). Система приборов «Старт» (419). Регуляторы пневматические позиционные Р-1, Р-2 (420)
12.5. Электронные регуляторы . . . 420
Приборы регулирующие аналоговые РПА, Р133 (422). Блоки регулирующие импульсные РБА, РБИМ (422). Система приборов автоматического регулированиия «Контур» (423). Уиифицированный комплекс устройств автоматического регулирования в микроэлектронном исполнении «Каскад 2» (423). Приборы регулирующие РП2 (427). Устройство регулирующее РП4 (427). Высокоточный регулятор температуры ВРТ-2 (428). Автоматические электронные программные регулирующие и задающие устройства РУ5-01М и РУ5-02М (429)

Раздел тринадцатый. **Исполнительные механизмы** 430

13.1. Электрические исполнительные механизмы 430
Однооборотные электрические исполнительные механизмы (430). Многооборотные электрические исполнительные механизмы (436)
13.2. Пневматические исполнительные механизмы 438
13.3. Гидравлические исполнительные механизмы 441
13.4. Рекомендации по выполнению сочленений исполнительных механизмов с регулирующими органами 443
13.5. Стойки и кронштейны для установки исполнительных механизмов 447

Раздел четырнадцатый. **Техника безопасности** 449

14.1. Общие положения 449
14.2. Работа на высоте 451
14.3. Работа с инструментами . . . 453
Электрифицированный инструмент (453). Пневматический инструмент (454). Ручной инструмент (454). Монтажный поршневой пистолет (455)
14.4. Электробезопасность 456
Требования электробезопасности при работе в действующих установках (458)
14.5. Газоэлектросварочные работы . 458
14.6. Техника безопасности при монтаже трубных проводок 461
14.7. Техника безопасности при монтаже электрических проводок 462
14.8. Техника безопасности при монтаже приборов и средств автоматизации 464
14.9. Погрузочно-разгрузочные, транспортные и складские работы . . 464
Погрузочно-разгрузочные работы (464). Транспортные работы (466). Складирование оборудования и материалов (467)

Приложение. **Лакокрасочные материалы** 468

Выбор лакокрасочных материалов покрытий и процессов технологии их нанесения 468
Технологические процессы нанесения лакокрасочных покрытий 473
Список литературы 489

МОНТАЖ
средств измерений и автоматизации

СПРАВОЧНИК

МОНТАЖ
средств измерений и автоматизации

СПРАВОЧНИК

ПОД РЕДАКЦИЕЙ А. С. КЛЮЕВА

3-е издание, переработанное и дополненное

МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1988

ПРЕДИСЛОВИЕ

Реализация грандиозных планов экономического и социального развития нашей страны, принятых на XXVII съезде КПСС, требует всемерной интенсификации и повышения эффективности производства на базе научно-технического прогресса, широкого развития механизации и автоматизации технологических процессов.

«Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года» предусматривают «...Внедрять автоматизированные системы в различные сферы хозяйственной деятельности, и в первую очередь в проектирование, управление оборудованием и технологическими процессами. Поднять уровень автоматизации производства примерно в 2 раза».

В связи с этим в настоящее время во всех отраслях народного хозяйства бурно растет объем выполняемых работ по автоматизации технологических процессов.

Технология производства монтажных работ постоянно совершенствуется. После выхода в свет в 1979 г. второго издания справочника под названием «Монтаж приборов и средств автоматизации» промышленностью освоено производство новых приборов и средств автоматизации. Появились новые требования к их монтажу, размещению на технологических трубопроводах и оборудовании, в операторских помещениях и пунктах управления производством. Все эти вопросы нашли отражение при подготовке третьего издания справочника.

В справочнике излагаются вопросы рациональной организации, инженерной подготовки и индустриализации монтажных работ, рассматриваются требования к объему, содержанию и составу проектной документации. Излагаются порядок и объем обработки проектно-сметной документации перед началом производства работ. Даются описание и технические данные современного оборудования, инструмента и унифицированных монтажных изделий, обеспечивающих прогрессивную технологию производства монтажных работ. Приведены сведения об основных технологических линиях по изготовлению трубных блоков, металлоконструкций, узлов обвязки приборов и т. п. Приводятся технические условия на монтаж средств автоматизации, включая трубные и электрические проводки к ним. Излагаются вопросы сдачи смонтированных объектов в эксплуатацию. Рассматриваются вопросы техники безопасности при производстве работ по монтажу средств автоматизации.

В подготовке справочника принимал участие большой коллектив специалистов – ведущих работников Главмонтажавтоматики Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР. Материалы справочного пособия составили: К. А. Алексеев – разд. 14, В. С. Антипин – разд. 6, Б. В. Глазов – разд. 2 и 7, С. А. Клюев – разд. 1–3, 11 и 13, Н. И. Малинкин – разд. 12, П. А. Минаев – разд. 5, М. Б. Миндин – разд. 4, 9 и 10, И. Б. Непомнящий – разд. 8.

Пожелания и критические замечания читателей будут с благодарностью приняты. Их следует направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

Авторы

Раздел первый

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО МОНТАЖУ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1. ПОДГОТОВКА К ПРОИЗВОДСТВУ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

ПОДГОТОВКА К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

Современные темпы строительства требуют от монтажных организаций тщательной подготовки производства, совершенствование которой невозможно без развития связей с проектными и научно-исследовательскими институтами. Такие связи способствуют внедрению в монтажное производство прогрессивных методов труда, совершенных конструкций, новых материалов.

Решение этих задач возложено на технические службы монтажных организаций: участки подготовки производства (УПП), строительно-монтажные лаборатории, проектно-конструкторские организации и производственно-технические отделы. Все эти подразделения, включая службу главного механика, составляют инженерную службу монтажной организации.

В соответствии со СНиП 3.01.01–85 и СНиП 3.05.07–85 при подготовке монтажной организации к производству необходимо:

проверить наличие согласованного с монтажной организацией проекта организации строительства (ПОС);

получить рабочую документацию по акту;

разработать и утвердить проект производства работ (ППР);

произвести приемку строительной и технологической готовности объекта к монтажу систем автоматизации;

произвести приемку оборудования (приборов, средств автоматизации, щитов, пультов, агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП), изделий и материалов от заказчика и генподрядчика;

произвести вне зоны монтажа укрупнительную сборку узлов и блоков с повышенной степенью монтажной готовности;

выполнить предусмотренные нормами и правилами мероприятия по охране труда, противопожарной безопасности и охране окружающей среды.

Производство работ по монтажу систем автоматизации осуществляют на основании проекта производства работ. Цели ППР следующие:

повышение организационно-технического уровня монтажа на базе использования достижений науки и техники;

снижение себестоимости монтажных работ;

повышение производительности труда;

сокращение продолжительности и повышение качества монтажа.

Проект производства работ разрабатывается участками подготовки производства монтажных управлений или проектно-конструкторскими организациями, которые по отдельному договору осуществляют надзор за выполнением решений по ППР. Порядок и условия его проведения устанавливаются ведомственными нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

Проект производства работ должен разрабатываться с учетом:

характерных особенностей объекта и местных условий монтажа систем автоматизации;

реальных возможностей монтажной организации;

внедрения новой монтажной технологии и прогрессивных материалов;

повышения уровня индустриализации монтажных работ;

переноса значительной части объема работ с монтажной площадки в монтажно-заготовительные мастерские (МЗМ);

широкого использования унифицированных и типизированных монтажных узлов, блоков, конструкций и изделий, изготовляемых заводами;

комплектных поставок монтажных материалов и изделий с использованием контейнеров;

максимального использования фронта работ с обеспечением их непрерывности и поточности;

внедрения механизации монтажных работ с эффективным использованием машин и механизмов;

требований условий труда и техники безопасности;

требований строительных норм и правил, в том числе глав «Правила производства и приемки работ. Системы автоматизации» СНиП 3.05.07–85 и «Электрические устройства» СНиП 3.05.06–85, «Правил устройства электроустановок», руководящих и информационных материалов, действующих в системе Главмонтажавтоматики;

согласованных замечаний, предложений и изменений к проекту автоматизации;

возможности повторного использования ППР или отдельных его частей.

Исходными данными для разработки ППР служат:

1) рабочая документация по автоматизации технологических процессов, разработанная в соответствии с Инструкцией СНиП 1.02.01–85 Госстроя СССР и «Временными указаниями по проектированию систем автоматизации технологических процессов» ВСН 281–75 Минприбор;

2) задание на разработку ППР, включающее наименование объекта, состав, сроки разработки ППР, сроки монтажа систем автоматизации, объем строительно-монтажных работ, наименование генеральной подрядной строительной организации и заказчика;

3) рабочие чертежи марок ТХ (технология производства) и АС (архитектурно-строительные решения) по ГОСТ 21.101–79;

4) проект организации строительства.

В состав ППР, как правило, включают:

1) пояснительную записку;

2) ведомость физических объемов;

3) монтажный генплан;

4) схему такелажно-транспортных работ;

5) эскизы по разбивке потоков трубных и электрических проводок на блоки в соответствии с рабочей документацией по автоматизации и с учетом физического расположения оборудования и строительных конструкций на объекте;

6) сетевой или линейный график производства подготовительных и монтажных работ;

7) график потребности в рабочих кадрах по объекту;

8) график монтажа смежными организациями закладных деталей, отборных устройств и первичных приборов на технологическом оборудовании и трубопроводах;

9) график выполнения строительной части объекта для монтажа систем автоматизации;

10) график поставки в МЗМ и на объект монтажных изделий заводов Главмонтажавтоматики (ГМА), Главэлектромонтажа (ГЭМ) и Укрглавэлектромонтажа (УГЭМ);

11) график поставки в МЗМ и на объект материалов и изделий генерального подрядчика и заказчика;

12) график поставки на объект изделий МЗМ;

13) график поставки в МЗМ и на объект приборов и средств автоматизации, поставляемых заказчиком;

14) график поставки щитов в МЗМ и на объект;

15) ведомость заготовки кабелей;

16) ведомость заготовки проводов;

17) ведомости инструмента, механизмов и защитных средств;

18) документацию для осуществления контроля и оценки качества монтажных работ.

Состав ППР для конкретного объекта, определенный при выдаче задания на разработку ППР, может быть изменен с учетом особенностей объекта. Для несложных объектов ППР, как правило, выполняется в сокращенном объеме.

Задание на разработку и утверждение ППР осуществляется главным инженером монтажной организации. По особо сложным и уникальным объектам перед утверждением ППР должен рассматриваться техническим советом монтажной организации.

МОНТАЖНО-ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МАСТЕРСКИЕ

Выполнение монтажных работ индустриальным методом потребовало создания в монтажных организациях монтажно-заготовительных мастерских. Мастерские позволяют:

1) выполнять значительную часть монтажных работ в то время, когда на строя-

щемся объекте нет еще строительной готовности и смонтированного технологического оборудования;

2) выполнять монтажные работы по технологии, близкой к технологии промышленного предприятия и более передовой по сравнению с техиологией работ, выполняемых непосредственно на объекте;

3) комплектовать оборудование, основные и вспомогательные материалы до начала выполнения монтажных работ.

Своевременная комплектация объектов монтажа основными и вспомогательными материалами, конструкциями, монтажными изделиями и оборудованием является очень важным этапом при выполнении монтажных работ. Опыт работы ряда организаций показал, что положительные результаты, достигнутые при индустриальном полносборном монтаже объектов, сводятся на нет из-за несвоевременной или неполной комплектации необходимыми материалами и оборудованием.

Структура и численность персонала МЗМ зависят от объема и характера монтажных работ, сосредоточенности или разбросанности объектов монтажиой организации. Оправдала себя практика создания МЗМ при крупных монтажных участках, удаленных на значительное расстояние. Номенклатура изделий МЗМ участка не должна в полном объеме дублировать номенклатуру изделий МЗМ монтажной организации.

1.2. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ЗАКАЗЧИКАМИ И ПОДРЯДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Порядок заключеиия и исполнения договоров подряда на капитальное строительство, права, обязанности и ответственность заказчиков и подрядчиков определяются «Правилами о договорах подряда на капитальное строительство».

Взаимоотношения организаций – генеральных подрядчиков (генподрядчиков) с субподрядными организациями (субподрядчиками), их права, обязанности и ответственность при заключении и исполнении договоров субподряда на выполнение комплексов монтажных и специальных строительных работ регламентируются «Положением о взаимоотношениях организаций генеральных подрядчиков с субподрядными организациями». Положение имеет целью обеспечить ввод в действие производственных мощностей, объектов и основных фондов.

Основным докумеитом, регулирующим взаимоотношения между генподрядчиком и субподрядчиком, является договор субподряда.

Кроме подрядных договоров со строительными организациями монтажные организации заключают прямые договоры непосредственно с предприятиями на производство работ по капитальному ремонту, внедрению новой техники, реконструкции, новому строительству, выполняемому предприятием хозспособом. В этом случае взаимоотношения между предприятием и монтажной организацией определяются «Правилами о договорах подряда на капитальный ремонт», согласно которым функции заказчика выполняет предприятие, ведущее капитальный ремонт, а подрядчикам – монтажная организация.

ОБЯЗАННОСТИ СТОРОН

Согласно «Положению о взаимоотношениях генеральных подрядчиков с субподрядными организациями» (СНиП 1.03.01–85) и Строительным нормам и правилам по монтажу систем автоматизации (СНиП 3.05.07–85) для производства монтажа средств автоматизации Генподрядчик обязан:

привлекать субподрядчика к составлению проекта генерального договора подряда на капитальное строительство, графиков к нему, к определению сроков и условий производства монтажных и специальных строительных работ;

привлекать организацию, осуществляющую монтаж систем автоматизации, к рассмотрению и составлению заключения по проекту организации строительства (ПОС) компоновкам специальных помещений, предназначенных для систем автоматизации (диспетчерских, операторских, аппаратных залов, помещений датчиков, эстакад, туннелей, каналов и т. п.) и техническим решениям по монтажу систем автоматизации с целью отражения в проектно-сметной документации возможности выполнения монтажных работ комплектно-блочным и узловым методами;

составлять с участием субподрядчиков и утверждать по согласованию с ними обязательные для всех организаций, участвующих в строительстве, графики производства работ, уточняющие календарные планы, предусмотренные проектом организации строительства и проектом производства работ, предусматривающие окончание работ в сро-

ки, обеспечивающие ввод в действие мощностей (объектов), предусмотренных в плане;

привлекать субподрядчиков для согласования графиков поставки заказчиком оборудования и материалов, увязанных со сроками строительства и графиками производства работ;

обеспечивать строительную готовность объекта, конструкций и отдельных видов работ для производства субподрядчиком последующих монтажных и специальных строительных работ;

передавать субподрядчику утвержденную в установленном порядке проектно-сметную документацию и техническую документацию предприятий-изготовителей на приборы и средства автоматизации, в том числе на поставляемые комплектно с технологическим оборудованием. В составе проектно-сметной документации должны быть переданы монтажной организации ПОС и рабочая документация с отметкой генподрядчика или заказчика на каждом чертеже (экземпляре) о принятии их к производству.

В рабочей документации систем автоматизации, выдаваемой в соответствии с п. 1.6 СНиП 3.05.07–85 монтажной организации, должны быть предусмотрены:

выделение ее в самостоятельный комплект;

взаимоувязка с технологической, электротехнической, сантехнической и другой рабочей документацией;

привязка приборов и средств автоматизации, поставляемых предприятиями-изготовителями комплектно с технологическим оборудованием;

высокая заводская и монтажная готовность оборудования, передовые методы монтажных работ, максимальный перенос трудоемких работ в монтажно-заготовительные мастерские;

указание категорий трубных проводок в соответствии с рекомендуемым приложением 2 СНиП 3.05.07–85;

указание взрывоопасных и пожароопасных зон и их границы, категории, группы и наименование взрывоопасных смесей, места установки разделительных уплотнений и их типы.

Допускается:

передавать рабочую документацию на машинных носителях;

передавать субподрядчику материалы, изделия и конструкции, обеспечение которыми согласно действующему законодательству возложено на генподрядчика;

совместно с заказчиком осуществлять поставку приборов, средств автоматизации, агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП, щитов, пультов и необходимых материалов по графику, согласованному с монтажной организацией, в котором должна предусматриваться первоочередная комплектная поставка приборов, средств автоматизации, изделий и материалов, включенных в спецификации на технологические линии, узлы и блоки, подлежащие изготовлению монтажными организациями, а также для комплектования специальных помещений систем автоматизации;

осуществлять контроль за соответствием объема, качества и стоимости выполняемых субподрядчиками работ проектно-сметной документации;

проверять ход монтажных и специальных строительных работ в соответствии с графиком производства работ, а также качество строительно-монтажных работ, используемых материалов, изделий и конструкций, не вмешиваясь при этом в оперативно-хозяйственную деятельность субподрядчика;

принимать от субподрядчика законченные комплексы монтажных и специальных строительных работ и оплачивать их по сметной стоимости. Генподрядчик вправе выдавать предписание субподрядчику о приостановлении работ при выявлении отклонений от рабочей документации, строительных норм и правил до их устранения.

Субподрядчик обязан:

участвовать в составлении генподрядчиком проекта генерального договора подряда на капитальное строительство в части определения сроков и условий производства монтажных и специальных строительных работ и поставки заказчиком оборудования и материалов;

участвовать в определении и согласовании видов, объемов и стоимости поручаемых ему комплексов монтажных и специальных строительных работ, предусматриваемых проектно-сметной документацией;

участвовать в согласовании графиков поставки заказчиком оборудования, изделий и материалов, увязанных со сроками строительства и графиками производства работ;

получить от генподрядчика (или по согласованию с ним непосредственно от заказчика) необходимый комплект проектно-сметной документации;

выполнить по договору субподряда своими силами и средствами комплекс монтажных и специальных строительных работ в соответствии с утвержденной проектно-сметной документацией, обеспечив при этом надлежащее качество выполненных работ;

произвести индивидуальное испытание

смонтированного оборудования и систем, своевременно устранить дефекты в производственных работах, выявленные в ходе строительства, и недоделки, выявленные в процессе приемки законченных субподрядчиком комплексов монтажных и специальных строительных работ, и сдать их генподрядчику;

участвовать в проводимом заказчиком комплексном опробовании смонтированного субподрядчиком оборудования.

ПРИЕМКА ОБЪЕКТА ПОД МОНТАЖ

До начала монтажа систем автоматизации на строительной площадке, а также в зданиях и сооружениях, сдаваемых под монтаж систем автоматизации, должны быть выполнены строительные работы, предусмотренные СНиП 3.01.01–85, ПОС и ППР.

В строительных конструкциях зданий и сооружений (полах, перекрытиях, стенах, фундаментах оборудования) в соответствии с архитектурно-строительными чертежами должны быть:

установлены закладные конструкции (см. рекомендуемое приложение 3 СНиП 3.05.07–85) под щиты, пульты, приборы, средства автоматизации и т. п.;

выполнены каналы, туннели, ниши, борозды, закладные трубы для скрытых проводок, проемы для прохода трубных и электрических проводок с установкой в них стальных плит, коробов, гильз, патрубков, обрамлений и других закладных конструкций;

установлены площадки для обслуживания приборов и средств автоматизации;

оставлены монтажные проемы для перемещения крупногабаритных узлов и блоков;

нанесены разбивочные оси и рабочие высотные отметки.

В специальных помещениях, предназначенных для систем автоматизации, а также в производственных помещениях в местах, предназначенных для монтажа приборов и средств автоматизации, должны быть закончены строительные и отделочные работы, произведена разборка опалубок, строительных лесов и подмостей, не требующихся для монтажа систем автоматизации, произведена уборка мусора.

Специальные помещения, предназначенные для систем автоматизации, должны быть оборудованы отоплением (температура должна поддерживаться не ниже +5 °С), вентиляцией, освещением, при необходимости – кондиционированием по постоянной схеме, должны иметь остекление и дверные запоры.

В помещениях, предназначенных для монтажа технических средств агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП, кроме того, должны быть смонтированы системы кондиционирования воздуха и должна быть произведена тщательная уборка пыли.

После сдачи указанных помещений под монтаж систем автоматизации в них не допускается производство строительных работ и монтаж санитарно-технических систем. В помещениях, предназначенных для монтажа вычислительных комплексов, запрещена также покраска меловой побелкой, а на окнах должны быть предусмотрены средства защиты от прямых солнечных лучей (жалюзи, шторы).

К началу монтажа систем автоматизации на технологическом, сантехническом и других видах оборудования и на трубопроводах должны быть установлены: закладные и защитные конструкции для монтажа первичных приборов, причем закладные конструкции для установки отборных устройств давления, расхода и уровня должны заканчиваться запорной арматурой; приборы и средства автоматизации, встраиваемые в трубопроводы воздуховоды и аппараты (сужающие устройства, объемные и скоростные счетчики, ротаметры, проточные датчики расходомеров и концентратомеров, уровнемеры всех типов, регулирующие органы и т. п.).

Приемку строительной и технологической готовности объекта оборудования, изделий и материалов следует осуществлять поэтапно по отдельным законченным частям объекта (диспетчерские, операторские помещения, технологические блоки, узлы, линии и т. п.).

На объектах с небольшими объемами работ по монтажу систем автоматизации приемку под монтаж осуществляют при наличии полного обеспечения оборудованием, изделиями и материалами и при полностью смонтированном технологическом оборудовании и трубопроводах.

На объекте в соответствии с технологическими, сантехническими, электротехническими и другими рабочими чертежами должны быть:

проложены магистральные трубопроводы и разводящие сети с установкой арматуры для отбора теплоносителей к обогреваемым устройствам систем автоматизации, а также трубопроводы для отвода теплоносителей;

установлено оборудование и проложены

магистральные и разводящие сети для обеспечения приборов и средств автоматизации электроэнергией и энергоносителями (сжатым воздухом, газом, маслом, паром, водой и т. п.), а также трубопроводы для отвода энергоносителей;

проложена канализационная сеть для сбора стоков от дренажных трубных проводок систем автоматизации;

выполнена заземляющая сеть;

выполнены работы по монтажу систем автоматического пожаротушения.

Заземляющая сеть для технических средств агрегатных и вычислительных комплексов АСУ ТП должна отвечать требованиям предприятий – изготовителей этих технических средств.

Приемка объекта оформляется актом готовности объекта к производству работ по монтажу систем автоматизации по форме приложения 1 СНиП 3.05.07 – 85.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ МАТЕРИАЛАМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ

Обеспечение выполняемых субподрядчиком работ, предусмотренных договором субподряда, материалами и изделиями является обязанностью субподрядчика, за исключением обеспечения материалами, изделиями, которое согласно действующему законодательству возложено на генподрядчика и заказчика.

Поставка на объект изделий и материалов организацией, монтирующей системы автоматизации, должна осуществляться, как правило, контейнерным методом с комплектацией по отдельным узлам объекта или на объект в целом.

Приборы, средства автоматизации, щиты и пульты, агрегатные, информационно-вычислительные и управляющие комплексы, а также материалы и изделия (включая изделия из цветных металлов и нержавеющих сталей) поставляются в монтаж заказчиком и генподрядчиком в соответствии с «Положением о порядке обеспечения капитального строительства материалами, изделиями и оборудованием», утвержденным Советом Министров СССР.

Передача оборудования и материалов осуществляется в соответствии с «Правилами о договорах подряда на капитальное строительство», утвержденными постановлением Совета Министров СССР, и «Положением о взаимоотношениях организаций – генеральных подрядчиков с субподрядными организациями», утвержденным Госстроем СССР и Госпланом СССР.

Порядок передачи генподрядчиком субподрядчику материалов и изделий определяется в особых условиях к договору субподряда.

Поставляемые заказчиком оборудование, подлежащее монтажу, материалы и изделия передаются субподрядчику генподрядчиком или по его поручению заказчиком по актам на приобъектных складах строительно-монтажных организаций или в специально отведенных местах, указанных в проекте организации строительства для передачи оборудования и материалов в монтаж комплектно, в соответствии с требованиями стандартов и технических условий в полной исправности в сроки, предусмотренные согласованным сторонами графиком.

В отдельных случаях по соглашению сторон может быть установлен иной порядок передачи оборудования, материалов и изделий.

При передаче монтажной организации материалов, изделий и оборудования заказчиком (генподрядчиком) должны быть переданы:

паспорта и монтажно-эксплуатационные инструкции на приборы и средства автоматизации, агрегатные и вычислительные комплексы;

паспорта и техническая документация предприятий-изготовителей на щиты, стативы и пульты;

паспорта на трубопроводную аппаратуру;

сертификаты на материалы;

чертежи и спецификации систем автоматизации, поставляемых комплектно с оборудованием предприятиями – изготовителями соответствующего оборудования.

Если рабочая документация предусматривает применение в системах автоматизации технических средств индивидуального изготовления или поставляемых инофирмами, то для их монтажа должны быть переданы соответствующие технические условия, а также поставляемые предприятием-изготовителем (или инофирмой) специальный инструмент и приспособления.

Приборы, средства автоматизации, изделия и материалы должны передаваться в монтаж комплектно на технологическую линию, узел, блок или для специальных помещений систем автоматизации в соответствии с рабочей документацией.

Досрочная передача генподрядчиком (заказчиком) субподрядчику оборудования, материалов и изделий поставки генподрядчика

(заказчика) может быть осуществлена только с согласия субподрядчика.

Крупногабаритное оборудование передается в зоне монтажа укрупненными узлами в соответствии с техническими условиями на его изготовление. В тех случаях, когда оборудование передается отдельными частями, обеспечение сборки его в укрупненные узлы входит в обязанность генподрядчика (заказчика). При согласовании сборка оборудования может быть выполнена субподрядчиком за счет средств генподрядчика (заказчика).

Принимаемые приборы и средства автоматизации, материалы, конструкции, изделия и вспомогательные технические средства и устройства (контрольно-измерительная аппаратура, стенды и т. п.) должны соответствовать спецификациям рабочей документации, государственным стандартам или техническим условиям и иметь соответствующие сертификаты, технические паспорта или другие документы, удостоверяющие их качество.

В случае установления субподрядчиком некомплектности оборудования при приемке его для монтажа, а в процессе монтажа или испытания оборудования – дефектов, субподрядчик обязан поставить об этом в известность генподрядчика (заказчика) и принять участие в составлении соответствующего акта.

Генподрядчик (заказчик) обязан доукомплектовать оборудование в двадцатидневный срок с момента составления акта, если иной срок не установлен соглашением сторон.

Устранение дефектов оборудования, обнаруженных в процессе приемки, является обязанностью заказчика.

Приборы, средства автоматизации, изделия и материалы, принятые в монтаж, должны храниться в соответствии с требованиями предприятий-изготовителей и ППР.

Оборудование, подлежащее монтажу, с момента передачи его субподрядчику по акту находится на ответственном хранении последнего до подписания акта рабочей комиссии о приемке его для комплексного опробования.

При хранении должен быть обеспечен доступ для осмотра, созданы условия, предотвращающие механические повреждения, попадание влаги и пыли во внутренние полости.

Субподрядчик несет ответственность за сохранность переданного ему оборудования до сдачи его генподрядчику (заказчику) для комплексного опробования. В случае повреждения оборудования по вине субподрядчика восстановление производится за счет средств субподрядчика.

Приборы, средства автоматизации и изделия, находящиеся у генподрядчика (заказчика), на которые истек гарантийный срок, указанный в технических условиях, а при отсутствии таких указаний – по истечении года передается генподрядчиком (заказчиком) субподрядчику для монтажа после проведения предмонтажной ревизии и устранения дефектов, вызванных длительным хранением.

Результаты проведенных работ должны быть занесены в формуляры, паспорта и другую сопроводительную документацию в соответствии с п. 2.13 СНиП 3.05.07–85 или составлен акт.

При нахождении оборудования на складах сверх нормативного срока хранения по вине субподрядчика предмонтажная ревизия и устранение дефектов этого оборудования, вызванных длительным хранением, осуществляются заказчиком за счет средств субподрядчика или самим субподрядчиком.

Если задержка начала монтажных работ произошла по вине генподрядчика, предмонтажная ревизия и устранение дефектов оборудования, вызванных длительным хранением, осуществляются за счет генподрядчика.

Барабаны с кабелем, проводами и тросами принимаются субподрядчиком от генподрядчика под сохранную расписку. Субподрядчик несет ответственность перед генподрядчиком за возврат в согласованный сторонами срок барабанов из-под кабельной продукции.

Трубы, арматура и соединители для кислородных трубных проводок должны передаваться обезжиренными с документацией, подтверждающей проведение этой операции.

При приемке проверяют комплектность, отсутствие повреждений и дефектов, сохранность окраски и специальных покрытий, сохранность пломб, наличие специального инструмента и приспособлений, поставляемых предприятиями-изготовителями. Материалы, изделия поставки генподрядчика (заказчика), не соответствующие указанным требованиям, подлежат замене генподрядчиком (заказчиком) в срок, согласованный с субподрядчиком.

При согласии субподрядчика генподрядчик вправе передать ему реализацию фондов на материалы и изделия. В этом случае генподрядчик обязан оплачивать поступающее оборудование, транспортные расходы по его доставке до приобъектного склада или монтажной зоны, а также затраты по погрузке и разгрузке; перечислять на расчетный

счет субподрядчика по мере поступления оборудования, материалов и изделий средства на заготовительно-складские расходы в полном размере, предусмотренном нормами на эти цели.

При производстве монтажных и специальных строительных работ субподрядчик вправе с согласия генподрядчика использовать материалы и конструкции, получаемые от разборки зданий и сооружений или попутной добычи. Пригодность использования указанных материалов и конструкций определяется генподрядчиком и субподрядчиком. Стоимость использованных материалов и конструкций возмещается субподрядчиком генподрядчику по счету по прейскурантам оптовых цен за вычетом расходов по приведению этих материалов и конструкций в пригодное для использования состояние.

Расчеты за материалы и изделия, передаваемые генподрядчиком (заказчиком) субподрядчику, производятся по действующим на момент передачи оптовым ценам, тарифам на транспортировку с учетом расходов по их заготовке и хранению, но не выше сметных цен на эти цели.

В случае, когда предусмотренные проектом (рабочим проектом) материалы и изделия генподрядчиком (заказчиком) заменены, разница между стоимостью фактически используемых материалов и изделий и стоимостью в принятой смете оплачивается субподрядчику генподрядчиком (заказчиком) за счет сметы на строительство в порядке, установленном Госстроем СССР.

УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Генподрядчик обязан к началу работ субподрядчика в сроки, предусмотренные договором, обеспечить согласно требованиям СНиП 3.05.07–85 и «Положения о взаимоотношениях организаций – генеральных подрядчиков с субподрядными организациями» строительную готовность конструкций, отдельных видов работ на объекте и выполнить другие возложенные на него обязанности, необходимые при создании условий для производства последующих монтажных и специальных строительных работ, выполняемых субподрядчиком. Субподрядчик обязан обеспечить готовность выполняемых им монтажных и специальных строительных работ в сроки, предусмотренные договором, и создать зависящие от него условия для производства последующих работ, выполняемых генподрядчиком или другим субподрядчиком. Сроки взаимных обязательств по предоставлению строительной готовности устанавливают конкретными (месяц, декада, день).

Для обеспечения производства монтажных и специальных строительных работ генподрядчик выполняет следующие общестроительные и вспомогательные работы:

а) рытье и засыпку траншей для канализационных выпусков и водопроводных вводов к ближайшему от здания колодцу наружных сетей; при устройстве телефонной канализации, контуров заземления, прокладке трубопроводов и силовых кабельных линий;

б) устройство предусмотренных проектом железнодорожных путей и автодорог для перевозки оборудования и конструкций, а также железнодорожных путей под краны на железнодорожном ходу;

в) планировку монтажной площадки с устройством подъездов необходимой ширины, обеспечивающей свободную подачу конструкций и оборудования;

г) устройства всех отверстий в стенах и перекрытиях для пропуска трубопроводов и частей оборудования с последующей заделкой мест пропуска этих коммуникаций (за исключением отверстий размером до 500 × 500 мм).

Субподрядчик в соответствии со своим профилем выполняет следующие работы:

а) устройство лесов для производства монтажных и специальных строительных работ, выполняемых субподрядчиком на высоте свыше 4 м, кроме работ по сооружению лесов для монтажа лифтов;

б) огрунтовку и окраску всеми видами красителей (включая перхлорвиниловые) металлических конструкций, изготовляемых субподрядчиком, включая окраску наружных трубопроводов под тепловую изоляцию, а также окраску внешней поверхности тепловой изоляции трубопроводов;

г) выгрузку из транспортных средств материалов, деталей и конструкций, прибывающих в адрес субподрядчика;

д) устройство отверстий (до размера 500 × 500 мм включительно) в стенах и перекрытиях для пропуска трубопроводов и частей оборудования с последующей заделкой мест прохода этих коммуникаций.

Генподрядчик обязан передать субподрядчику в одном экземпляре полученные от заказчика спецификации предприятия – изготовителя оборудования, чертежи на монтаж оборудования, комплектовочные (отправочные) ведомости, сборочные чертежи, схемы членения оборудования на поставочные блоки, маркировочные схемы оборудования, его

блоков, узлов и деталей, схемы строповки оборудования и его блоков, технические условия и заводские инструкции на монтаж, технические паспорта оборудования, акты отдела технического контроля предприятия-изготовителя на контрольную сборку и заводские испытания оборудования.

Порядок и сроки направления субподрядчику указанной и другой необходимой документации для монтажа оборудования предусматриваются генподрядчиком и субподрядчиком в особых условиях к договору субподряда.

Документация предприятий – изготовителей оборудования должна быть возвращена субподрядчиком генподрядчику при подписании акта рабочей комиссией о приемке оборудования для комплексного опробования.

В случае, когда в переданную субподрядчику проектно-сметную документацию заказчик в установленном порядке вносит изменения, генподрядчик обязан известить об этом субподрядчика, и в трехдневный срок с момента принятия решения об изменении сообщить субподрядчику о приостановлении (в необходимых случаях) работ и не позднее чем за 45 дней до начала производства работ по измененной документации дополнительно передать субподрядчику в соответствии с п. 2.5 Положения число экземпляров измененной документации и перечень аннулированных чертежей.

Генподрядчик обязан возместить субподрядчику все затраты и убытки, связанные с изменением ранее выданной проектно-сметной документации, в порядке, предусмотренном п. 44 Правил.

Если в процессе строительства выявлены дополнительные работы, не учтенные рабочими чертежами и сметами на строительство, генподрядчик обязан в пятнадцатидневный срок принять решение и при необходимости уточнить проектно-сметную документацию.

При изменении состава пускового комплекса генподрядчик согласовывает эти изменения с субподрядчиком.

Субподрядчик обязан в процессе производства работ осуществлять систематическую, а по завершении работ – окончательную уборку рабочих мест от остатков материалов и отходов, образовавшихся в процессе производства субподрядных работ на объекте.

Повреждения субподрядчиком строительных конструкций в процессе выполнения монтажных и специальных строительных работ и повреждения смонтированного субподрядчиком оборудования, систем и конструкций генподрядчиком в процессе выполнения им строительных работ фиксируются двусторонними актами.

В случае отказа одной из сторон от подписания акта последний составляется с участием представителей заказчика.

Затраты по восстановлению повреждений возмещаются стороной, причинившей повреждения.

ПРОИЗВОДСТВО МОНТАЖНЫХ РАБОТ

При производстве работ по монтажу и наладке систем автоматизации должны соблюдаться требования СНиП 3.05.07 – 85, СНиП 3.01.01 – 85, СНиП III-4-80, СНиП III-3-81 и ведомственных нормативных документов, утвержденных в порядке, установленном СНиП 1.01.01 – 82.

Монтаж систем автоматизации производят в соответствии с рабочей документацией с учетом требований предприятий – изготовителей приборов, средств автоматизации агрегатных и вычислительных комплексов, предусмотренных техническими условиями или инструкциями по эксплуатации этого оборудования.

Работы по монтажу следует выполнять индустриальным методом с использованием средств малой механизации, механизированного и электрифицированного инструмента и приспособлений, сокращающих применение ручного труда.

Работы по монтажу систем автоматизации должны осуществляться в две стадии.

На первой стадии выполняются: заготовка монтажных конструкций, узлов и блоков, элементов электропроводок и их укрупнительная сборка вне зоны монтажа; проверка наличия закладных конструкций, проемов, отверстий в строительных конструкциях и элементах зданий, закладных конструкций и отборных устройств на технологическом оборудовании и трубопроводах, наличия заземляющей сети; закладка в сооружаемые фундаменты, стены, полы и перекрытия труб и глухих коробов для скрытых проводок.

На второй стадии выполняются: разметка трасс и установка опорных и несущих конструкций для электрических и трубных проводок, исполнительных механизмов, приборов и т. д.; прокладка трубных и электрических проводок по установленным конструкциям, установка щитов, стативов, пультов, приборов и средств автоматизации, подключение к ним трубных и электрических проводок, индивидуальные испытания.

Смонтированные приборы и средства автоматизации электрической ветви Государственной системы приборов (ГСП), щиты и пульты, конструкции, электрические и трубные проводки, подлежащие заземлению согласно рабочей документации, должны быть присоединены к контуру заземления. При наличии требования предприятий-изготовителей средства агрегатных и вычислительных комплексов должны быть присоединены к контуру специального заземления.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Генподрядчик обязан совместно с привлекаемыми им субподрядчиками разработать мероприятия, обеспечивающие безопасные условия работы на строящемся объекте, обязательные для всех организаций, участвующих в строительстве.

При одновременном производстве работ генподрядчиком и субподрядчиком (или несколькими субподрядчиками) принятие мер общего характера по технике безопасности и пожарной безопасности (устройство ограждений, защитных козырьков и сеток, ограждений отверстий и люков в перекрытиях, дополнительное освещение, обеспечение плакатами и т. п.) лежит на генподрядчике.

Несоблюдение генподрядчиком этих условий не снимает ответственности с субподрядчика за допущенные им нарушения безопасности условий работ и возможные в связи с этим несчастные случаи.

Обеспечение безопасных условий при производстве монтажных и специальных строительных работ, соблюдение действующих правил техники безопасности, противопожарных мероприятий и законодательства по охране труда входит в обязанности субподрядчика.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО МОНТАЖУ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ С ДРУГИМИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМИ МОНТАЖНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Монтаж стальных и железобетонных конструкций. Организации, монтирующие основное технологическое оборудование, выполняют монтаж металлоконструкций пультов и постов управления, переходных мостиков, лестниц и площадок для установки и обслуживания приборов автоматики, постаментов и отдельных площадок под оборудование.

Окраску металлоконструкций, изготовляемых организациями министерства, выполняют заводы-изготовители. Колерную окраску металлоконструкций на объекте организации министерства не производят.

Монтаж оборудования. Пульты управления, выпрямители и другое электрооборудование монтируют организации, осуществляющие электромонтажные работы.

Монтаж сельсинов на оборудовании пройзводят организации, монтирующие оборудование, а работы по подключению их производят организации, выполняющие электромонтажные работы.

В тех случаях, когда приборы, средства автоматизации непосредственно установлены на технологическом оборудовании или встроены в трубопроводы организациями, монтирующими технологическое оборудование, все работы по устройству обогрева осуществляются организациями, монтирующими трубопроводы и оборудование.

Установку на аппаратах и емкостях уровнемеров и регуляторов буйкового типа (с выносной камерой и без нее) осуществляют организации, монтирующие технологическое оборудование.

Установку стальных гильз в строительных конструкциях для прохода трубопроводов выполняют организации, возводящие эти строительные конструкции.

Врезка средств автоматизации, встраиваемых в трубопроводы (расходомеры, диафрагмы, сопла, трубки Вентури, объемные и скоростные счетчики, ротаметры, датчики индукционных и щелевых расходомеров, приточные датчики концентратомеров и плотномеров, клапаны с пневматическими и электрическими исполнительными механизмами, регуляторы прямого действия, клапаны с рычажными приводами, заслонки и т. п.), в объеме технологического проекта выполняется организациями, монтирующими трубопроводы.

Врезку в трубопроводы закладных устройств для монтажа контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (бобышки, штуцера, защитные карманы, гильзы для приборов автоматики и др.) производят организации, монтирующие трубопроводы.

Разметку мест врезки закладных устройств, если они не указаны в технологической части проекта, осуществляет заказчик с передачей схемы на врезку организации, монтирующей трубопроводы.

Прокладку трубопроводов под теплоносители, устройство врезок с установкой арматуры для обогрева импульсных линий, регулирующих клапанов, утепленных шкафов, средств измерения и автоматизации и других

приборов автоматики производят организации, монтирующие технологические трубопроводы на объекте.

Подводку линий обогрева к приборам и оборудованию систем средств измерения и автоматизации, установку приборов и подключение обогревающих устройств независимо от теплоносителя производят организации, монтирующие средства измерения и автоматизации.

1.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Организация труда является одним из основных факторов резерва роста его производительности. Применение высокопроизводительной техники, комплексной механизации и автоматизации, новых орудий труда и прогрессивной технологии требует совершенствования организации труда и улучшения организации заработной платы, которые находятся в тесной взаимосвязи.

Внедрение передовых форм организации труда на основе разработанных типовых технологических процессов, бригадного подряда, аккордной системы оплаты труда рабочих-сдельщиков и нормированных заданий рабочих-повременщиков в сочетании с положениями о премировании за достижение качественных и количественных показателей при правильном их применении дает возможность добиваться высокой производительности труда, улучшения качества продукции, рентабельности строительно-монтажного производства.

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА

Организация труда в строительстве – это система мероприятий, необходимых для создания условий, обеспечивающих рациональную расстановку работающих и наиболее эффективное использование рабочей силы, машин и механизмов, материально-технических ресурсов, профессиональных навыков и знаний работников при данной степени механизации работ и организации строительного производства в целях всемерного повышения производительности труда. К этим мероприятиям относятся:

разделение труда и организация коллективной работы в общем процессе строительного производства;

организация работы бригад;

организация рабочих мест;

всемерное улучшение условий труда и обеспеченности работы исполиителя и окружающих его людей;

создание условий для постоянного роста культурно-технического уровня трудящихся;

обеспечение надлежащей дисциплины труда и соблюдение утвержденных правил внутреннего распорядка;

освоение новой техники;

правильное сочетание и применение материальных и моральных стимулов для обеспечения заинтересованности каждого работника в улучшении личных и коллективных результатов труда;

организация социалистического соревнования;

обеспечение опережающего темпа роста производительности труда по сравнению с темпом роста средней заработной платы и на этой основе систематическое снижение себестоимости строительно-монтажных работ.

Основные положения по организации труда при производстве работ по монтажу и наладке систем автоматизации определены «Строительными нормами и правилами» (СНиП 3.05.07 – 85).

Существует несколько форм организации труда рабочих монтажников: *индивидуальная*, при которой один рабочий самостоятельно создает законченную продукцию (работу); *коллективная*, при которой для выполнения определенного комплекса работ несколько рабочих объединяются в звено или бригаду.

В зависимости от степени механизации труд монтажников бывает: *механизированный* – труд рабочих, создающих продукцию с применением механизированных инструментов; *немеханизированный* (*ручной*) – труд рабочих, создающих законченную продукцию с применением ручных инструментов и приспособлений, для приведения в действие которых требуется приложение мускульной силы.

Коллективная форма организации труда. Низовым звеном производственного коллектива является производственная бригада.

Постановлением Госкомтруда СССР и Секретариата ВЦСПС от 31 декабря 1980 г. № 389/22 – 119 утверждено «Типовое положение о производственной бригаде, бригадире, совете бригады и совете бригадиров». Согласно этому положению в основу формирования бригад должны быть положены закрепление за ними объема работ по выпуску законченного продукта или его части, а также оценка и оплата труда бригады по конечному результату, что обеспечивает усиление общей заинтересованности и ответ-

ственности за эффективность коллективного труда.

Создается бригада в соответствии с приказом (распоряжением) руководителя организации. Комплектуется бригада на основе принципа добровольности. Производственную бригаду возглавляет бригадир – передовой квалифицированный рабочий, обладающий организаторскими способностями и пользующийся авторитетом у членов бригады. Бригадир не освобождается от выполнения работ в качестве рабочего. Бригадир назначается приказом (распоряжением) руководителя участка или прорабства по представлению мастера, при этом принимается во внимание мнение бригады.

Существуют два вида бригад: специализированные и комплексные.

Специализированные бригады создаются для выполнения однородных узкоспециализированиых работ. Эти бригады состоят из рабочих одной профессии (специальности) – электромонтажников и т. п.

Комплексные бригады создаются для выполнения сложных технологически взаимоувязанных работ, требующих совместного труда рабочих разных профессий и квалификаций. Эти бригады состоят из специализированных звеньев, которые совместно создают конечную продукцию.

Наиболее прогрессивной формой организации коллективного труда является комплексная бригада. Преимущество комплексных бригад заключается в том, что благодаря единому руководству комплексом работ, а также освоению рабочими смежных профессий значительно сокращаются потери рабочего времени на стыках между смежными монтажными процессами. Общая заинтересованность членов бригады в сокращении срока выполнения задания по выпуску конечной продукции способствует повышению производительности труда.

Специализированные и комплексные бригады могут быть сменными, если все рабочие этих бригад работают в одну смену, или сквозными, если в них включены рабочие всех смен. В зависимости от условий производства и организации труда крупные бригады могут состоять из звеньев, которые возглавляются звеньевыми.

В настоящее время, как более современная подрядная форма организации строительного производства, получает распространение коллективный подряд на уровне трестов в сочетании с развитием подрядных форм организации и стимулирования труда бригад, участков, строительно-монтажных управлений.

БРИГАДНЫЙ ПОДРЯД

Новой, более высокой степенью организации труда и производства, предусматривающей развитие низового хозяйственного расчета в строительстве на основе научной организации труда и расширения участия коллективов рабочих в управлении производством, является бригадный подряд.

Новая форма хозяйственного расчета позволяет бригаде экономно расходовать материально-технические ресурсы, снизить себестоимость строительно-монтажных работ, повысить производительность труда, сократить продолжительность сроков строительства объектов и улучшить качество выполняемых работ.

Сущность бригадного подряда состоит в том, что бригада составляет договор с администрацией строительно-монтажной организации на выполнение работ по объекту или этапу работ.

Для передачи объекта на подряд строительно-монтажная организация должна разработать производственные нормы расхода материалов и планово-расчетные цены на монтажные материалы, конструкции, изделия, работу механизмов и машин; годовые планы работы бригад, графики производства работ и поставки на объекты основных материалов, конструкций, изделий, оборудования, приборов, калькуляции затрат труда и заработной платы и расчетную стоимость поручаемых бригаде работ, а также обеспечить пообъектно или поэтапно для каждой подрядной бригады раздельный учет трудовых, материально-технических и других затрат.

Комплектация бригады по численному, профессиональному и квалифицированному составу производится согласно калькуляции затрат труда и заработной платы с учетом графика производства работ, достигнутого уровня выполнения норм выработки и планируемого роста производительности труда.

Перевод бригад на новую форму хозрасчета осуществляется с согласия бригады по согласованию с местным комитетом профсоюза и оформляется приказом по строительно-монтажной организации. При заключении договора между строительно-монтажной организацией и подрядной бригадой на выполнение определенного объема работ стороны принимают следующие основные обязательства:

бригада – выполнять порученные работы в соответствии с технической документацией и СНиП в сроки, предусмотренные графиком производства работ; соблюдать правила хранения инструмента, материалов,

конструкций и изделий, выделенных для производства работ; экономно расходовать материалы, рационально использовать механизмы и автотранспорт; соблюдать правила охраны труда и техники безопасности;

строительно-монтажная организация – обеспечить бригаду техиической документацией, материально-техническими ресурсами согласно графику производства монтажных работ на объекте; внедрять прогрессивную технологию, научную организацию труда, обеспечивающие опережающие темпы роста производительности труда по сравнению с темпами роста заработной платы; осуществлять инженерно-техническое руководство монтажом; выполнять мероприятия по охране труда и технике безопасности; внедрять опыт передовиков и новаторов производства и мероприятий по научной организации труда, способствующей систематическому росту производительности труда; создавать условия, обеспечивающие сохранность материально-технических ценностей, передаваемых бригаде.

Случаи невыполнения строительно-монтажной организацией принятых по договору обязательств должны рассматриваться вышестоящей организацией для определеиия степени ответственности и принятия мер в соответствии с действующим законодательством.

Лица, виновные в невыполнении принятых по договору обязательств, могут в установленном порядке полностью или частично лишаться премий, выплачиваемых в соответствии с действующими системами премирования. Производственные упущения, за которые работники могут лишаться указанных премий, определяются вышестоящей организацией по согласованию с построечным комитетом профсоюза. За ущерб, причиненный бригадой, экономия, достигнутая этой бригадой, уменьшается на размер ущерба, определяемого строительно-монтажной организацией с участием местного комитета профсоюза и бригадира.

Строительно-монтажная организация в договоре устанавливает бригаде следующие основные показатели: сроки выполнения поручаемых объемов работ в соответствии с графиком производства работ; расчетную стоимость работ, включающую в себя плановые затраты материалов и труда, а также часть накладных расходов, зависящих от работы бригады; сумму заработной платы по аккордиому наряду; расчетную сумму премий за сокращение нормативного времени (за перевыполнение задания по выработке в натуральных показателях), за достигнутую экономию и ввод в действие объекта.

Если объект или этап работы выполняется несколькими бригадами, входящими в состав одной строительно-монтажной организации, то с этими бригадами может быть заключен один договор.

Бригады генподрядной и субподрядной организаций, выполняющие работы на объекте или этапе работ, могут принимать взаимные обязательства, обеспечивающие своевременную сдачу объекта в эксплуатацию.

Контроль за выполнением этих обязательств осуществляют строительно-монтажные организации, в состав которых входят эти бригады с участием генподрядной бригады.

Учет затрат на производство работ, выполняемых подрядной бригадой, должен обеспечивать их сопоставимость с данными по статьям затрат, предусмотренных в расчетной стоимости этих работ.

Расходуемые подрядной бригадой материалы, конструкции и детали учитывают по планово-расчетным ценам и списывают на производство на основании действующих в строительстве форм отчетов о расходе материалов или по нормативным картам в зависимости от объемов работ. Остаток материалов, конструкций и деталей после окончания работ оформляют актом за подписью мастера (производителя работ, начальника участка) и бригадира и сдают соответствующему подотчетному лицу.

Основная заработная плата рабочих бригады и доля накладных расходов, предусмотренных в расчетной стоимости выполненных бригадой работ, устанавливаются в фактически произведенных размерах.

Затраты на механизацию работ, исчисленные в планово-расчетных ценах, устанавливаются в машино-часах (машино-сменах), транспортные внутриплощадные услуги – в фактически произведенных размерах.

Непроизводительные затраты, которые по определению монтажной организации образовались по причинам, зависящим от деятельности бригады, относят на себестоимость работ, выполненных бригадой.

Основанием для учета фактической себестоимости работ, выполненных подрядной бригадой, служат надлежаще оформленные первичные документы, подписанные бригадиром, мастером и производителем работ.

Разница между предусмотренной договором расчетной стоимостью выполненных работ и фактической их себестоимостью составляет достигнутую бригадой экономию.

Не допускается достижение экономии за счет снижения качества работ.

Размер премии за экономию устанавливает строительно-монтажная организация по согласованию с местным комитетом профсоюза при заключении с бригадой договора.

Премию выплачивают после приемки: объекта в эксплуатацию – государственной приемочной комиссией, этапа работ – заказчиком, комплекса работ – руководителем строительно-монтажной организации или по его поручению начальником участка (старшим производителем работ).

Опыт внедрения этой формы хозяйственного расчета показал, что в подрядных бригадах за счет улучшения организации производства и труда до минимума сократились потери рабочего времени и улучшилась производственная дисциплина, что способствовало повышению производительности труда рабочих подрядных бригад на 15–20%.

ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Под *типовым технологическим процессом* (ТТП) подразумевается техническая документация, разработанная с целью содействия широкому внедрению на монтажных площадках высокопроизводительных методов и приемов труда, а также рациональных форм его организации, выявленных на основании изучения и обобщения опыта новаторов и передовиков монтажного производства и научных исследований в этой области. Основная цель внедрения в монтаж ТТП – обеспечить дальнейшее повышение производительности труда, снижение себестоимости и улучшение качества монтажа.

Типовой технологический процесс является основным техническим документом, предназначенным для внедрения научной организации труда в монтажное производство. Он содержит рекомендации по совершенствованию организации труда монтажников, внедрению высокопроизводительных приемов и методов труда, применению эффективных инструментов и приспособлений, рациональной организации рабочих мест и др.

Типовые технологические процессы разрабатывают на рабочие процессы и операции, например на монтаж металлоконструкций для прокладки электрических проводок, прокладку кабеля, установку щитов и т. п.

Типовые технологические процессы имеют единую схему построения и содержат следующие разделы: 1 – маршрутная карта конкретного технологического процесса; 2 – ведомость необходимого технологического оборудования; 3 – ведомость потребных материалов.

Типовой технологический процесс комплектуется с общими техническими требованиями (ОТТ). В ОТТ включены требования к оборудованию, монтажным материалам, изделиям и конструкциям, поступающим на монтаж, а также требования, предъявляемые при монтаже оборудования. В приложении к ОТТ представлена номенклатура изделий, используемых при монтаже по данному технологическому процессу.

Практика показывает, что за счет внедрения в производство ТТП производительность труда в бригадах возрастает на 7–15%.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЛАТЫ ТРУДА

Организация оплаты труда представляет собой совокупность мероприятий, обеспечивающих материальное вознаграждение трудящихся в зависимости от количества и качества их труда и создание на этой основе заинтересованности работников в конечном результате своего труда.

Основными элементами организации оплаты труда являются нормирование труда, тарифная система и система оплаты труда.

Нормирование труда. Нормирование труда – основа организации и планирования производительности труда. С помощью норм определяются количество труда, который должен быть затрачен на создание определенных предметов потребления, и мера участия работника в общественном производстве.

Нормы выработки (нормы времени), нормы обслуживания и нормативы численности рабочих и служащих устанавливаются с учетом достигнутого уровня техники, научной организации труда и производства, передового опыта работы.

Законодательством предусмотрено, что нормы выработки (нормы времени) и нормы обслуживания определяются исходя из нормальных условий работы, которыми считаются:

исправное состояние машин, станков и приспособлений;

надлежащее качество материалов и инструментов, необходимых для выполнения работы, и их своевременная выдача;

своевременное снабжение электроэнергией, газом и иными источниками энергопитания;

своевременное обеспечение технической документацией;

здоровые и безопасные условия труда (соблюдение правил и норм техники безопасности, необходимые освещение, отопление, вентиляция и т. п.).

Установленные нормы и нормативы подлежат замене новыми по мере внедрения в производство технических, хозяйственных и организационных мероприятий, обеспечивающих рост производительности труда. Внедрение и пересмотр норм выработки (норм времени) и нормативов численности рабочих и служащих производится администрацией по согласованию с ФЗМК профессиональиого союза.

Нормы выработки и нормативы в зависимости от сроков их действия подразделяют на постоянные, временные и разовые.

Постоянные нормы выработки (нормы времени) и нормы обслуживания устанавливают на неопределенный срок. Они действуют до момента их пересмотра в связи с изменением организационно-технических условий, на которые они были рассчитаны.

Временные нормы выработки (нормы времени) и нормы обслуживания могут устанавливаться на период освоения продукции, техники, технологии или организации производства и труда сроком до трех месяцев. В отдельных случаях срок действия временных норм может быть продлен администрацией по согласованию с ФЗМК профессионального союза.

Разовые нормы выработки (нормы времени) и нормы обслуживания могут устанавливаться на аварийные, случайные и другие не предусмотренные технологией или планом работы. Разовые нормы действуют в течение выполнения данной работы.

Для однородных работ могут устанавливаться единые или типовые (межотраслевые, отраслевые, ведомственные) нормы и нормативы.

При сдельной оплате труда расценки определяются исходя из установленных разрядов работы, тарифных ставок (окладов) и норм выработки (норм времени). По норме выработки сдельная расценка определяется путем деления часовой (дневной) тарифной ставки, соответствующей разряду выполняемой работы, на часовую (дневную) норму выработки; по норме времени – путем умножения часовой (дневной) тарифной ставки, соответствующей разряду выполняемой работы, на установленную норму времени в часах или днях.

Тарифная система. Тарифная система – основа организации заработной платы трудящихся, представляет собой совокупность нормативных документов, установленных в законодательном порядке, с помощью которых социалистическое государство дифференцирует уровень заработной платы в зависимости от степени сложности выполняемой работы, характера и условий труда различных категорий работников, народнохозяйственного значения отрасли производства и географического местонахождения объекта работ.

Тарифная система состоит из: тарифных сеток и тарифных ставок рабочих, схем должностных окладов инженерно-технических работников и служащих; тарифно-квалификационных справочников работ и профессий рабочих, квалификационных справочников должностей служащих, единой номенклатуры должностей, подлежащих замещению специалистами с высшим и средним образованием.

Кроме того, к тарифной системе относятся: районные коэффициенты к заработной плате; различного рода правила и положения по тарификации труда (по определению тарифного разряда работ и присвоению рабочим тарифных разрядов); условия установления надбавок к тарифным ставкам и должностным окладам; типовые перечни предприятий, рабочих и работ, на которые распространяются повышенные тарифные ставки в зависимости от условий труда при совмещении профессий, выполнении обязанностей бригадира, не освобожденного от основной работы по профессии; оплата труда новаторов производства и др.

Тарифная система является основой всех систем заработной платы, так как все виды материального поощрения начисляются на тарифную ставку и должностной оклад.

Тарифная сетка – элемент тарифной системы, представляет собой шкалу соотношений в оплате труда рабочих в зависимости от квалификации (сложности) труда.

Для рабочих, занятых на строительно-монтажных работах и в подсобных производствах, установлена единая шестиразрядная тарифная сетка (продолжительностью рабочей недели 41 ч) без учета повышения тарифных ставок на тяжелых и особо тяжелых работах и на работах с вредными и особо вредными условиями труда.

Тарифно-квалификационный разряд характеризует степень сложности работ и уровень квалификации (мастерства) рабочего, т. е. уровень теоретических знаний и профессиональных навыков.

Для присвоения рабочему квалификационного разряда или его повышения при строительно-монтажном управлении или на участке старшего производителя работ при-

казом по организации назначается квалификационная комиссия.

Председателем квалификационной комиссии назначается главный инженер или старший производитель работ, а заместителем председателя – представитель соответствующего комитета профсоюза.

Тарифная ставка – это выраженный в денежной форме размер оплаты труда за выполнение работ в зависимости от их сложности или квалификации рабочего за единицу времени (час, день, месяц). Установление часовых, дневных либо месячных тарифных ставок (окладов) связано с действующей в отдельных отраслях народного хозяйства системой учета выработки и нормирования труда.

На строительно-монтажных работах и в подсобных производствах, где труд рабочих нормируется путем разработки и установления норм времени в человеко-часах, утверждены часовые тарифные ставки, единые для рабочих-сдельщиков и рабочих повременщиков.

Утвержденные часовые тарифные ставки для рабочих строительных профессий обязательны для применения на всех стройках независимо от их ведомственного подчинения.

Тарифные ставки служат для определения сдельных расценок, которые исчисляются путем умножения часовой тарифной ставки на установленную норму времени (при сдельной оплате труда).

Тарифные ставки применяются также при определении установленных законодательством доплат за работу в праздничные дни и ночное время, за сверхурочную работу, за время простоя и в других случаях.

По нормам времени и нормозатратам по утвержденным тарифным ставкам исчислены расценки в ЕНиР и ВНиР. Так же рассчитывают расценки при разработке местных технически обоснованных норм времени и расценок.

Норма времени – установленная продолжительность времени, необходимого для выполнения единицы доброкачественной продукции рабочими соответствующей профессии и квалификации, работающими в оптимальных организационно-технических условиях, т. е. при рациональной организации производства и труда.

Норма времени характеризует затраты рабочего времени и исчисляется в часах на единицу измерения продукции (ч/ед. изм).

Норма затрат труда – трудоемкость или количество затраченного труда, установленные для выполнения единицы доброкачественной продукции рабочими соответствующей профессии и квалификации при работе в нормальных организационно-технических условиях и при правильной организации производства и труда.

Норма затрат труда представляет собой сумму рабочего времени (трудоемкость), которое необходимо затратить исполнителям для изготовления единицы продукции, и исчисляется в человеко-часах на единицу измерения продукции (чел·ч/ед. изм).

В ЕНиР, а следовательно, в ведомственных и местных нормах времени и расценках, применяемые для оплаты труда строителей, нормы затрат труда условно названы нормой времени, исчисленной в человеко-часах.

Основное различие между нормой времени и нормой затрат труда состоит в том, что норма времени выражает текущее время, необходимое для выполнения рабочего процесса, а норма затрат труда – трудоемкость или сумму времени, которые необходимо затратить всем предусмотренным нормой исполнителям на выполнение рабочего процесса.

Зависимость между нормой времени ($H_{вр}$) и нормой затрат труда ($H_{зт}$) можно выразить следующей формулой:

$$H_{зт} = kH_{вр},$$

где k – число исполнителей, предусмотренное нормой для выполнения производственного процесса.

Сдельная расценка – это заработная плата (в рублях, копейках), выплачиваемая за единицу доброкачественной продукции. Сдельные расценки могут быть индивидуальными или звеньевыми (бригадными) в зависимости от числа исполнителей, участвующих в строительно-монтажном процессе, и исчисляются по нормам времени или по нормам выработки.

Для определения индивидуальной сдельной расценки по нормам времени необходимо тарифную ставку, соответствующую разряду выполняемой работы (а не разряду исполнителя), умножить на норму времени.

Наряд-задание. Наряд-задание (или просто наряд) представляет собой договор между исполнителями и администрацией на выполнение обусловленного нарядом объема строительно-монтажных (ремонтно-строительных) работ, расцененных по действующим нормам времени и расценкам. Наряд является единственным документом, на основании которого начисляется заработная плата рабочим-сдельщикам.

Наряд выписывают на бланке установленной формы, в нем указывают состав

заданных работ и условия их выполнения при сложившейся (фактической) организации производства и труда рабочих, сроки начала и окончания работ, нормативное время и расценку на единицу измерителя работ, а также полный объем заданных работ. Наряд должен быть выдан исполнителям за 2—3 дня до начала выполнения поручаемых работ.

Наряд выписывает мастер или производитель работ, непосредственно осуществляющие техническое руководство работами, на основании действующих норм и расценок или утвержденных калькуляций затрат труда и заработной платы. Все выписанные наряды до выдачи рабочим регистрирует мастер или производитель работ в реестр выдачи нарядов, нумеруя их порядковыми номерами по каждому объекту в отдельности. Наряды выдаются бригадирам (звеньевым, рабочим) только под расписку в реестре.

В случае, если бригадир (звеньевой, рабочий) не согласен с расценками, применяемыми в выданном наряде, он должен приступить к выполнению порученных работ, а о своих возражениях доложить производителю работ для их проверки и уточнения.

Если производитель работ подтверждает правильность выписанного наряда, но не убедил в этом работника, то возражения могут быть переданы в комиссию по трудовым спорам.

При несогласии работника с решением, принятым комиссией по трудовым спорам, он может обратиться с заявлением в народный суд.

После подписания мастером (производителем работ) и бригадиром наряд не может быть изменен без согласия обеих сторон за исключением случаев, когда: в наряде обнаружены нарушения в применении действующих норм и расценок, несоответствия выполняемых нлн выполненных работ проекту или смете; допущены нарушения действующих систем оплаты труда; искажены действительные условия производства работ или другие нарушения, которые могут повлечь неправильность начисления заработной платы рабочим. В этих случаях работники, проверяющие, подписывающие и утверждающие наряды, имеют право и должны вносить в них соответствующие исправления.

При внесении исправлений в наряд как в текстовой части, так и в цифровых данных не допускаются помарки, подчистки и т. п.

Ошибки должны быть исправлены чернилами (пастой) путем зачеркивания неправильного текста или цифр и написания над зачеркнутым нового, т. е. правильного, текста или цифры. Зачеркивание производится одной чертой так, чтобы можно было прочитать зачеркнутое. Все исправления должны быть оговорены на этом же наряде и подтверждены подписями лиц, внесших исправления.

О всех внесенных в наряд исправлениях должны быть поставлены в известность (под расписку) мастер (производитель работ) и бригадир независимо от того, в какой стадии находится работа, обусловленная нарядом, — закончена она или нет, принята или не принята.

Если по какой-либо причине выданный ранее наряд испорчен, то уничтожение его не допускается. Он должен быть возвращен лицу, ведущему пообъектный реестр нарядов.

Об аннулировании наряда в реестре делается соответствующая отметка. Аннулированные наряды вместе с закрытыми нарядами в конце платежного периода передаются в монтажную организацию, где хранятся в установленном руководством месте.

С разрешения производителя работ взамен испорченного наряда выписывают дубликат, о чем делается отметка в пообъектном реестре.

По окончании выполнения работ, предусмотренных нарядом (или за платежный период), мастер (производитель работ) в присутствии бригадира (звеньевого, рабочего) производит приемку выполненных работ как количественную — путем обмера, так и качественную.

Качество строительно-монтажных работ оценивают на основании требований проекта, строительных норм и правил и других нормативных документов.

На основании результатов приемки заполняется вторая часть наряда — «Выполнение».

Обычный наряд выдается, как правило, на объем работ, которые могут быть закончены в течение платежного периода. Если объем работ, обусловленных нарядом, не выполнен к окончанию платежного периода, то наряд закрывают на объем фактически выполненных работ, а на оставшуюся часть объема, если бригада (звено, рабочий) будет продолжать эти работы, выдается новый наряд.

Аккордиый наряд. Аккордный наряд представляет собой наряд-задание на комплекс работ строительно-монтажного процесса или на отдельный вид законченной монтажной работы (например, монтаж

средств измерения и автоматизации со всеми сопутствующими работами, комплекс работ по монтажу щитов в операторском помещении и т. п.).

Заработная плата в аккордном наряде указывается общей суммой, исчисленной по калькуляции затрат труда и заработной платы.

Из аккордного наряда рабочим ясен объем задания и известна общая сумма заработка, что способствует повышению производительности труда и сокращению сроков строительства.

Широкое применение аккордных нарядов значительно сокращает затраты времени работников по труду и линейных ИТР на выписку и проверку нарядов и позволяет им уделять больше внимания вопросам организации труда, подготовке фронта работ, контролю за качеством выполняемых работ и др.

Объем работ и сроки выполнения аккордного наряда-задания устанавливает мастер (производитель работ) исходя из графика производства работ и достигнутого исполнителем уровня выполнения норм выработки.

Выданные аккордные наряды с правом на премию подлежат регистрации в специальном журнале учета аккордных нарядов с правом на премию. Журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен подписью главного инженера монтажного управления.

С целью усиления контроля за выданными аккордными нарядами с правом на премию журнал должен находиться у нормировщика или у работника производственно-технического отдела, занимающегося вопросами организации труда и заработной платы в монтажном управлении.

Работы, вызванные нарушением технологии, исправлением некачественно выполненных работ (брака), доработкой изделий до заводской готовности, и другие работы следует оплачивать по *сигнальным нарядам* – нарядам с цветными диагональными полосами.

Наряды с красной диагональной полосой выписывают на оплату «непроизводительных» работ, а также на переделку некачественно выполненных работ (брака). К наряду на переделку брака должен быть составлен «Акт о браке», в котором указываются причины и конкретные лица, по вине которых возникла необходимость выполнения данных работ.

Наряды с зеленой диагональной полосой выписывают на выполнение дополнительных работ, не предусмотренных проектом, сметой или калькуляцией затрат труда и заработной платы.

Наряды с черной диагональной полосой выписывают на работы, связанные с доводкой и исправлением изделий, получаемых от поставщиков.

Дополнительные затраты, связанные с выполнением необходимых работ, не предусмотренных проектом и сметой, а также с доводкой изделий до заводской готовности, должны быть оформлены соответствующими актами.

Эти акты служат основанием для предъявления претензий заказчикам и заводам-поставщикам.

Работы по сигнальным нарядам могут производиться только после письменного разрешения руководителя монтажной организации.

Выписанный мастером или производителем работ наряд до выдачи его на руки бригадиру (звеньевому, рабочему) передается нормировщику, который обязан проверить:

соответствие сложившихся условий производства и состава работ, описанных в наряде, составу и условиям работ, предусмотренным применяемыми нормой времени и расценкой;

правильность применения коэффициентов и их обоснованность;

соответствие заданных объемов работ объемам, указанным в рабочих чертежах и сметах;

обоснованность количества необъемных (вспомогательных, транспортных, хозяйственных) работ;

правильность отражения объемов работ, подлежащих выполнению механизмами, не допуская оплаты за их выполнение вручную;

правильность установления срока выполнения аккордного задания и начисления премии за сокращение нормативного времени.

При отсутствии в монтажных организациях нормировщика его функции возлагают на мастера или прораба, выдавшего наряд. После выполнения и приемки работ оформленные мастером наряды вместе с реестром передают нормировщику, который в ходе проверки нарядов должен особое внимание обращать на соответствие объемов фактически выполненных работ указанным в наряде, а также на правильность и достоверность учета фактически затраченного времени для определения процента сокращения нормативного времени для начисления премии.

В случае неправильного оформления нарядов и реестров нормировщик обязан воз-

вратить их для внесения соответствующих поправок. После проверки закрытых нарядов нормировщик производит исчисление суммы заработной платы в соответствии с объемами выполненных работ и определяет процент выполнения норм выработки, на аккордных нарядах с правом на премию подсчитывает процент сокращения нормативного времени и сумму премиальных доплат. После этого нормировщик составляет реестр по участку в целом и вместе с нарядами и реестрами по объектам передает его начальнику участка (старшему производителю работ).

Начальник участка (старший производитель работ), проверяя наряды, сопоставляет плановый фонд заработной платы в перерасчете за выполненный объем работ с фактически израсходованным, после чего утверждает наряды и подписывает участковый реестр выдачи нарядов. Затем передает его вместе с нарядами в производственно-технический отдел (ПТО). Работники ПТО сопоставляют объемы работ, представленные к оплате по нарядам, с объемами работ, подтвержденными заказчиком. Результаты проверки заносят в специальный журнал, а также в участковый реестр выданных нарядов, который подписывают начальник ПТО и проверяющие работники.

При расхождении в объемах работ начальник ПТО выясняет причины и принимает соответствующие меры.

После проверки наряды и реестры передают в плановый отдел для определения состояния расходования фонда заработной платы как в разрезе объекта, так и по участку в целом.

Начальник планового отдела проставляет на участковом реестре результаты расходования фонда заработной платы: плановый фонд в пересчете за выполненный объем работ, фактический фонд, экономию или перерасход, после чего визирует реестр.

В целях усиления контроля за расходованием фонда заработной платы установлен порядок, согласно которому проверенные и утвержденные начальником участка (старшим производителем работ) наряды и реестры к ним представляются лично начальником участка главному инженеру строительной организации (или другому уполномоченному лицу).

Главный инженер монтажной организации, анализируя наряды и реестры к ним, обращает внимание на их содержание, полноту и правильность их заполнения, правильность расходования фонда заработной платы, а также на замечания, сделанные работниками, производившими до него проверку документов.

После проведенного анализа главный инженер (уполномоченное лицо) визирует наряды к оплате и направляет их вместе с реестрами в бухгалтерию.

Для анализа состояния организации труда и рационального использования фонда заработной платы старший инженер (инженер) ПТО, занимающийся вопросами организации труда и заработной платы, составляет сводный реестр закрытых нарядов в целом по монтажной организации. Данные реестра обеспечивают низовой учет затрат труда и заработной платы, позволяют активно изучить уровень и динамику выполнения норм времени, состояние внедрения прогрессивных систем оплаты труда, определить натуральную выработку. На основании проводимого анализа разрабатывают мероприятия, направленные на устранение перерасхода фонда заработной платы.

Единые нормы и расценки, действующие в строительстве. Для рабочих-сдельщиков, занятых в строительстве, установлены «Единые нормы времени и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» (ЕНиР), которые утверждены Госстроем СССР и Госкомтрудом по согласованию с ВЦСПС. Сборники ЕНиР являются обязательными для применения во всех организациях и на предприятиях, ведущих строительно-монтажные (ремонтно-строительные) работы, независимо от их ведомственной подчиненности.

В сборниках ЕНиР приведены нормы времени и расценки на основные часто встречающиеся виды строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ. На строительно-монтажные и ремонтно-строительные работы, не охваченные ЕНиР, но выполняемые отдельными министерствами и ведомствами, могут разрабатываться ведомственные нормы времени и расценки (ВНиР). Они утверждаются руководителем министерства или ведомства по согласованию с соответствующим комитетом профсоюза и обязательны только для строительных организаций (предприятий), находящихся в системе данного министерства нлн ведомства. На стройках других министерств и ведомств ВНиР могут быть распространены для обязательного их применения приказом руководителя строительства по согласованию с соответствующим центральным или республиканским комитетом профсоюза.

На работы, не охваченные сборниками ЕНиР, а также в случае применения на стройках более совершенной технологии или

организации производства, новых, более эффективных материалов и конструкций, более производительных машин или оборудования, чем это предусмотрено ЕНиР, должны составляться местные технические обоснованные нормы времени и расценки, разрабатываемые непосредственно на стройках.

Местные нормы времени и расценки вводятся в действие распоряжением начальника строительно-монтажной (ремонтно-строительной) организации или руководителя предприятия, осуществляющего строительство хозяйственным способом, по согласованию с комитетом профсоюза и являются обязательными для той организации, руководителем которой они утверждены.

Использование местных норм другими организациями возможно после их утверждения и согласования в установленном порядке.

Тарификация работ в сборниках ЕНиР произведена в соответствии с «Тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах» (ТКС), ч. I, II и III.

Виды работ, не предусмотренные ТКС, тарифицируются по соответствующим разделам ЕТКС.

При выполнении работ рабочими не тех разрядов, которые указаны в ЕНиР, изменять утвержденные нормы времени и расценки нельзя.

Единые нормы и расценки, за исключением особо оговоренных случаев, разработаны с учетом затрат времени на подготовительно-заключительные работы (ПЗР), т. е. на подготовку рабочего места в начале смены и приведение его в порядок в конце смены, на получение материалов из приобъектных кладовых, на получение и подноску к месту работы инструмента и мелких приспособлений со сдачей их после окончания работ в конце смены, на переходы рабочих в пределах одного объекта, связанные с переменой рабочих мест, на заправку и точку инструментов в процессе работы, на содержание в порядке приспособлений и машин, включая крепежный ремонт, на получение заданий и сдачу выполненных работ мастеру или производителю работ.

В связи с тем что время на ПЗР, а также на перемещение материалов, приспособлений и инструмента на расстояния, указанные во вводных технических частях сборников ЕНиР или в текстах параграфов, учтено в нормах, эта работа дополнительно не оплачивается. Кроме того, нормами и расценками учтено время периодического отдыха, необходимого для нормальной работы в течение смены.

В каждом параграфе ЕНиР приводятся следующие данные:

номер параграфа, состоящий из двух или трех цифр;

наименование работ;

краткая характеристнка машин (если производственный процесс выполняется с помощью машин);

краткие указания по пронзводству работ для отдельных сложных строительных процессов или новых видов работ;

состав работ, где перечисляются основные операции, предусмотренные нормами;

состав звена рабочих по профессиям и квалификации, рассчитанный по ЕТКС для выполнения данных работ;

нормы времени ($H_{вр}$) и расценки ($Расц$), которые даны в таблицах в виде дробей; в числителе – $H_{вр}$, в знаменателе – $Расц$ или раздельно в двух смежных графах; в первой – $H_{вр}$, во второй – $Расц$.

Нормы времени на объем продукции (принятый в параграфе измеритель) указываются в человеко-часах, расценки – в рублях и копейках на тот же объем (измеритель).

Коэффициент трудового участия. ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР разработал и согласовал с Госкомтрудом СССР и ВЦСПС «Методические рекомендации по применению коэффициента трудового участия в строительстве», цель которых – обеспечить более тесную зависимость размера заработной платы каждого работника от количества и качества его труда в общих результатах работы бригады.

Коэффициент трудового участия (КТУ) представляет собой обобщенную количественную оценку реального вклада каждого члена бригады в общие результаты работы в зависимости от индивидуальной производительности труда и качества работы с учетом фактического совмещения профессий, выполнения более сложных работ, увеличения зон обслуживання и подмены отсутствующего рабочего, помощи в работе другим членам бригады, соблюдения трудовой и производственной дисциплины.

Применять КТУ при определении размеров премии и сдельного приработка можно только с согласия всех членов бригады. Согласие бригады оформляется протоколом, на основе которого издается приказ по организации.

Решение по установлению члену бригады определенного КТУ принимается на заседании совета (собрания) бригады большинст-

вом голосов путем открытого голосования. Мастер (производитель работ) должен в обязательном порядке участвовать в заседаниях совета (собрания) бригады и содействовать объективному определению КТУ. Присвоенный каждому рабочему КТУ действителен только на тот месяц, по результатам работы которого он установлен. В качестве базового значения КТУ рекомендуется принимать единицу.

Система оплаты труда. Под системами оплаты труда понимается совокупность правил, на основании которых исчисляют размеры вознаграждения, подлежащего выплате рабочим и служащим, в соответствии с произведенными ими затратами труда, а в ряде случаев и с его результатами.

Основное назначение систем оплаты труда – установить правильное соотношение между мерой труда и мерой его оплаты.

Статья 38 «Основ законодательства СССР и союзных республик о труде» предусматривает две основные системы заработной платы рабочих и служащих, соответствующие двум основным применяемым на практике формам учета затрат труда:

повременную систему, при которой размер получаемой заработной платы определяется в зависимости от продолжительности отработанного времени и квалификации работника;

сдельную систему, при которой размер заработной платы определяется в зависимости от фактической выработки продукции надлежащего качества.

Кроме основных систем оплаты труда широкое развитие получили дополнительные премиальные системы заработной платы. Эти системы применяют не самостоятельно, а в сочетании с одной из основных систем в виде аккордно-премиальной и повременно-премиальной оплат труда. При премиальной системе оплаты труда работник сверх основного сдельного или повременного заработка получает дополнительное поощрительное вознаграждение за достижение заранее определенных показателей.

Право установления той или иной системы оплаты труда предоставлено администрации предприятия по согласованию с комитетом профсоюза.

Выбор системы оплаты труда зависит от особенностей технологического процесса, форм организации труда; требований, предъявляемых к качеству продукции или выполняемой работы.

В строительстве монтажные работы оплачиваются по утвержденным сдельным расценкам, а на работах, связанных с обслуживанием машин и механизмов, и на работах, где невозможно установить нормы выработки, применяют повременную систему оплаты труда.

Сдельная оплата труда. Сдельной называют такую оплату труда, при которой работник получает заработную плату в зависимости от количества выполненной работы по установленным сдельным расценкам за единицу доброкачественной продукции, выраженной в натуральных показателях (штуках, килограммах, метрах и т. д.). При введении сдельной оплаты необходимо: иметь в наличии технически обоснованные нормы (расценки) правильной тарификации работ; вести строгий учет выработок; установить надлежащий контроль за качеством выполняемых работ; соблюдать правильную организацию труда и пронзводства, исключающую возможность потерь рабочего времени.

Сдельная оплата труда полностью соответствует социалистическому принципу оплаты по количеству и качеству, способствует повышению производнтельности труда, так как заработок рабочего находится в прямой зависимости от количества выработанной продукции.

Индивидуальная сдельная оплата. Представляет собой оплату труда рабочего, выполняющего производственное задание индивидуально. Такому рабочему выдается отдельный наряд (задание), в котором обусловлены норма времени и расценка на единицу измерения продукции. При этой системе заработок рабочего непосредственно зависит от его индивидуальных способностей в достнжении высокой производительности труда.

Индивидуальная сдельная оплата наиболее доступна пониманию рабочего, исключает уравниловку в оплате труда рабочих различной квалификации и разных индивидуальных способностей, обеспечивает личную материальную заинтересованность в достижении высоких результатов труда.

Индивидуальная сдельная оплата труда рабочих в строительстве применяется редко, так как выполнение преобладающего большинства строительно-монтажных процессов требует усилий группы рабочих.

Коллективная (бригадная) сдельная оплата. При коллективной сдельной системе заработная плата рабочих поставлена в зависимость от коллективной выработки, так как заработок начисляется по общему коллективному наряду, выданному, как правило, на комплекс работ. Заработная плата каждого члена бригады (звена) зависит

от результатов труда всего коллектива и не является прямым отражением производительности труда каждого из них.

Коллективная (бригадная) сдельная система оплаты труда имеет ряд преимуществ, которые материально заинтересовывают всех рабочих бригады в увеличении выработки продукции и сокращенни непронзводительных затрат рабочего времени, воспитывают чувство коллективной ответственности за порученную работу, способствуют развитию товарищеской взаимопомощи и коммунистического отношения к труду, внедрению опыта передовиков и новаторов производства, овладению смежными профессиями для взаимозаменяемости рабочих в бригаде.

Недостатком коллективной сдельной системы оплаты труда является то, что заработная плата рабочих не отражает действительных затрат труда каждого члена бригады (его индивидуальную выработку), так как заработок по наряду распределяется среди членов бригады в зависимости от присвоенного квалификационного разряда и фактически отработанного времени каждого члена бригады независимо от количества затраченного им труда.

Сдельная система предусматривает оплату труда рабочих за изготовление продукции, соответствующей СНиП или техническим условиям.

Аккордная система оплаты труда. Введена для усиления материальной заинтересованностн рабочнх-сдельщнков, которые выполняют строительно-монтажные работы с повышенной производительностью труда и обеспечнвают при этом требуемое качество работ.

Для перевода рабочих на аккордную систему оплаты труда руководителями и инженерно-техническими работниками строительно-монтажных организаций должны быть осуществлены следующие мероприятия: произведены тщательная инженерная подготовка производства и материально-техническое обеспечение рабочих мест в соответствии с графнком работ и календарными срокамн их завершения; осуществлен контроль качества работ и выполнения аккордного задания в полном объеме; обеспечен надлежащий учет объемов выполненных работ и фактическн затраченного времени; рабочие должны быть ознакомлены с основными положениями аккордной оплаты труда.

Аккордные наряды выдаются бригадам (звеньям, рабочим) на основе калькуляций затрат труда и заработной платы, утвержденных руководителем строительно-монтажной организации.

Калькуляции составляют, как правило, по укрупненным нормам и расценкам, разрабатываемым ЦБНТС при ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР и нормативно-исследовательскими организацнями министерств и ведомств с учетом прогрессивной технологии монтажного производства, максимальной механизации работ, научной организации труда и передового опыта. В исключительных случаях для составления калькуляций могут использоваться единые, ведомственные и местные нормы и расценки.

Аккордные задания выдаются бригадам (звеньям, рабочим) на объем работ в целом по объему, очереди, этапу, части, технологическому комплексу или виду работ. В календарном периоде выполнения аккордного задания выдача других (в том числе дополнительных) нарядов-заданий бригаде (звену, рабочему), как правнло, не допускается.

В тех случаях, когда платежный период наступает раньше срока окончания всех работ, предусмотренных аккордным нарядом, промежуточный расчет по заработной плате производится по проценту готовности работ за данный платежный период к общему объему работ, предусмотренному нарядом.

Процент готовности определяется путем отношения объема выполненных работ (установленного подсчетом или замером) и заданному объему по наряду.

На основании исчисленного процента готовности работ бригаде (рабочему) выписывается соответствующая сумма заработной платы исходя из общей суммы заработной платы по калькуляции для данного аккордного наряда.

Повреме́нная система оплаты труда. Повреме́нной называют такую систему оплаты труда, прн которой заработная плата рабочему или служащему определяется его квалификацией и количеством отработанного времени. Повреме́нная оплата труда прн монтаже средств измерения и автоматизации применяется относительно редко — только в следующих случаях: когда невозможно пронормировать труд из-за отсутствия единиц готовой продукции, вырабатываемой рабочим (труд дежурного персонала, инструментальщика и др.); когда выполняемые работы не поддаются обоснованному учету (пусконаладочные работы, комплексное опробование смонтированных установок и т. п.) или необходима особая степень точности, повышенных требований к качеству и долговечности изделия; когда осваивается новая технология и т. п.

При введении повременной оплаты труда необходимо вводить строгий учет факти-

чески отработанного каждым работником временн; устанавливать квалификацию работника в строгом соответствии с ЕТКС; применять обоснованные нормы численности и нормы обслуживания.

В зависимости от характера выполняемых работ и условий организации производства и труда применяют простую повременную или повременно-премиальную систему повременной оплаты труда.

В зависимости от выполняемых работ и конкретных организационно-технических условий заработную плату при простой повременной системе оплаты труда по способу нсчнслення подразделяют на почасовую, поденную, помесячную.

Размер заработка рабочего-повременщика, занятого на монтажных работах, исчисляется умножением часовой тарифной ставки присвоенного ему разряда на фактически отработанное (по табелю) время в часах.

Госстроем СССР и ВЦСПС установлен порядок определения численности рабочих в бригаде путем деления фактически отработанных бригадой человеко-дней в расчетном месяце на число рабочих дней в данном месяце. Дни болезни, отпуска и отсутствия членов бригады на работе по другим уважительным причинам прибавляют к количеству фактически отработанных человеко-дней, кроме случаев, когда заранее известно, что член бригады будет отсутствовать по этим причинам более месяца.

Время отсутствия членов бригады на рабочем месте по неуважительным причинам не включается в число фактически отработанных бригадой дней. Время бригадира учитывается в общем числе фактически отработанного времени.

Доплата за руководство бригадой производнтся за счет фонда заработной платы монтажной организации независимо от состояния его расходования.

Система премирования. Правильная организация заработной платы рабочих в строительстве предусматривает применение системы оплаты труда в виде премирования.

Системы премирования рассчитаны на материальное стимулирование за определенные показатели и могут применяться одновременно, т. е. при выполнении требованнй, обусловленных положением о премировании, рабочий может премироваться одновременно по нескольким положениям.

Аккордная с правом на премию и повременно-премиальная системы оплаты труда рабочих. Аккордной с правом на премию называют такую систему оплаты труда рабочих, когда при выполнении аккордного задания в срок или досрочно с соблюдением требований по качеству работ бригаде (звену, рабочему) может устанавливаться премнрование за сокращение нормативного времени.

Календарный срок выполнения аккордного задания устанавливается производителем работ (мастером) исходя из графика производства работ (календарного, сетевого) и возможного сокращения нормативного времени бригадой (звеном, рабочим). Календарный срок выполнения аккордного задания не подлежит продлению, за исключением случаев, когда в связн с необходимостью соблюдения действующих правил производства работ на открытом воздухе нмели место целосменные перерывы в работе по погодно-климатическим условиям.

При плановой продолжительности выполнения аккордного задания свыше одного месяца указанная премия прн условии соблюдения графика производства работ может выплачиваться ежемесячно в виде аванса, но не более 50% установленного размера по аккордному заданию.

Конкретный размер премии в указанных пределах устанавливается руководнтелем строительно-монтажных организаций по согласованию с комитетом профсоюза с учетом напряженности задания, сложности подлежащих выполнению работ и других факторов.

За возможное сокращение нормативного времени принимают достигнутый уровень выполнения норм выработки данной бригадой за последние 2–3 мес.

При невыполнении аккордного задания к установленному сроку, даже при наличии сокращения нормативного времени, оплата выполнения работ пронзводнтся по сдельным расценкам без начисления премии.

Окончательный расчет по аккордному наряду, включая начисление по сокращению нормативного времени, производится только после выполнения всех работ по данному наряду. Невыполнение отдельных работ, предусмотренных аккордным заданием, не может быть компенсировано выполнением других работ, поручаемых бригаде в период выполнения аккордного задания.

Сокращение нормативного времени (%)

$$C = (H - Ф) \cdot 100/H,$$

где H – нормативное время на выполненный объем работ, чел·ч; $Ф$ – фактически отработанное время, чел·ч.

При определении величины сокращения нормативного времени по аккордному заданию для начисления бригаде (звену, рабо-

чему) премии фактически затраченным считается все сменное время по графику производства работ, учитывая сверхсрочные и работу в выходные дни, разрешенных в установленном порядке, за вычетом времени очередного и дополнительного отпусков (в том числе учебных), отпуска по беременности и родам, отпуска без содержания, командировок, временной нетрудоспособности, целосменных простоев не по вине бригады (звена, рабочего), дополнительных перерывов в работе, предоставляемых в счет рабочего времени в соответствии с трудовым законодательством. Прогулы подлежат включению в фактически затраченное время.

Количество выполняемых работ должно соответствовать требованиям проекта, строительным нормам и другим нормативным документам.

Допущенные бригадой (звеном, рабочим) нарушения требований, предъявляемых к качеству выполненных работ, должны быть устранены ей же в пределах календарного срока, установленного для выполнения аккордного задания, без дополнительной оплаты.

Распределение премии в бригаде (звене) производится согласно присвоенным рабочим разрядам и отработанному времени. Допускается распределение премии с учетом индивидуального вклада каждого рабочего в коллективные результаты труда в порядке, установленном руководителем строительно-монтажной организации (предприятия) и комитетом профсоюза по согласованию с бригадой.

Премии рабочим-сдельщикам начисляются на сдельный заработок по основным сдельным расценкам и на доплаты за работу в ночное время. За работу в праздничные дни и в сверхурочное время премии начисляются на заработок по олинарным сдельным расценкам.

Выплата премий рабочим производится организацией, в списочном составе которой числятся данные рабочие, а рабочим, командированным для производства монтажных и наладочных работ – организацией, в выполнение плана которой засчитываются эти работы.

Повременно-премиальная система оплаты труда предусматривает кроме выплат основной заработной платы, исчисленной по установленным часовым тарифным ставкам, выплату премии за своевременное и качественное выполнение заданий в размерах, утвержденных строительно-монтажной организацией по согласованию с местным комитетом профсоюза.

Премии рабочим-повременщикам начисляются по месячным результатам работы за фактически отработанное время и выплачиваются при выдаче заработной платы за истекший месяц.

Аккордно-премиальная и повременно-премиальная системы оплаты труда рабочих вводятся приказом по строительно-монтажной организации по согласованию с местным комитетом профсоюза.

В приказе учитываются объекты и виды работ, на которые вводятся эти системы оплаты труда, сроки их применения и конкретные размеры премий, а также показатели и условия премирования. Кроме того, этим же приказом обусловливается перечень упущений, за которые рабочие могут лишаться премии полностью или частично.

Лишение илн снижение размера премии оформляется приказом (распоряжением) с указанием прнчин и может производиться только за тот расчетный период, в котором было совершено упущение в работе.

При введенин премиальных систем оплаты труда должен быть обеспечен учет установленных показателей и условий премирования.

Премии рабочим-сдельщикам начисляются на сдельный заработок, исчисленный по действующим нормам времени и расценкам, а рабочим-повременщикам – на заработок по тарифным ставкам за фактически отработанное время.

1.4. СДАЧА И ПРИЕМКА ЗАКОНЧЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Субподрядчик обязан сдать, а генподрядчик принять законченные комплексы монтажных и специальных строительных работ, осуществленные в соответствии с проектно-сметной документацией, строительными нормами и техническими условиями.

Сдача субподрядчиком работ генподрядчику производится после выполнения всего комплекса монтажных и специальных строительных работ, порученного ему по договору.

Субподрядчик, которому устанавливается задание по вводу в действие производственных мощностей и объектов, совместно с генподрядчиком обязан предъявить рабочей комиссии законченные строительством предприятия, пусковые комплексы, очереди, здания, сооружения, осуществленные в соответствии с проектно-сметной документа-

Таблица 1.1. **Производственная документация, оформляемая при монтаже средств измерения и автоматизации**

Наименование	Содержание документа	Примечание
Акт передачи рабочей документации для производства работ	Комплектность документов в соответствии со СНиП 1.02.01–85, ВСН281–75 и стандартами системы проектной документации для строительства; пригодность к проведению монтажных работ с применением комплектно-блочного и узлового методов производства работ; наличие разрешения к производству работ; дата приемки документации, подписи представителя заказчика, генподрядчика и монтажной организации	
Акт готовности объекта к производству работ по монтажу систем автоматизации	Содержание устанавливается ВСН в соответствии со СНиП 3.01.01–85	В акте следует особо отметить правильность установки закладных конструкций и первичных приборов на технологическом оборудовании, аппаратах и трубопроводах в соответствии со СНиП 3.05.07–85 п. 2.12
Акт перерыва монтажных работ	Форма произвольная	
Акт освидетельствования скрытых работ	По форме акта освидетельствования скрытых работ СНиП 3.01.01–85	
Акт испытания трубных проводок на прочность и плотность	Содержание устанавливается ВСН	
Акт пневматических испытаний трубных проводок на плотность с определением падения давления за время испытаний	То же	Составляется на трубные проводки, заполняемые горючими, токсичными и сжиженными газами (кроме газопроводов с давлением до 0,1 МПа); на трубные проводки, заполняемые кислородом; на трубные проводки на давление свыше 10 МПа и на абсолютное давление от 0,001 до 0,095 МПа
Акт на обезжиривание арматуры, соединителей и труб	Содержание устанавливается ВСН	Составляется на трубные проводки, заполняемые кислородом
Документы на трубные проводки давлением свыше 10 МПа	То же	Составляется на трубные проводки давлением свыше 10 МПа
Журнал сварочных работ	» »	Составляется для трубных проводок I и II категорий и на давление свыше 10 МПа
Протокол измерения сопротивления изоляции	» »	

Продолжение табл. 1.1

Наименование	Содержание документа	Примечание
Протокол прогрева кабелей на барабанах	» »	Составляется только при прокладке при низких температурах
Документы по электропроводкам во взрывоопасных зонах	Виды документов устанавливаются ВСН	Составляются только для взрывоопасных зон
Документы по электропроводкам в пожароопасных зонах	То же	Составляются только для пожароопасных зон
Акт предмонтажной проверки приборов и средств автоматизации	Форма произвольная	
Разрешение на монтаж приборов и средств автоматизации	Содержание устанавливается ВСН	
Ведомость смонтированных приборов и средств автоматизации	Форма произвольная	
Акт о приемке оборудования после индивидуального испытания	По форме акта СНиП III—3—81, приложение 1	
Разрешение на внесение изменений в рабочую документацию	Форма по ГОСТ 21201—78	
Акт приемки в эксплуатацию систем автоматизации	По форме акта СНиП 3.05.07—85, приложение 1	Оформляется при сдаче в эксплуатацию по отдельно налаженным системам
Акт о приемке оборудования после комплексного опробования	По форме акта СНиП III—3—81, приложение 2	

цией, строительными нормами и правилами и техническими условиями.

Дополнительные работы, не предусмотренные проектом (рабочим проектом) и рабочей документацией, необходимость выполнения которых установлена по принятым в эксплуатацию государственной приемочной комиссией (или в установленных случаях рабочей комиссией) предприятиям, очередям, пусковым комплексам, зданиям, сооружениям, подготовленным к выпуску продукции и оказанию услуг, не могут служить основанием для задержки расчетов с субподрядчиком.

Генподрядчик обязан в согласованный с субподрядчиком срок передать ему проектно-сметную документацию на дополнительные работы и обеспечить их финансирование. На выполнение указанных работ заключается дополнительное соглашение.

Все затраты субподрядчика, связанные с необходимостью выполнения указанных дополнительных работ, возмещаются по отдельной дополнительной смете, составленной по рабочим чертежам и утвержденной в установленном порядке.

Ответственность за сохранность законченных комплексов монтажных и специальных строительных работ после приемки их генподрядчиком несет генподрядчик.

Устранение отмеченных в актах рабочей комиссией недоделок в монтажных и специальных строительных работах в сроки, установленные этими актами, является обязанностью субподрядчика, производившего монтажные и специальные строительные работы.

Субподрядчик обязан письменно не позднее чем за 10 дней уведомить генподрядчика о предстоящей сдаче законченного монтажом оборудования, систем, конструкций и подготовить следующие документы:

перечень и краткую техническую характеристику подлежащих к сдаче работ;

ведомость допущенных отклонений от проектов и рабочих чертежей и обоснование этих отклонений;

рабочие чертежи с внесенными изменениями, допущенными в процессе работ;

акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приемки ответственных конструкций;

акты индивидуальных испытаний;

журнал производства специальных работ.

Расчеты между генподрядчиком и субподрядчиком за законченные комплексы монтажных и специальных строительных работ производятся в соответствии с «Правилами финансирования и кредитования строительства».

Завершение работ по монтажу средств измерения и автоматизации оформляется актом рабочей комиссии по приемке смонтированного оборудования.

К приемке рабочей комиссией предъявляются системы автоматизации, смонтированные в объеме, предусмотренном рабочей документацией, и прошедшие индивидуальные испытания в соответствии со СНиП 3.05.07–85.

К акту приемки оборудования прилагается производственная документация, оформляемая на протяжении всего периода производства монтажных работ (табл. 1.1).

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

При индивидуальном испытании должны быть выполнены следующие работы:

проверка на соответствие смонтированных систем автоматизации рабочей документации и требованиями СНиП 3.05.07–85;

испытание трубных проводок на прочность и плотность;

проверка сопротивления изоляции электропроводок.

Испытание трубных проводок на прочность и плотность, а также проверку сопротивления изоляции электропроводок осуществляют в соответствии с разд. 3 СНиП 3.05.07–85.

По окоичании работ по индивидуальному испытанию оформляется акт о приемке оборудования после индивидуального испытания, к которому прилагается производственная документация. Перечень производственной документации представлен ниже.

Допускается передача монтажных работ под наладку отдельными системами или отдельными частями комплекса (например, диспетчерских и операторских и т. п.). Сдача оформляется актом о приемке оборудования после индивидуального испытания. Перечень производственной документации, оформленной при сдаче работ, представлен в табл. 1.1.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

2.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Монтаж приборов и средств автоматизации производится на основании технической документации, разрабатываемой проектными организациями, и проектов производства работ (ППР), которые, как правило, выполняются подразделениями подготовки производства работ монтажных организаций.

Основным документом, регламентирующим состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений отраслей народного хозяйства, является Инструкция СНиП 1.02.01–85 Госстроя СССР.

В соответствии с Инструкцией СНиП 1.02.01–85 проектирование предприятий и сооружений осуществляется:

в одну стадию – рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости – для предприятий, зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым проектам, а также для технически несложных объектов;

в две стадии – проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочая документация со сметами – для других объектов строительства, в том числе крупных и сложных.

Стадийность разработки проектно-сметной документации устанавливается заказчиком в задании на проектирование предприятия, здания и сооружения.

Состав, объем и содержание проектов автоматизации определяются «Временными

указаниями по проектированию систем автоматизации технологических процессов» ВСН 281 – 75/Минприбор.

При этом следует учитывать, что в части стадий проектирования необходимо руководствоваться Инструкцией СНиП 1.02.01 – 85.

В настоящее время взамен ВСН 281 – 75/Минприбор разрабатываются государственные стандарты системы проектной документации для строительства (СПДС). Система проектной документации для строительства является унифицированной системой правил выполнения проектной документации, дополняющей государственные стандарты «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД) с учетом специфики проектной документации для строительства.

2.2. СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

При двухстадийном проектировании разрабатываются проект и рабочая документация.

В состав проекта входят:

1) структурная схема управления и контроля;

2) структурная схема комплекса технических средств (КТС);

3) схемы автоматизации (функциональные) технологических процессов (для объектов с несложным технологическим оборудованием и простыми системами автоматизации вместо функциональных схем автоматизации могут составляться перечни систем контроля, регулирования, управления и сигнализации);

4) планы расположения щитов, пультов и т. п.;

5) заявочные ведомости (приборов и средств автоматизации, электроаппаратуры, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов, нестандартизованного оборудования);

6) тематические карточки на разработку новых средств автоматизации (по ГОСТ 16084 – 75);

7) технические требования на разработку иестандартизованного оборудования;

8) смета на приобретение и монтаж техиических средств систем автоматизации;

9) пояснительная записка;

10) задания генпроектировщику на разработки, связаниые с обеспечением систем автоматизации электроэнергией, сжатым воздухом, теплоносителями, хладагентами и т. п., проектированием помещений для установки оборудования систем автоматизации, кабельных сооружений, проемов и закладных устройств в строительных конструкциях, обеспечением производственной связи в системах управления, размещением и установкой на технологическом оборудовании и трубопроводах закладных устройств, первичных приборов, регулирующих и запорных органов, устройств и систем пожаротушения и т. п.

В состав рабочей документации входят следующие проектные материалы:

1) структурная схема управления и контроля;

2) структурная схема комплекса технических средств (КТС);

3) функциональные схемы автоматизации технологических процессов;

4) принципиальные электрические, пневматические и гидравлические схемы контроля, автоматического регулирования, управления, сигнализации и питания;

5) общие виды щитов и пультов;

6) монтажные схемы щитов и пультов;

7) схемы внешних электрических и трубных проводок;

8) планы расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок;

9) нетиповые чертежи установки средств автоматизации;

10) общие виды нестандартизованного оборудования;

11) пояснительная записка;

12) расчеты регулирующих дроссельных органов;

13) заказные спецификации приборов и средств автоматизации электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, кабелей и проводов, основных монтажных материалов и изделий, нестандартизованного оборудования.

При одностадийном проектировании в состав рабочего проекта включают материалы, разрабатываемые на стадии рабочей документации, и дополнительно смету на прнобретение оборудования и монтаж.

2.3. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОЕКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Автоматические системы управления технологическими процессами в сложных объектах являются составной частью автоматизированного технологического комплекса. *Автоматизированный технологический комплекс* – это совокупность автоматизиро-

ванной системы управления технологическими процессами и технологического объекта управления (ТОУ).

Технологический объект управления – это совокупность технологического оборудоваиия и реализоваиного на нем по соответствующим инструкциям или регламентам технологического процесса производства.

Автоматизированная система управления технологическим процессом – человекомашинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с прииятым критерием [16].

Как составная разветвлениая часть автоматизированной системы управления автоматическая система управления по уровню, занимаемому в структуре управлеиия производством, классифицируется на АСУ ТП нижнего уровня, верхнего уровня и многоуровневые.

В АСУ ТП нижнего уровия объектами управления являются отдельные технологические агрегаты, установки, участки (рис. 2.1).

В АСУ ТП верхнего уровня управление осуществляется группами установок, цехами, производствами, в которых отдельные агрегаты, установки имеют свои локальные системы управления, но не входят в АСУ ТП нижнего уровня.

Миогоуровневую АСУ ТП образуют системы нижнего и верхних уровней. В многоуровневых системах реализуется согласованное управление отдельными технологическими установками и их совокупностью (цехом, производством). Пример структуры многоуровневой АСУ ТП дан на рис. 2.2.

Принятые при разработке проекта автоматизации принципы организации оперативного управления технологическим объектом приводятся в структурных схемах управления и контроля. Структурные схемы управления и контроля разрабатываются в соответствии с руководящим техническим материалом «АСУ ТП. Структурные схемы управления и контроля. Методика оформления» РТМ25.240–76/Минприбора. Этот материал отвечает требованиям «Инструкции о составе, порядке разработки, согласования, утверждеиия проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП 1.02.01–85, «Временным указаниям по проектированию систем автоматизации технологических процессов» ВСН 281–75/Минприбор и «Общеотраслевым руководящим и методическим материалам по созданию АСУ ТП в отраслях промышленности» ОРММ–1 АСУ ТП.

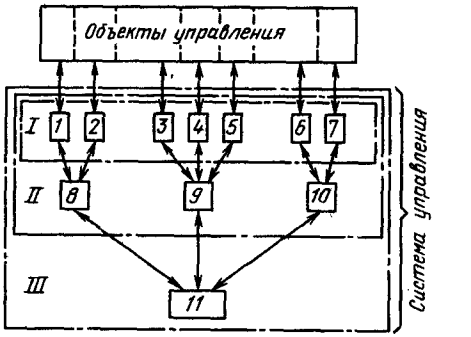


Рис. 2.2. Пример многоуровневой системы управления:
I, II, III – уровни управления

На структурной схеме в общем виде отражаются основные решения проекта по функциональной, организационной и техническим структурам АСУ ТП с соблюдением иерархии системы и взаимосвязей между пунктами контроля и управления, оперативным персоналом и техническим объектом управления, в том числе:

а) технологические подразделения автоматизируемого объекта (отделеиия, участки, цехи, производства);

б) пункты контроля и управления (местиые пункты, операторские и диспетчерские пункты и т. д.), в том числе не входящие в состав разрабатываемого проекта, ио имеющие связь с проектируемыми системами контроля и управлеиия;

в) технологический (эксплуатациониый) персонал и специализированные службы, обеспечивающие оперативное управление и нормальное функционирование технологического объекта;

г) основные функции и технические средства (устройства), обеспечивающие их реали-

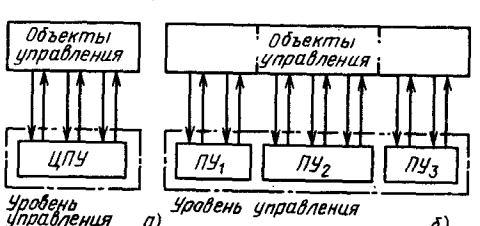


Рис. 2.1. Примеры структур АСУ ТП нижнего уровня:
а – с одним (центральным) пунктом управления (ЦПУ); *б* – с иескольким пунктами управления $ПУ_1 - ПУ_3$

зацию в каждом пункте контроля и управления;

д) взаимосвязь подразделений технологического объекта, пунктов контроля и управления и технологического персонала между собой и с вышестоящей системой управления (АСУ).

Элементы структурной схемы изображаются, как правило, в виде прямоугольников. Для отдельных функциональных служб – отделов главного энергетика (ОГЭ), главного механика (ОГМ), технического контроля (ОТК) и т. п. – и должностных лиц (директор, главный инженер, начальник цеха, смены, мастер и т. п.) допускаются изображения на структурной схеме в виде окружностей.

Внутри прямоугольников, изображающих участки и подразделения автоматизируемого объекта, раскрывается их производственная структура. При этом выделяются цеха, участки, технологические лиии либо группы агрегатов для выполнения законченного этапа технологического процесса, которые являются существенными для раскрытия в документах проекта взаимосвязей между управляемой (технологический объект управления) и управляющей системами.

Внутри прямоугольников, изображающих пункты контроля и управления, указываются:

а) наименоваиие пунктов (например, диспетчерский пункт сернокислотного производства, операторный пуикт контактно-компрессорного отделения и т. д.);

б) технологический персонал, ответственный за принятие решений (сменный диспетчер, оператор и т. д.), а также персонал, управляющий технологическим процессом с местных пунктов и постов (аппаратчик, дробильщик и т. д.);

в) наименование основных устройств (КТС), установленных в данном пункте (например, пункт контроля, пульт управления, мнемосхема, управляющий вычислительный комплекс, средства связи и т. д.);

г) основные фуикциональные группы устройств КТС;

д) основные функции системы, реализуемые технологическим персоналом и комплексом технических средств на данном иерархическом уровне управления.

На рис. 2.3 приведеи фрагмент структурной схемы управления и контроля, разработанной в соответствии с РТМ 25.240–76. На структурной схеме технические и функциональные группы устройств КТС указываются условными буквенными обозначениями (например, *Д* – датчики, *С* – сигнализаторы, *Р* – регуляторы и т. д.). Функции системы обозначаются цифрами 1–3 и т. д. Расшифровка обозначений дается в виде таблиц на чертеже структурной схемы (табл. 2.1 и 2.2). Взаимосвязь между пуиктами контроля и управления технологическим персоналом и объектом управления изображается на схеме сплошными линиями. Слияние и разветвление линий показываются на чертеже линиями с изломом (см. рис. 2.3).

На структурной схеме рис. 2.3 следует, что система управления основными технологическими процессами сернокислотиого производства четырехуровиевая:

первый уровень – местиое управление агрегатами, осуществляемое аппаратчиками с рабочих постов;

второй уровень – централизованное управление несколькими агрегатами, входящи-

Таблица 2.1. **Функции АСУ ТП и их условные обозначения на рис. 2.3**

Условное обозначение	Наименование
1	Контроль параметров
2	Дистанционное управление технологическим оборудованием и исполнительными устройствами
3	Измерительное преобразование
4	Контроль и сигнализация состояния оборудования
5	Стабилизирующее регулирование
6	Выбор режима работы регуляторов и ручное управление задатчиками
7	Ручной ввод даиных
8	Регистрация параметров
9	Расчет ТЭП
10	Учет производства и согласования данных за смену
11	Диагностика технологических линий (агрегатов)
12	Распределение нагрузок техиологических линий (агрегатов)
13	Оптимизация отдельных технологических процессов
14	Анализ состояния технологического процесса
15	Прогнозирование основных показателей производства
16	Оценка работы смены
17	Контроль выполнения плановых заданий
18	Контроль проведения ремонтов
19	Подготовка и выдача оперативной информации в АСУП
20	Получение производственных ограничений и заданий от АСУП

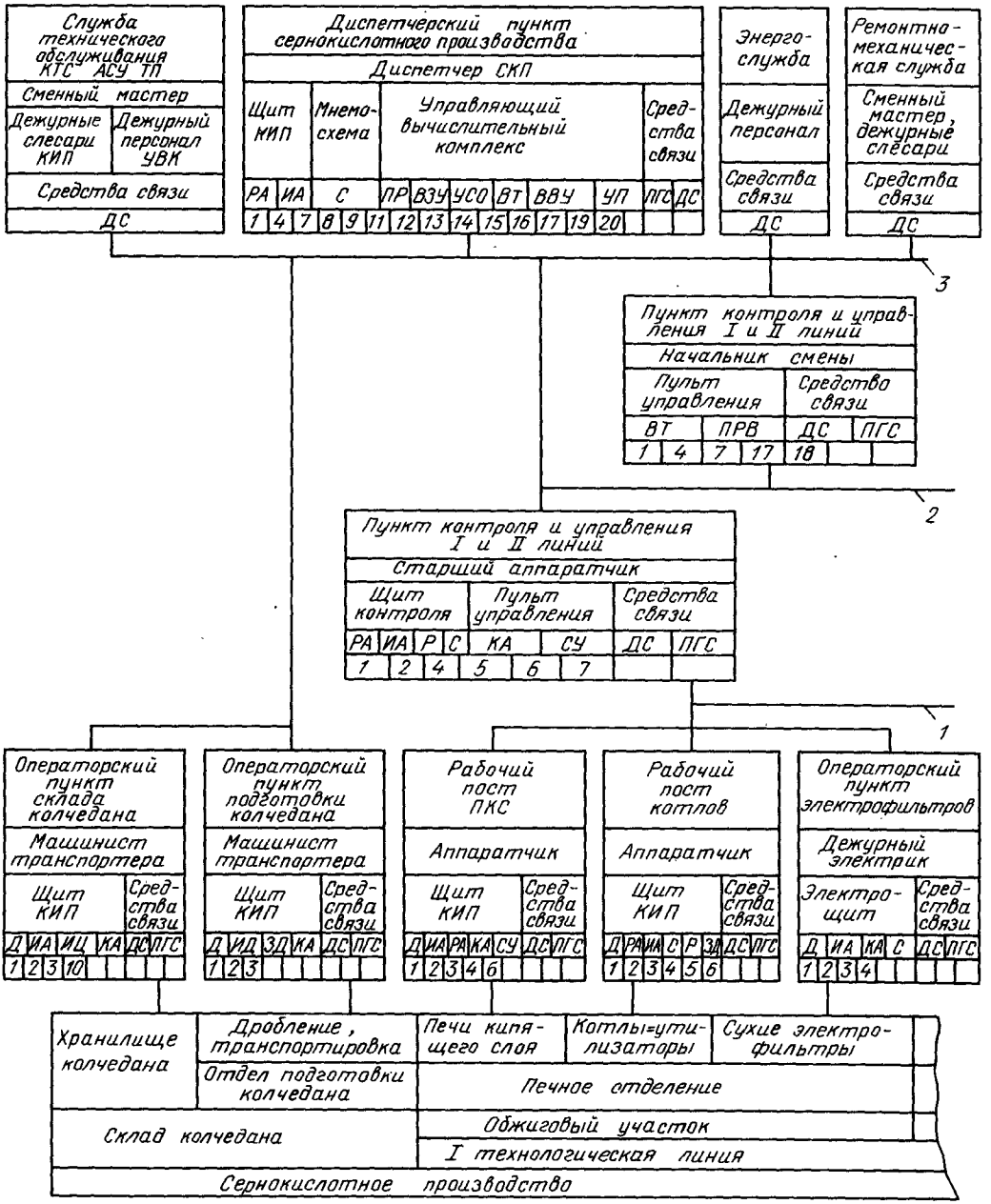


Рис. 2.3. Фрагмент структурной схемы управления и контроля сернокислотным производством: *1* – связь с цеховой химической лабораторией; *2* – связь с пунктами контроля и управления кислотным участком I технологической линии, обжиговыми и кислотными участками II технологической линии; *3* – связь с пунктом контроля и управления III и IV технологических линий

Таблица 2.2. **Технические средства и функциональные группы устройств КТС и их условные обозначения на рис. 2.3**

Условное обозначение	Наименование
Д	Датчики автоматические (аналоговые, позиционные и другие преобразователи)
С	Сигнализаторы
ИЦ	Индикаторы цифровые
ИД	Индикаторы аналоговые
Р	Регуляторы локальные
РА	Регистраторы аналоговые
КА	Командоаппараты
СУ	Станции и панели управления исполнительными устройствами
ЗД	Задающие устройства
ПР	Процессор
ВЗУ	Внешнее запоминающее устройство
ВТ	Устройство символьной индикации (видеотерминал)
ВВУ	Вводно-выводное устройство
УП	Устройство печати
ПРВ	Пульт (датчик) ручного ввода данных
ДС	Аппаратура диспетчерской оперативной связи
ПГС	Аппаратура производственной громкоговорящей связи

ми в тот или иной технологический участок, осуществляемое старшим аппаратчиком;

третий уровень – централизованное управление несколькими участками, входящими в I и II (или III и IV) технологические линии сериокислотиого производства;

четвертый уровень – управление с диспетчерского пункта всеми технологическими линиями сернокислотного производства, осуществляемое диспетчером.

Структурные схемы выполняются, как правило, на одном листе. Таблица с условными обозначениями располагается иа поле схемы над основной надписью.

СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ (ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ)

Функциональная схема автоматизации является основным технологическим документом, определяющим объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов автоматизируемого объекта.

Функциональная схема представляет собой чертеж, на котором схематически условиыми обозначениями изображены технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, реле, автоматы, выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элемеиты, на функциональных схемах автоматизации ие показывают.

Функциональную схему автоматизации технологической установки выполняют, как правило, на одном чертеже, на котором изображают аппаратуру всех систем контроля, автоматического регулирования, управления и сигнализации, относящуюся к данной техиологической установке.

Для сложных технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены раздельно по видам технологического контроля и управления. Например, отдельно выполняются схемы автоматического управления, контроля и сигнализации.

Изображение технологического оборудования и коммуникаций. Технологическое оборудование и коммуиикации иа функциональных схемах автоматизации изображаются, как правило, упрощенно и в сокращенном виде, без указания отдельных технологических аппаратов и трубопроводов вспомогательного назначения. На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулирующую и запорную аппаратуру, которая непосредственно участвует в управлении процессом, а также запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора импульсов или поясняющие необходимость измерения.

Технологические аппараты и трубопроводы вспомогательного иазначения показывают только в том случае, когда они механически соединяются или взаимодействуют со средствами автоматизации.

В отдельных случаях некоторые элементы техиологического оборудования изображают на функциональных схемах в виде прямоугольников с указанием наименования этих элементов. При этом около датчиков, отборных и приемных устройств указывают наименование того технологического оборудования, к которому они относятся.

Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа на схемах можно показать при их однолинейном изображеиии (см. табл. 2.3).

Для более детального указания характера среды к цифровому обозначению может добавляться буквенный индекс, например: вода чистая – 1 ч, пар перегретый – 2 г, пар насыщенный – 2 н и т. п. Детали трубопроводов, арматура, теплотехнические и санитарно-технические устройства и аппаратуру показывают условными обозначениями по ГОСТ 2.785–70 и ГОСТ 2.786–70.

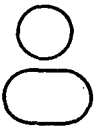
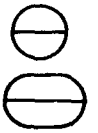
Для жидкостей и газов, не указанных в табл. 2.3, могут быть использованы для обозначения и другие цифры, но обязательно с необходимыми пояснениями этих новых условных обозначений.

У изображения технологического оборудования, отдельных его элементов и трубопроводов приводятся соответствующие поясняющие подписи (наименование технологического оборудования, его номер, если таковой имеется, и др.), а также указываются стрелками направления потоков. Отдельные агрегаты и устаиовки технологического оборудоваиия могут быть изображены оторван-

Таблица 2.3. **Условные цифровые обозиачения трубопроводов для жидкостей и газов**

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
Вода	–1–1–
Пар	–2–2–
Воздух	–3–3–
Азот	–4–4–
Кислород	–5–5–
Инертные газы:	
аргон	–6–6–
неон	–7–7–
гелий	–8–8–
криптон	–9–9–
ксенон	–10–10–
Аммиак	–11–11–
Кислота (окислитель)	–12–12–
Щелочь	–13–13–
Масло	–14–14–
Жидкое горючее	–15–15–
Горючие и взрывоопасные газы:	
водород	–16–16–
ацетилен	–17–17–
фреон	–18–18–
метан	–19–19–
этан	–20–20–
этилен	–21–21–
пропан	–22–22–
пропилен	–23–23–
бутан	–24–24–
бутилен	–25–25–
Противопожарный трубопровод	–26–26–
Вакуум	–27–27–

Таблица 2.4. **Основные условные обозиачения приборов и средств автоматизации**

Наимеиоваиие	Обозиачение
Прибор, устанавливаемый вне щита (по месту): основное обозначение допускаемое обозначение	
Прибор, устанавливаемый на щите, пульте: основное обозначение допускаемое обозначение	
Исполнительный механизм. Общее обозначение	
Исполнительный механиизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала: открывает регулирующий орган закрывает регулирующий орган оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом	
Примечание. Обозначение может применяться с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Линия связи. Общее обозначение	

Продолжение табл. 2.4

Наименование	Обозначение
Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
Пересечение линий связи с соединением между собой	

но друг от друга, но при этом всегда приводятся необходимые указания на их взаимосвязь. На трубопроводах, на которых предусматривается установка отборных устройств и регулирующих органов, указываются диаметры условных проходов.

Изображение приборов и средств автоматизации. Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации изображают в соответствии с ГОСТ 21.404—85 (табл. 2.4). Этот же ГОСТ предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами (табл. 2.5).

В стандарте установлены два способа построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

Таблица 2.5. **Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.104—85**

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное обозначение	Дополнительное уточняющее обозначение	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
A	+	—	Сигнализация	—	—
B	+	—	—	—	—
C	+	—	—	Регулирование, управление	—
D	Плотность	Разность, перепад	—	—	—
E	Любая электрическая величина	—	+	—	—
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	—	—	—
G	Размер, положение, перемещение	—	+	—	—
H	Ручное воздействие	—	—	—	Верхний предел измеряемой величины
I	+	—	Показание	—	—
J	+	Автоматическое переключение, обегание	—	—	—
K	Время, временная программа	—	—	+	—
L	Уровень	—	—	—	Нижний предел измеряемой величины
M	Влажность	—	—	—	—
N	Резервная буква	+	—	—	—
O	Резервная буква	+	—	—	—
P	Давление, вакуум	—	—	—	—
Q	Величина, характеризующая качество: состав, концентрацию и т. п.	Интегрирование, суммирование по времени	—	+	—

Продолжение табл. 2.5

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Осиовное обозначение	Дополнительное уточияющее обозначеиие	Отображеиие иифорлации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное зиачеиие
R	Радиоактивность	—	Регистрация	—	—
S	Скорость, частота	—	—	Включение, отключение, переключение, сигнализация	—
T	Температура	—	—	+	—
U	Несколько разнородных измеряемых величин	—	—	—	—
V	Вязкость	—	+	—	—
W	Масса	—	—	—	—
X	Нерекомендуемая резервная буква	—	—	—	—

Для упрощенного способа построения достаточно основных условных обозначений, приведениых в табл. 2.4, и буквенных обозначений, приведенных в табл. 2.5.

Развернутый способ построения условных графических обозиачений может быть выполнен путем комбинированного применения основных (табл. 2.4 и 2.5) и дополнительных (табл. 2.6 и 2.7) обозначений.

Сложные приборы, выполняющие несколько функций, допускается изображать несколькими окружностями, примыкающими друг к другу. Методика построения графических условных обозначений для упрощенного и развернутого способов является общей. В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора. В нижней части окружности наносится позиционное обозначение (цифровое или буквенно-цифровое), служащее для нумерацни комплекта измерения или регулирования (при упрощением способе построения условных обозначений) или отдельных элементов комплекта (при развернутом способе построения условных обозначений).

Таблица 2.6. **Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов по ГОСТ 21.404–85**

Наименование	Обозначение
Чувствительный элемент (первичное преобразование)	E
Дистанционная передача (промежуточное преобразование)	T
Станция управления	K
Преобразование, вычислительные функции	Y

Таблица 2.7. **Дополнительные обозиачения, применяемые для построения преобразователей сигналов и вычислительных устройств по ГОСТ 21.404–85**

Наименование	Обозначение
Род сигнала:	
электрический	E
пневматический	P
гидравлический	G
Виды сигнала:	
аналоговый	A
дискретный	D
Операции, выполняемые вычислительным устройством:	
суммирование	$\sum$
умножение сигнала на постоянный коэффициент K	K
перемножение двух и более сигиалов	X
деление сигналов друг на друга	:
возведение величины сигнала f в степень n	f^n
логарифмирование	lg
дифференцирование	dx/dt
интегрирование	$\int$
изменение знака сигнала	$x(-1)$
ограничение верхнего значения сигнала	max
ограничение нижнего значения сигнала	min

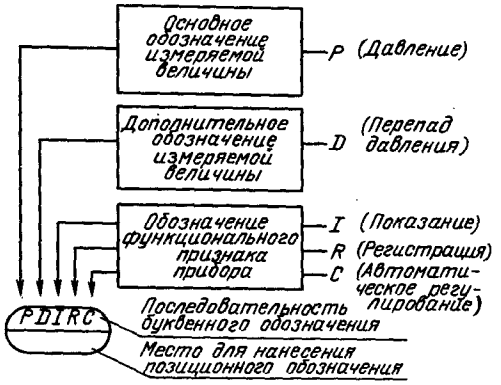


Рис. 2.4. Пример построения условного графического обозначения прибора

Порядок расположения буквенных обозначений в верхней части (слева направо) следующий: обозначение основной измеряемой величины; обозначение, уточняющее (если необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора.

Функциональные признаки (если их несколько в одном приборе) также располагаются в определенном порядке, а именно: *IRCSA*.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен на рис. 2.4.

При построении условных обозначений приборов указывают не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме. Так, при обозначении показывающих и самопишущих приборов (если функция «показание» не используется) пишут *TR* вместо *TIR*, *PR* вместо *PIR* и т. п.

При построении условного обозначения сигнализатора уровня, блок сигнализации которого является бесшкальным прибором, снабженным контактным устройством и встроенными сигнальными лампами, следует писать:

а) *LS*, если прибор используется только для дистанционной сигнализации отклонения уровня, включения, выключения насоса, блокировок и т. д.;

б) *LA*, если используются только сигнальные лампы самого прибора;

в) *LSA*, если используются обе функции по пп. *а* и *б*;

г) *LC*, если прибор используется для позиционного регулирования уровня.

Размеры графических условных обозначений приведены в табл. 2.8.

Примеры построения условных обозначений приведены в табл. 2.9.

Щиты, стативы, пульты управления на функциональных схемах изображаются условно в виде прямоугольников произвольных размеров, достаточных для нанесения графических условных обозначений устанавливаемых на них приборов, средств автоматизации, аппаратуры управления и сигнализации.

Комплектные устройства (машины централизованного контроля, управляющие машины, полукомплекты телемеханики и др.) обозначаются на функциональных схемах также в виде прямоугольника с указанием внутри него типа устройства и документации завода-изготовителя.

Функциональные связи между технологическим оборудованием и установленными на нем первичными преобразователями, а также со средствами автоматизации, установленными на щитах и пультах, на схемах показываются тонкими сплошными линиями. При этом каждая связь обозначается одной линией независимо от фактического числа проводов или труб, осуществляющих эту связь. К условным обозначениям приборов и средств автоматизации для входных и выходных сигналов линии связи допускается подводить с любой стороны, в том числе сбоку и под углом. Линии связи должны наноситься на чертежи по кратчайшему расстоянию и проводиться с минимальным чис-

Таблица 2.8. **Размеры графических условных обозначений приборов и средств автомитизации**

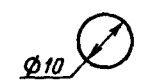
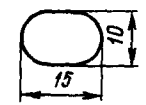
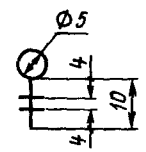
Наименование	Обозначение
Прибор: основное обозначение	
допускаемое обозначение	
Исполнительный механизм	

Таблица 2.9. **Примеры построения условных обозначений**

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, устаиовленный по месту (термометр термоэлектрический, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.)	
Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту (термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.)	
Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- и электропередачей)	
Прибор для измерения температуры, одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
Прибор для измерения температуры с автоматическим обегающим устройством, регистрирующий, установленный на щите (потенциометр многоточечный самопишущий, мост автоматический и т. п.)	
Прибор для измерения температуры, регистрирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
Регулятор температуры, бесшкальный, установленный по месту (например, дилатометрический регулятор температуры)	
Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»)	
Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное)	
Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите	
Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите	
Прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифмаиометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т. п.)	
Прибор для измерения перепада давления, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр показывающий)	

Продолжение табл. 2.9

Наименование	Обозначение
Прибор для измерения давления (разрежения), бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	PT
Прибор для измерения давления (разрежения), регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления)	PP
Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления)	PS
Прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.)	PIS
Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия), «до себя»	PC
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.)	FE
Прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей)	FT
Прибор для измерения соотношения расходов, регистрирующий, устаиовленный на щите (любой вторичный прибор для регистрацни соотношения расходов)	FFR
Прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту (иапример, дифмаиометр или ротаметр показывающий)	FI
Прибор для измерения расхода, интегрирующий, установленный по месту (например, любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором)	FQI
Прибор для измерения расхода, показывающий, интегрирующий, установленный по месту (например, показывающий дифманометр с интегратором)	FI FQI
Прибор для измерения расхода, интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, устаиовлениый по месту (иапример, счетчик-дозатор)	FQIS
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера)	LE

Продолжение табл. 2.9

Наименование	Обозначение
Прибор для измерения уровня, показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня)	
Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту (например, реле уровня)	
Прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
Прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту (например, электрический регулятор – сигнализатор уровня. Буква *H* в данном примере означает блокировку по верхнему уровню)	
Прибор для измерения уровня, показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы *H* и *L* означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней)	
Прибор для измерения плотности раствора, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей)	
Прибор для измерения размеров, показывающий, установленный по месту (например, показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты)	
Прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный по месту (надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа)	
Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный электропневматический прибор КЭП, многоцепное реле времени и т. п.)	
Прибор для измерения влажности, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера)	
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик pH-метра)	
Прибор для измерения качества продукта, показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах)	
Прибор для измерения качества продукта, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе)	

Продолжение табл. 2.9

Наименование	Обозначение
Прибор для измерения радиоактивности, показывающий, с контактным устройством, устаиовленный по месту (например, прибор для показаиия и сигнализации предельно допустимых концентраций α- и β-лучей)	α, β RIA
Прибор для измерения частоты вращения привода, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора)	SR
Прибор для измерения иескольких разнородных величин, регистрирующий, установлеииый по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры пара. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится либо справа от прибора, либо на поле схемы в примечании)	U-t°(F, P) UR
Прибор для измерения вязкости раствора, показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий)	VI
Прибор для измерения массы продукта, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электротензометрическое или сигнализирующее)	WIA
Прибор для контроля погасания факела в печи, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный прибор запальио-защитного устройства. Примеиение резервной буквы *В* должио быть оговорено на поле схемы)	BS
Преобразователь сигиала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигиал тоже электрический; например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования термо-ЭДС термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока)	E/E TY
Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной сигнал электрический)	P/E PY
Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения на постояиный коэффициент *К*	K FY
Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (иапример, магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы должио быть оговорено на поле схемы)	NS
Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, устаиовленная иа щите (кнопка, ключ управлеиия, задатчик и т. п.)	H
Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, сиабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроеиной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. п.)	HA

лом пересечений. При этом допускается пересечение линиями связи изображений технологического оборудования и коммуникаций. Пересечение линиями связи условных обозначений приборов и средств автоматизации не допускается.

Позиционное обозначение приборов и средств автоматизации. Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на функциональных схемах, присваивают позиционные обозначения (позиции), сохраняющиеся во всех материалах проекта.

На стадии проекта позиционные обозначения выполняют арабскими цифрами в соответствии с нумерацией в заявочной ведомости приборов, средств автоматизации и электроаппаратуры.

На стадии рабочей документации при одностадийном проектировании позиционные обозначения приборов и средств автоматизации образуются из двух частей: обозначения арабскими цифрами номера функциональной группы и строчными буквами русского алфавита – номера приборов и средств автоматизации в данной функциональной группе.

Буквенные обозначения присваивают каждому элементу функциональной группы в порядке алфавита в зависимости от последовательности прохождения сигнала – от устройств получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс (например, приемное устройство – датчик, вторичный преобразователь – задатчик – регулятор – указатель положения – исполнительный механизм, регулирующий орган).

Позиционные обозначения отдельных приборов и средств автоматизации, таких как регулятор прямого действия, манометр, термометр и другие, состоят только из порядкового номера.

Позиционные обозначения должны присваиваться всем элементам функциональных групп, за исключением: отборных устройств; приборов и средств автоматизации, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием; регулирующих органов и исполнительных механизмов, входящих в данную систему автоматического управления, но заказываемых и устанавливаемых в технологических частях проекта.

Показанная на функциональных схемах электроаппаратура на стадии рабочей документации или при одностадийном проектировании обозначается индексами, принятыми в принципиальных электрических схемах.

При определении границ каждой функциональной группе следует учитывать следующее обстоятельство: если какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает дополнительные воздействия по другим параметрам (например, корректирующий сигнал), то все элементы схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую они оказывают воздействие.

Регулятор соотношения, в частности, входит в состав той функциональной группы, на которую оказывается ведущее воздействие по независимому параметру. То же относится и к прямому цифровому управлению, где входным и выходным цепям контура регулирования присваивается одна и та же позиция.

В системах централизованного контроля с применением вычислительной техники, в схемах телеизмерения, в сложных схемах автоматического управления с общими для разных функциональных групп устройствами все общие элементы выносятся в самостоятельные функциональные группы.

Позиционные обозначения в функциональных схемах проставляют рядом с условными графическими обозначениями приборов и средств автоматизации (по возможности с правой стороны или над ними).

Примеры выполнения функциональных схем автоматизации. Функциональные схемы автоматизации могут разрабатываться с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, приведенный на схеме, как правило, обеспечивает полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изделий, а на стадии рабочей документации – всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Функциональные схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами: 1) с изображением щитов и пультов управления при помощи условных прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в пределах которого показываются устанавливаемые на них средства автоматизации; 2) с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

Выполнение схем по первому способу. На схеме показывают все приборы и средства автоматизации, входящие

в состав функционального блока или группы, а также место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ним, изображаются на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики и т. п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Прямоугольники щитов и пультов располагают в такой последовательности, чтобы при размещении в их пределах обозначений приборов и средств автоматизации обеспечивались наибольшая простота и ясность схем и минимум пересечений линий связи. В прямоугольниках могут быть указаны номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны дано его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показываются в прямоугольнике «Приборы местные».

Приборы и средства автоматизации, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием, заказу по данному проекту не подлежат.

При построении сложных функциональных схем автоматизации во избежание большого числа изломов и пересечений линий связи обрывают и нумеруют (рис. 2.5). Номера линий связи располагают в горизонтальных рядах. Номера линий связи нижнего ряда располагают в возрастающем порядке, а верхних рядов – в любом.

Для облегчения понимания существа автоматизируемого объекта и возможности выбора диапазона измерения и шкал приборов, а также уставок регуляторов на участках линий связи над верхним прямоугольником («Приборы местные») указывают предельные рабочие (максимальные и минимальные) значения измеряемых и регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы (рис. 2.5). Эти значения указывают в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений.

На схемах автоматизации с правой стороны чертежа приводятся необходимые пояснения: ссылки, документы, на основании которых разработаны схемы автоматизации, краткая техническая характеристика автоматизируемого объекта, таблицы, диаграммы и т. п.

При вычерчивании схем автоматизации, как правило, избегают дублирования одинаковых ее частей, относящихся как к технологическому оборудованию, так и к средствам автоматизации.

Над основной подписью по ее ширине сверху вниз на первом листе схемы в необходимых случаях помещают также таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами. В отдельных случаях таблицы нестандартизованных условных обозначений могут быть выполнены на отдельных листах формата 11.

Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

Выполнение схем по второму способу. При этом способе (рис. 2.6), хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. Чтение схем автоматизации, выполненных таким образом, затруднено, так как они не отображают организацию пунктов контроля и управления объектом. При втором способе позиционные обозначения элементов схемы в каждом контуре регулирования выполняют арабскими цифрами, а исполнительные механизмы обозначения не имеют.

Для работы по схемам автоматизации необходимо иметь пояснительную записку к проекту, опись чертежей и спецификацию на приборы, средства автоматизации, электроаппаратуру и запорную арматуру.

При чтении схем автоматизации рекомендуется соблюдать следующую последовательность:

прочитать все надписи – основную надпись (штамп), примечания, ссылки на относящиеся чертежи и другие дополнительные пояснения, имеющиеся на чертеже;

изучить технологический процесс и взаимодействие всех участвующих в нем аппаратов, агрегатов и установок, начиная с ознакомления с пояснительными записками к проекту автоматизации и технологической части;

определить организацию пунктов контроля и управления данным технологическим процессом;

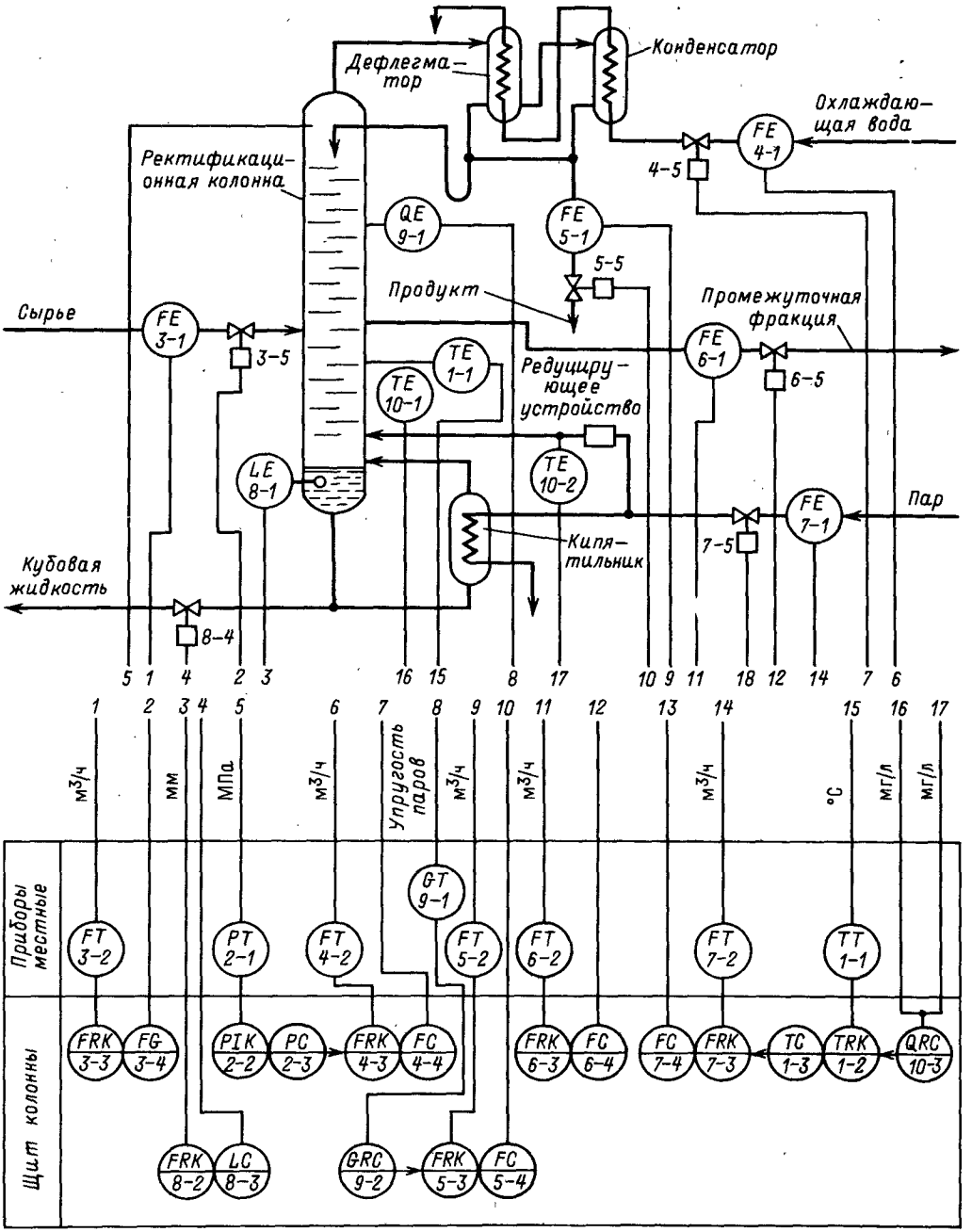


Рис. 2.5. Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по первому способу

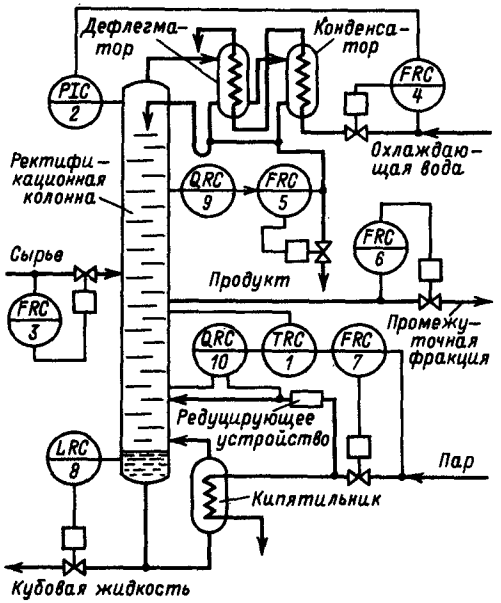


Рис. 2.6. Пример выполнения функциональной схемы автоматизации по второму способу

установить перечень узлов контроля, сигнализации и автоматического регулирования и управления электроприводами, предусмотренных данной схемой.

По спецификациям на приборы, средства автоматизации, электроаппаратуру и запорную арматуру выявляют: технические средства, с помощью которых реализуются эти узлы; характер взаимодействия отдельных технических средств автоматики с элементами технологического оборудования; связь узлов данной схемы автоматизации между собой и с узлами других схем; номер чертежа принципиальной схемы каждого узла.

Номера чертежей, относящихся к данной схеме автоматизации, устанавливают по описи чертежей и пояснительной записке к проекту автоматизации. Встречаются случаи выполнения чертежей схем автоматизации, когда номер чертежа принципиальной схемы указывается на линии связи, соединяющей регулирующее устройство с исполнительным механизмом.

Получаемая при изучении структурных и функциональных схем автоматизации информация дает общее представление об автоматизируемом объекте и позволяет перейти к изучению принципиальных схем отдельных функциональных узлов.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Общие положения. Основным назначением принципиальных схем является отражение с достаточной полнотой и наглядностью взаимной связи между отдельными средствами автоматизации и вспомогательной арматурой, входящих в состав функциональных узлов систем автоматизации, с учетом последовательности их работы и принципа действия. Принципиальные схемы составляют на основании функциональных схем автоматизации, исходя из заданных алгоритмов функционирования отдельных узлов контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления и общих технических требований, предъявляемых к автоматизированному объекту. На принципиальных схемах в условном виде изображают приборы, аппараты, средства связи между элементами, блоками и модулями этих устройств.

В общем случае принципиальные схемы содержат:

условные обозначения принципа действия того или иного функционального узла системы автоматизации;

поясняющие надписи;

части отдельных элементов (приборов, средств автоматизации, электрических аппаратов) данной схемы, используемых в других схемах, а также элементы устройств из других схем;

диаграммы переключений контактов многопозиционных устройств;

перечень используемых в схеме приборов, средств автоматизации, аппаратуры;

перечень чертежей, относящихся к данной схеме, общие пояснения и примечания.

Принципиальная схема – первый рабочий документ, на основании которого выполняют чертежи общих видов и монтажных схем, щитов, пультов, стативов и т. п. и схемы внешних соединений между щитами, пультами, стативами, с одной стороны, и приборами, исполнительными механизмами и т. д., с другой, и между собой.

Принципиальные схемы в зависимости от вида используемой в приборах и средствах автоматизации энергии могут подразделяться на электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные. В АСУ ТП разрабатывают следующие типы принципиальных схем: управления, автоматического регулирования, контроля, сигнализации и питания.

Условные графические обозначения элементов схем. Графические обозначения элементов схем устанавливаются группой стандартов «Обозначения условные графические

в схемах»:

ГОСТ 2.709 – 72. Система маркировки цепей в электрических схемах.

ГОСТ 2.710 – 81. Обозначения условные буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах (с учетом методики по внедрению этого стандарта).

ГОСТ 2.721 – 74. Обозначеиия условные графические в схемах: Обозначения общего применения.

ГОСТ 2.722 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.

ГОСТ 2.723 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.

ГОСТ 2.725 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие (с учетом изменений, внесенных в данный стандарт другими стандартами).

ГОСТ 2.727 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.

ГОСТ 2.728 – 74. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.

ГОСТ 2.729 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.

ГОСТ 2.730 – 73. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.

ГОСТ 2.731 – 81. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные.

ГОСТ 2.732 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.

ГОСТ 2.733 – 68. Обозначения условные графические детекторов ионизирующих излучений в схемах (для случаев, когда эта аппаратура используется в схемах автоматизации технологических процессов).

ГОСТ 2.734 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Линии сверхвысокой частоты и их элементы (для случаев, когда эти элементы используются в схемах автоматизации технологических процессов).

ГОСТ 2.736 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные. Линии задержкн (для случаев, когда эти элементы используются в схемах автоматизации технологических процессов).

ГОСТ 2.738 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Элементы телефонной аппаратуры (для случаев, когда эта аппаратура используется в схемах автоматизации технологических процессов).

ГОСТ 2.747 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений (с учетом изменений, внесенных в другие стандарты на условные графические обозначения, которые содержат размеры этих обозначений).

ГОСТ 2.749 – 84. Обозначения условные графические в схемах. Элементы и устройства железнодорожной сигнализации, централнзации и блокировки (для случаев, когда эта аппаратура используется в схемах автоматизации технологических процессов).

ГОСТ 2.750 – 68. Обозначения условные графические в схемах. Род тока и напряжения, виды соединений обмоток, формы импульсов.

ГОСТ 2.751 – 73. Обозначения условные графические в схемах. Электрические связи, провода, кабели, шины.

ГОСТ 2.752 – 71. Обозначення условные графические в схемах. Устройства телемеханики (для случаев, когда этн устройства используются в схемах автоматизации технологических процессов).

ГОСТ 2.755 – 74. Обозначення условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

ГОСТ 2.756 – 76. Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств.

Маркировка цепей. Систему маркировки цепей сигиализации, автоматического управления и регулирования, контроля и защиты в электрических схемах определяют ГОСТ 2.709 – 72 или другие действующие в отраслях иормативно-технические документы.

Маркировка участков цепи служит для их опознания, а иногда и для отражеиия их функционального значения в электрических схемах. Для маркировки применяют цифровую систему, состоящую из ряда последовательных чисел. Участки цепей маркируют независимо от нумерации и условных обозначений зажимов приборов и аппаратов, к которым подходят концы маркируемого проводника. Например, на рис. 2.7, *а* в кружках иаписаны номера выводов (одинаковые у всех однотипных изделий), а над лиииями, изображающими провода, присоединенные к выводам, написаны маркировки, в нашем примере *22*, *225*, *78*, *65*, *79*, *148*.

Участки цепей, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле, электрических машин, трансформаторов, резисторами, конденсаторами и др., считаются разными участками и имеют разиую маркировку.

Участки, сходящиеся в одном узле принципиальной схемы, а также проходящие через разъемные контактные соединения, маркируют одинаково. Например, на рис. 2.7, *б* провод до предохранителя имеет маркировку *А* (фаза *А*), после предохранителя маркировка меняется, в иашем примере на *71*, она же сохраняется до выключателя *В25*. После выключателя следует маркировка *81*, а после вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ – 91 и т. д. Другие примеры даны на рис. 2.7, *в*, причем особое внимание следует обратить на маркировку *104*. Она сохраняется от контакта реле $РП_2$ до обмотки реле $РП_5$ и резистора R_7 несмотря на штепсельный разъем *Ш*.

В необходимых случаях маркировка цепей может содержать буквенную или цифровую приставку. Это может иметь место в том случае, если, например, в общем ряду зажимов встречаются проводники с одинаковой маркировкой, но относящиеся к разным схемам или устройствам.

Существует следующий порядок маркировки отдельных цепей принципиальных электрических схем в зависимости от рода тока.

При постоянном токе используют маркировку порядковую и цифровую. Нечетиыми цифрами маркируют участки цепей положительной полярности, а четными – отрицательной. Участкн цепей, которые в процессе работы могут менять свою полярность (проводник, соединяющий две последовательно включенные обмотки, резисторы и т. п.), маркируют как четными, так и нечетными цифрами.

При переменном токе используют порядковую буквенно-цифровую или цифровую маркировку. Силовые цепи маркируют буквами, обозначающими фазы, и последовательными цифрами (например, *А*, *А1*, *А2*, ..., *В*, *В1*, *В2*, ...). Маркировку участков цепей в однофазных схемах (фаза – нуль, фаза –

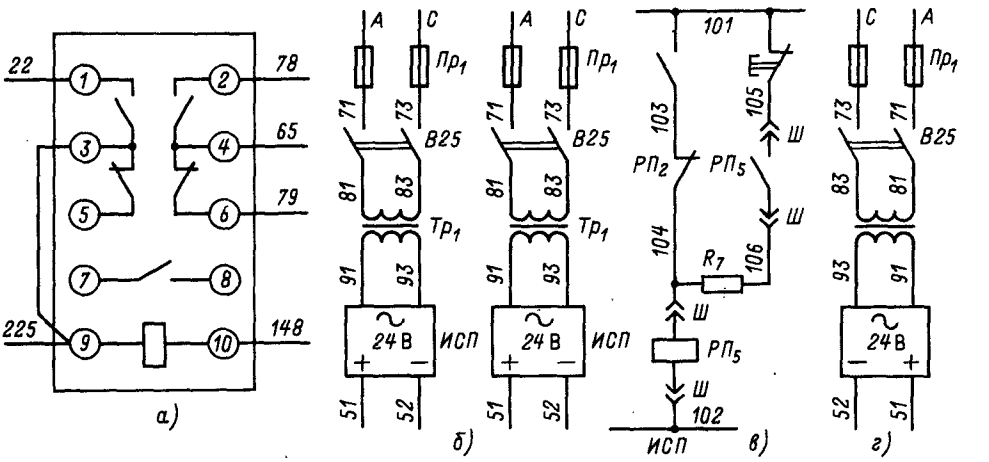


Рис. 2.7. Примеры позиционных обозначений и маркировки цепей и расположения их на схеме

Таблица 2.10. **Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов**

Однобуквенный код	Группа видов элементов	Примеры видов элемеитов	Двухбуквенный код
A	Устройство (общее обозначение)	–	–
B	Преобразователи неэлектрических величин в электрические или наоборот (кроме генераторов и источииков питания); аиалоговые или многоразрядные преобразователи или датчики, используемые для указания или измерения	Громкоговоритель	BA
		Магнитострикционный элемент	BB
		Детектор ионизирующих излучений	BD
		Сельсин-приемиик	BE
		Телефои (капсюль)	BF
		Сельсин-датчик	BG
		Термопара, тепловой датчик	BK
		Фотоэлемент	BL
		Микрофон	BM
		Датчик давлеиия	BP
		Пьезоэлемент	BQ
		Датчик скорости	BV
		Звукосниматель	BS
		Тахогенератор	BR
C	Конденсаторы	–	–
D	Логические элементы, микросхемы	Устройства храиения ииформации	DS
		Устройства задержки	DT
E	Элементы разные	Лампа осветительная	EL
		Нагревательный элемеит	EK
F	Разрядники, предохранители, устройства защитиые	Элемент защиты от переиапряжения	FA
		Разрядиый элемент	FR
		Разрядный элемент по току мгновенного действия	FS
		Предохранитель плавкий	FU
		Разрядный элемеит для защиты по иапряжению, разрядиик	FV
G	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
H	Элементы иидикаторные и сигнальиые	Прибор звуковой сигнализации	HA
		Индикатор символьный и иа жидких кристаллах	HG
		Прибор световой сигнализации	HL
K	Реле, коитакторы, пускатель	Реле указательное	KH
		Реле токовое	KA
		Реле электротепловое	KK
		Контактор, магнитиый пускатель	KM
		Реле поляризованное	KP
		Реле времени	KT
		Реле напряжения	KV
L	Катушки иидуктивиости, дроссели	Дроссель люминесцентного освещеиия	LL
M	Двигатели	–	–
P	Приборы, измерительное оборудование	Амперметр	PA
		Счетчик импульсов	PC
		Частотомер	PF
		Счетчик реактивиой энергии	PK
		Счетчик активной энергии	PJ
		Омметр	PR
		Записывающий инструмеит	PS
		Часы, измеритель времени	PT
		Вольтметр	PV
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях	Выключатель автоматический	QF
		Разъединитель	QS
R	Резисторы	Термистор	RK
		Потенциометр	RP

Продолжение табл. 2.10

Однобуквенный код	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
		Шунт измерительный	RS
		Варистор	RV
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и т. п.	Выключатель или переключатель	SA
		Выключатель кнопочный	SB
		Выключатель автоматический	SF
		Выключатели, срабатывающие от различных воздействий:	
		от уровня	SL
		от давления	SP
		от положения (путевой)	SQ
		от угловой скорости	SR
		от температуры	SK
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока	TA
		Трансформатор напряжения	TV
U	Устройства связи и преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор	UB
		Демодулятор	UR
		Дискриминатор	UJ
		Преобразователь частотный, инвертор	UZ
V	Приборы, электровакуумные, полупроводниковые	Диод, стабилитрон	VD
		Прибор электровакуумный	VL
		Транзистор	VT
W	Линии и элементы СВЧ	Антенны	WA
X	Соединения коитактные	Токосъемник, контакт скользящий	XA
		Соединение разъемное:	
		штырь	XP
		гнездо	XS
		Соединение разборное	XT
		Гнездо испытательное	XSG
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит	YA
		Тормоз с электромагнитным приводом	YB
		Муфта с электромагнитным приводом	YC
		Электромагнитный патрон или плита	YH
Z	Устройства оконечные, фильтры, ограничители	–	–

фаза) выполияют четными и нечетными цифрами. К цифровой маркировке в этом случае, как правило, добавляют индекс фазы, однако в таких схемах, как схемы управлеиия, регулирования, сигнализации и т. п., индекс фазы может быть опущен. Четные (нечетные) номера могут присваиваться участкам цепи любой фазы или иулю.

Маркировка участков цепей на принципиальных электрических схемах при горизонтальном расположении цепей проставляется иад участком проводника (рис. 2.7, *г*), при вертикальиом – слева от участка проводника (рис. 2.7, *б* и *в*). При горизонтальном расположеиии цепей в технически обоснованных случаях маркировка может проставляться под участком проводника. Примеры наиесения маркировок цепей в принципиальных электрических схемах показаны на рис. 2.7.

Условные буквенно-цифровые обозначения элементов схем. Каждый элемент схемы, устройство или функциональная группа элементов имеет условное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710–81 «Обозначения условные буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах». Система условных буквенно-цифровых обозначенний, предусматриваемая указанным стандартом, позволяет проводить в сокращенной форме запись сведеиий об элементах, устройствах, фуикциоиальных группах, показанных на схеме в графической форме, и делать ссылки на соответствующие объекты в перечиях элементов, пояснительной записке и т. п. Эти же буквенно-цифровые обозначения можно наносить непосредственно и на изделие, если это предусмотрено в его конструкции.

Для единообразия в позиционных обозначениях элементов ГОСТ 2.710—81 устанавливает деление элементов на виды с присвоением каждому виду буквенного кода. Коды видов элементов приведены в табл. 2.10.

Перечень элементов. Основные характеристики аппаратов схемы записывают в перечень, оформленный в виде таблицы и заполненный сверху вниз. В перечне аппаратуры указаны номера позиций по заказной спецификации, обозначения по электрической схеме, наименование, тип, число аппаратов, техническая характеристика и даны примечания.

В перечень элементов вписаны вся аппаратура и приборы данной схемы, а также электрооборудование, заимствованное из других проектов. При этом в примечании к перечню указывают, по проектам какой организации заказывается данное оборудование.

Аппаратура и приборы в перечне объединены в группы в зависимости от мест установки. Аппараты и приборы, контакты которых обведены тонкими линиями (см. ниже), в перечень данной схемы не внесены, так как они учтены в перечнях соответствующих схем. Пример оформления перечня элементов к рис. 2.8 приведен в табл. 2.11. Если схема выполнена на нескольких листах, то перечень элементов помещают на первом листе или на отдельном.

Диаграммы и таблицы включений контактов электрических аппаратов и устройств. На схемах, в которых используют многопозиционные аппараты (ключи, переключатели, программные устройства и т. п.), помещают диаграммы и таблицы переключений их контактов. В таблицах приводят данные, отражающие тип аппарата, вид рукоятки (спереди) и схему расположения контактов (сзади), тип рукоятки и пакета, номер контактов и режим работы. Не использованные в схеме контакты обозначают звездочкой (*). Значение звездочки поясняют в примечании. Над таблицей указывают наименование и буквенно-позиционное обозначение аппарата.

Для всех программных устройств, конечных и путевых выключателей и т. п. на схемах изображают диаграммы их работы с пояснениями. В необходимых случаях приводят циклограммы работы оборудования и аппаратуры.

Контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, изображают на свободном поле чертежа в виде самостоятельных цепей отдельно от основных цепей схемы. Над ними, как правило, размещают поясняющую надпись «Контакты, используемые в других схемах». Около каждого изображенного контакта указаны краткое наименование и номер схемы, а также маркировка цепей из этой схемы, в которой этот контакт занят. Например, на рис. 2.7 контакт реле *К1* используется в схеме управления

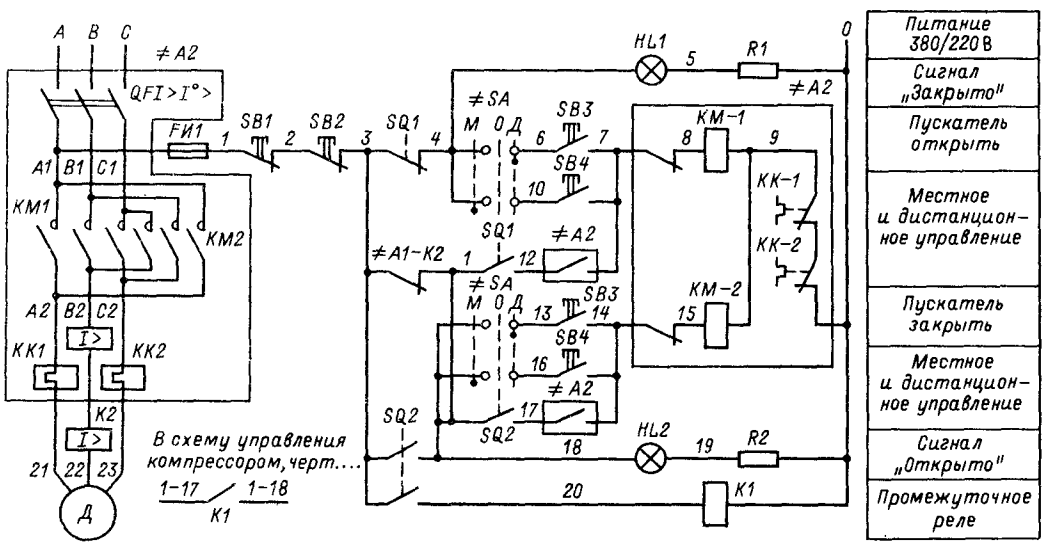


Рис. 2.8. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем задвижки без принудительного уплотнения при закрытии

Таблица 2.11. **Перечень элементов к рис. 2.8**

Позиция	Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Число	Техническая характеристика	Примечание
		Щит управления				
101	HL1	Лампа в арматуре с зеленой линзой АС-220	Ц-220-10	1	220 В, 10 Вт	
102	HL2	То же с красной линзой	Ц-220-10	1	220 В, 10 Вт	
105	SB1, SB3	Кнопка управления	К-03	3	200 В, 5 А, $I_з + I_р$	
112	K1	Реле промежуточное	РП-25	1	220 В, $4_з + I_р$	
114	R1, R2	Резистор проволочный эмалированный	ПЭ-15	2	100 Ом, 15 Вт	
		По месту				
108	SB2, SB4	Кнопка управления трехштифтовая	КУ-122-3М	1	220 В, 4 А, $I_з + I_р$	
–	M	Двигатель	АОС31-4$Ф_2$	1	380 В, 0,6 кВт	
–	SQ1, SQ2	Конечные выключатели	УКВ-4	4		
		Шкаф силового электрооборудования				
115	KK-1, KK-2	Реле максимального тока	РТ-40/6	1	380 В, 6 А	Режим длительный
–	QF	Автоматический выключатель	АП50-3МТ	1	500 В, $I_{ном} = 2{,}5$ А, $I_{отс} = 7 I_{ном}$	Станция управления
–	KM-1, KM-2	Пускатель магнитный реверсивный	ПМЕ-114	1	220 В	
–	FИ1	Предохранитель	ПР2	1	550 В, $I_{вст} = 6$ А	
–	≠ SA	Универсальный переключатель	УП5311-С225	1	500 В, 20 А	

компрессором. Адресом для отыскания этого контакта в схеме компрессора служат: номер чертежа, буквенно-позиционное обозначение *K1* и маркировка *1–17* и *1–18*.

Контакты аппаратов, занятые в данной схеме, обмотки которых показаны в других схемах, обводят прямоугольным контуром тонкой линией. Внутри контура указано позиционное обозначение контакта. Около контакта или в примечании написан номер схемы, в которой показана обмотка. Обратите внимание: в схемах, выпущенных несколько лет назад, контур выполняли штриховой линией, но по действующим в настоящее время стандартам штриховая линия обозначает экран.

Поясняющие технологические схемы, схемы блокировочных зависимостей работы оборудования. Электрические схемы управления сложными процессами могут быть дополнены на чертежах поясняющей технологической схемой и схемой блокировочных зависимостей работы. Поясняющую схему в большинстве случаев выполняют в упрощенном виде с указаиием всех агрегатов, входящих в состав данного технологического узла и участвующих в даниой технологической схеме. Схема блокировочиых зависимостей указывает последовательность работы оборудования.

Примечания и поясиения на схемах. Пояснения расшифровывают назначение и наименование каждой электрической цепи. Поясиения выполняют в виде таблиц, которые помещают справа или сиизу рассматриваемой цепи в зависимости от горизонтального или вертикального расположения цепей на схеме. Примеры оформления пояснений даны на рис. 2.8. В иекоторых случаях могут встретиться краткие текстовые пояснения

принципа работы сложных схем.

Примечания к схемам содержат общие сведения, без которых невозможно установить взаимную связь материалов технической документации. В примечаниях приводят: номера заказных спецификаций на приборы и аппаратуру, занятые в данной схеме; указания по применимости данной схемы для нескольких агрегатов (когда можно обойтись без составления таблиц применимости); указания об изменении схем внутренних соединений аппаратов (при необходимости) и уточнении характеристик аппаратов и т. п.; другие сведения, необходимые в конкретном случае.

При размещении на одном чертеже нескольких схем над каждой схемой указывают ее назначение.

Таблицы применимости. Для использования схемы для нескольких агрегатов на чертежах помещают таблицы применимости. В них записывают наименования всех агрегатов, работающих по данной схеме, и указания по применению элементов схемы для каждого агрегата.

СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ

Схемы управления и автоматизации электроприводов в общем случае разрабатывают в проектах электропривода силового электрооборудования и электроснабжения промышленных предприятий. Однако автоматизация большинства объектов непрерывно связана с управлением технологическими механизмами с электроприводами. В этом случае требуется разработка отдельных схем управления такими электроприводами в составе проекта автоматизации. В качестве электроприводов механизмов автоматизированного технологического оборудования (насосов, вентиляторов, задвижек, клапанов и т. п.) в основном используют реверсивные и нереверсивные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором.

Схема организации управления электроприводами может предусматривать местное, дистанционное и автоматическое управление. Все три вида управления применяют во всех возможных сочетаниях. Наибольшее распространение получили структуры управления, предусматривающие местное и дистанционное управление; местное и автоматическое управление; местное, дистанционное и автоматическое управление.

Местное управление электроприводом осуществляется оператором с помощью органов управления, например кнопочных постов, расположенных в непосредственной близости от механизма. Контроль за работой механизма производится оператором визуально или по слуху, а в производственных помещениях, где такой контроль осуществить невозможно, применяют световую сигнализацию положения.

При дистанционном управлении пуск и остановку электропривода механизма выполняют с поста управления. Объект находится вне поля зрения оператора, и его положение контролируется по сигналам Включено – Отключено, Открыто – Закрыто и т. п.

Автоматическое управление обеспечивается с помощью средств автоматизации технологических параметров (регуляторов или сигнализаторов температуры, давления, расхода, уровня и т. п.), а также с помощью программных устройств, предусматривающих автоматическое управление электроприводами механизмов технологического оборудования с соблюдением заданных функциональных зависимостей (одновременности, определенной последовательности и т. п.).

Вид управления электроприводом (местное, автоматическое или дистанционное) выбирают с помощью переключателей электрических цепей (переключателя вида управления), которые устанавливают на местных, агрегатных и диспетчерских щитах и пультах управления.

Пример принципиальной схемы управления приведен на рис. 2.8.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Принципиальные электрические схемы автоматического регулирования. В электрических схемах автоматического регулирования условно графическими обозначениями изображают все элементы систем автоматизации, с помощью которых осуществляется автоматическое регулирование одного или нескольких взаимосвязанных технологических параметров: датчики и первичные приборы, преобразующие измеряемый параметр в электрический сигнал, регулирующие приборы, задатчики, усилители, преобразователи, модули, осуществляющие логические операции, переключатели вида управления (автоматическое, отключено, ручное). Аппаратуру для ручного управления, исполнительные механизмы и линии связи между ними показывают в многолинейном изображении.

Датчик (первичные преобразователи) в схемах изображают в виде прямоугольни-

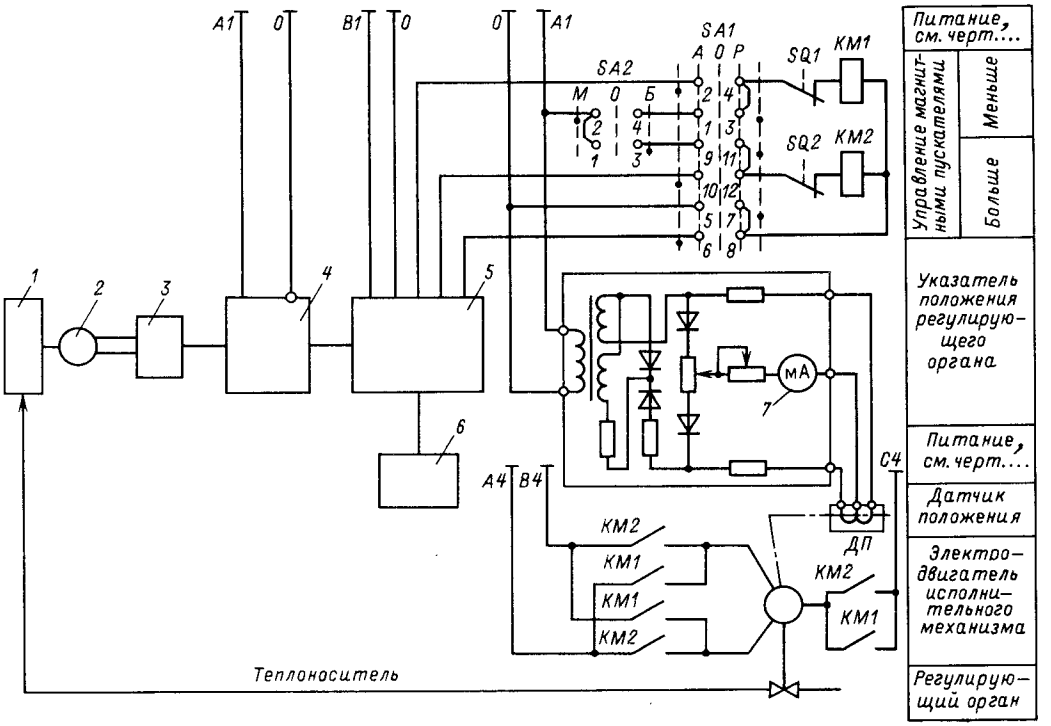


Рис. 2.9. Принципиальная электрическая схема автоматического регулирования температуры:

1 – объект регулирования; *2* – термоэлектрический преобразователь; *3* – коробка холодных спаев; *4* – преобразователь измерительный (нормирующий преобразователь); *5* – регулирующее устройство; *6* – задатчик; *7* – указатель положения; *SA2* – ключ ручного управления; *SA1* – переключатель режимов управления: *А* – автоматическое, *Р* – ручное, *О* – отключено; *ДП* – датчик положения

ков произвольных размеров, внутри которых показаны резисторы, катушки индуктивности и другие элементы, имитирующие принцип действия датчика или первичного преобразователя. Сложные комбинированные приборы и регулирующие устройства, как правило, изображают только в виде прямоугольников с пронумерованными в соответствии с заводской маркировкой внешними зажимами. Принципиальные электрические схемы этих устройств ввиду их сложности внутри прямоугольников не показывают. Иногда для пояснения общего принципа действия схемы внутри прямоугольников изображают только выходные контакты приборов и регуляторов и упрощенные принципиальные электрические схемы отдельных блоков. Электрические схемы исполнительных элементов в схемах автоматического регулирования изображают в развернутом или упрощенном виде, а кинематические – в упрощенном. Однако чаще всего исполнительные механизмы показывают в совмещенном виде с упрощенным изображением электрической и кинематической схем.

Электрические схемы автоматического регулирования технологических процессов строят в основном на базе стандартных регулирующих устройств, способных отрабатывать требуемый закон регулирования и предназначенных для совместной работы с различными датчиками, преобразователями, измерительными приборами и исполнительными механизмами. Технические средства, с помощью которых реализуется электрическая система автоматического регулирования, разнообразны. На рис. 2.9 приведена одна из возможных схем автоматического регулирования.

Принципиальные пневматические схемы автоматического регулирования. Пневматические схемы автоматического регулирования строят на основе широкой номенклатуры различных пневматических приборов и средств автоматизации. Основное развитие получила универсальная система эле-

ментов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА). На базе УСЭППА построен комплекс приборов «Старт». В состав комплекса входят вторичные измерительные приборы и станции управления, регулирующие приборы, различные функциональные блоки и вспомогательные устройства. При построении пневматических схем автоматического регулирования применяют также и другие пневматические приборы; для измерения температуры, расхода, давления, уровня и т. п., которые не входят в состав УСЭППА или «Старта», но приспособлены к сочетанию с элементами и модулями упомянутых систем. Эти устройства могут самостоятельно решать задачи автоматического регулирования и являться датчиками и первичными приборами для УСЭППА и «Старта». В качестве источника энергии для пневматических приборов и средств автоматизации используют сухой и очищенный сжатый воздух.

В ГОСТ 13053–76 предусмотрены следующие стандартные значения входных и выходных сигналов пневматических приборов и устройств: рабочий диапазон изменения входных и выходных аналоговых сигналов 0,02–0,2 МПа; амплитуды входных и выходных дискретных сигналов соответствуют логическим сигналам 0 и 1 (в двоичном коде); давление сжатого воздуха дискретных сигналов при значении 0 составляет от 0 до 0,01 МПа, при значении 1 – от 0,11 до 0,14 МПа; давление сжатого воздуха питания $0{,}14 \pm 0{,}014$ МПа; для приводов исполнительных механизмов давление воздуха питания 0,14; 0,25; 0,4; 0,6 МПа с допустимым отклонением $\pm 10\%$.

Существенной особенностью пневматической системы автоматического регулирования является то, что в пневмоавтоматике традиционно функции контроля, регулирования и ручного управления часто совмещаются в одних и тех же многофункциональных приборах. Например, вторичные измерительные приборы с встроенными станциями управления выполняют одновременно функции контроля, формирования сигнал-задания и ручного дистанционного управления. Пневматические системы автоматического регулирования решают простые и сложные задачи, когда ход технологического процесса характеризуется не одной, а несколькими взаимосвязанными регулируемыми величинами. Существует большое разнообразие пневматических систем автоматического регулирования, отличающихся друг от друга различными особенностями и классифицируемых по различным признакам. Наиболее распространенными являются следующие схемы автоматического регулирования: одноконтурные стабилизирующие, программные, следящие, каскадно-связанного регулирования.

В пневматических системах автоматического регулирования большое значение имеют пневматические линии связи. Связь регулируемого объекта с регулятором, а также связи между отдельными функциональными блоками регулятора осуществляются с помощью пневматических линий, обладающих принципиально ограниченным быстродействием и оказывающих отрицательное влияние на качество регулирования.

Инерционность пневматической линии связи зависит от ее емкости и сопротивления, которые в свою очередь зависят от внутреннего диаметра и длины трубопровода, а также от мощности (пропускной способности) усилителей на выходе датчиков, регулирующих устройств, преобразователей и т. п.

Увеличение диаметра трубопровода приводит к уменьшению его сопротивления и, следовательно, к уменьшению инерционности линии связи. Вместе с тем увеличение диаметра трубопровода вызывает повышение емкости, что при заданной пропускной способности усилителей мощности приводит к росту инерционности линий связи.

Инерционность линий связи в ряде случаев является критерием самой возможности реализации пневматической системы автоматического регулирования. На основании экспериментальных исследований установлено, что оптимальным по динамическим свойствам значениям внутреннего диаметра трубопровода для пневматических линий связи до 300 м, построенных на приборах «Старт», является 4,8–5,0 мм. Для линий связи длиной до 150–200 м внутренний диаметр трубопровода может приниматься равным 4 или 6 мм.

Пример выполнения принципиальной пневматической схемы автоматического регулирования приведен на рис. 2.10.

Принципиальные схемы автоматического регулирования являются наиболее сложными схемами проекта автоматизации, поэтому прежде чем приступить к их детальному разбору, необходимо тщательно изучить пояснительную записку и функциональные схемы автоматизации.

Изучение этих материалов позволяет установить: функциональную структуру конкретной системы автоматического регулирования; место измерения текущего значения регулируемого параметра и способ регулирующего воздействия на параметр; закон ав-

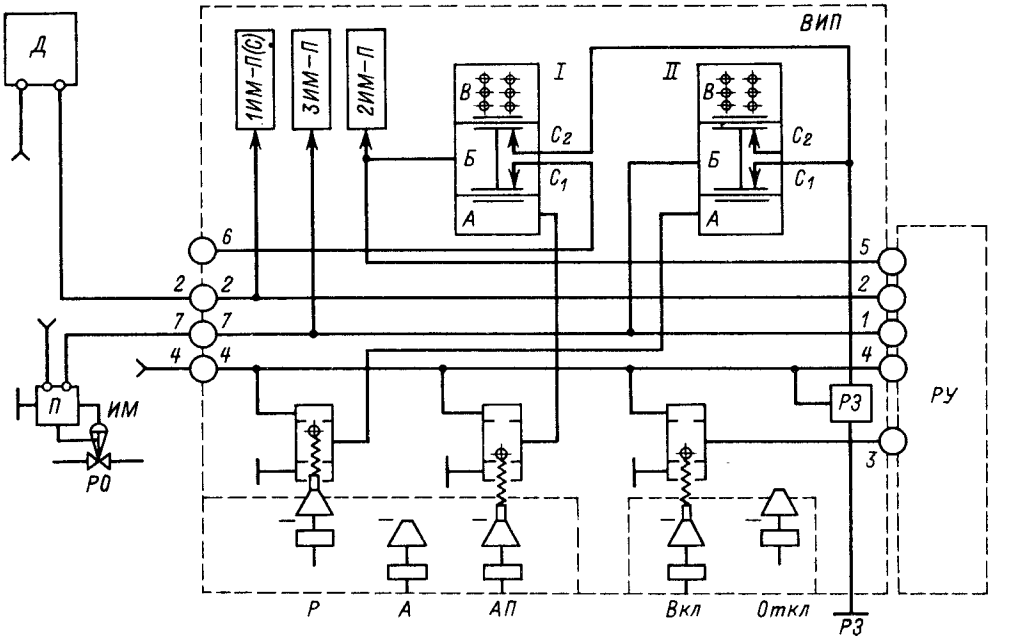


Рис. 2.10. Принципиальная пневматическая схема одноконтурной системы программного автоматического регулирования (режим автоматического регулирования):

Д – датчик; *РУ* – регулирующее устройство; *ВИП* – вторичный измерительный прибор; *РО* – регулирующий орган; *ИМ* – исполнительный механизм; *П* – позиционер; *РЗ* – ручной задатчик

томатического регулирования; состав основных технических средств, с помощью которых реализуется система автоматического регулирования; связь рассматриваемой системы автоматического регулирования с другими системами автоматизации объекта.

Приступить к детальному разбору и изучению принципиальной схемы автоматического регулирования рекомендуется после выяснения связи данной схемы автоматического регулирования с другими схемами проекта, изучения монтажно-эксплуатационных инструкций на сложные регулирующие устройства и организации питания схемы электроэнергией или сжатым воздухом.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ КОНТРОЛЯ И СИГНАЛИЗАЦИИ

Принципиальные электрические схемы контроля технологических параметров (температуры, давления, расхода и т. п.), как правило, отдельно не составляют. Все необходимые сведения по контролю технологических параметров приводят в функциональных схемах автоматизации. Контроль состояния производственных механизмов (механизм включен – механизм отключен и т. п.) и состояния технологических параметров (параметр в норме – параметр выше нормы) осуществляют с помощью принципиальных схем сигнализации (рис. 2.11).

Принципиальные схемы сигнализации по назначению могут быть разделены на следующие группы:

1) схемы сигнализации положения (состояния) – для информации о состоянии технологических механизмов (Открыто – Закрыто, Включено – Отключено и т. д.);

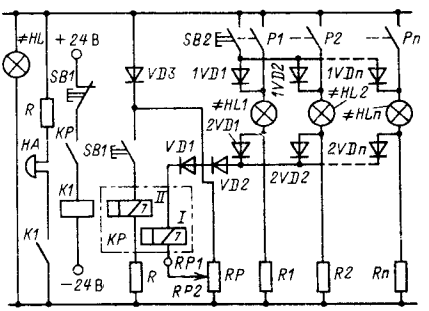


Рис. 2.11. Принципиальная электрическая схема сигнализации

2) схемы технологической сигнализации, дающие информацию о состоянии таких технологических параметров, как температура, давление, расход, уровень, концентрация и т. д.;

3) схемы командной сигнализации, позволяющие передавать различные указания (приказы) из одного пункта управления в другой с помощью световых или звуковых сигналов.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПИТАНИЯ

Принципиальные электрические схемы питания. Система электропитания, как правило, состоит из питающей и распределительной сетей. Питающая сеть связывает источники питания автоматизируемого объекта со щитами и сборками питания системы автоматизации. Распределительная сеть связывает щиты и сборки питания системы автоматизации с отдельными ее электроприемниками. Принципиальные электрические схемы питания для питающей и распределительной сетей выполняют отдельно, но если схема распределительной сети состоит из небольшого числа групп питания, то она может быть совмещена на одном чертеже со схемой питающей сети.

Схему питающей сети выполняют, как правило, в однолинейном изображении (рис. 2.12). На схеме показывают аппараты управления и защиты, устанавливают как со стороны источника питания, так и со стороны щитов питания системы автоматизации, а также электрические связи между ними. Схему распределительной сети (рис. 2.13) выполняют в многолинейном изображении для каждого щита и сборки, в многолинейном изображении – для каждого щита и сборки питания отдельно. На ней показывают аппараты управления (рубильники, выключатели, переключатели), аппараты защиты (автоматы, предохранители), преобразователи (выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы и т. п.), лампы освещения, штепсельные розетки, схемы автоматического ввода резерва (АВР) и линии электрической связи между аппаратами.

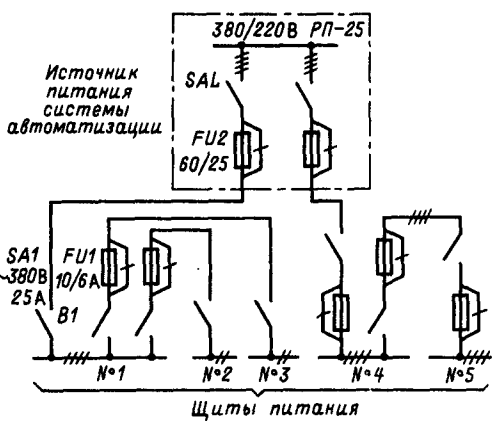


Рис. 2.12. Схема питающей сети (приведены только характерные надписи)

В нижней части схемы распределительной сети обычно помещают таблицу, в которой перечисляют все электроприемники, питающиеся с данного щита, с указанием их позиций по заказным спецификациям, потребляемой мощности, напряжения и места установки.

При чтении электрических схем питания полезно знать, что в питающей и распределительных сетях электропитания могут применяться следующие сочетания аппаратов управления и защиты:

в питающих линиях – автоматический выключатель или рубильник-предохранитель. Их устанавливают в местах присоединения к источнику питания, а также на вводах в щиты и сборки питания. Аппараты защиты на вводах в щиты и сборки питания могут не устанавливаться, если аппараты защиты головного участка питающей линии обеспечивают надежную защиту всей линии, а все присоединения распределительной сети имеют индивидуальную защиту;

в цепях электродвигателей исполнительных механизмов – автоматический выключатель и магнитный пускатель или рубильник, предохранители и магнитный пускатель;

в цепях приборов, средств автоматизации, трансформаторов, выпрямителей и т. п. – выключатель и предохранители или автоматический выключатель;

в питающих цепях схем сигнализации – выключатель и предохранители или автоматический выключатель;

в цепях стационарного освещения щитов – выключатель и предохранитель.

Принципиальные пневматические схемы питания. На этих схемах показывают принятую для данной системы автоматизации систему обеспечения энергией сжатого воздуха пневматических приборов, средств автоматизации и вспомогательной аппаратуры (пневмоприемников). В качестве источника пита-

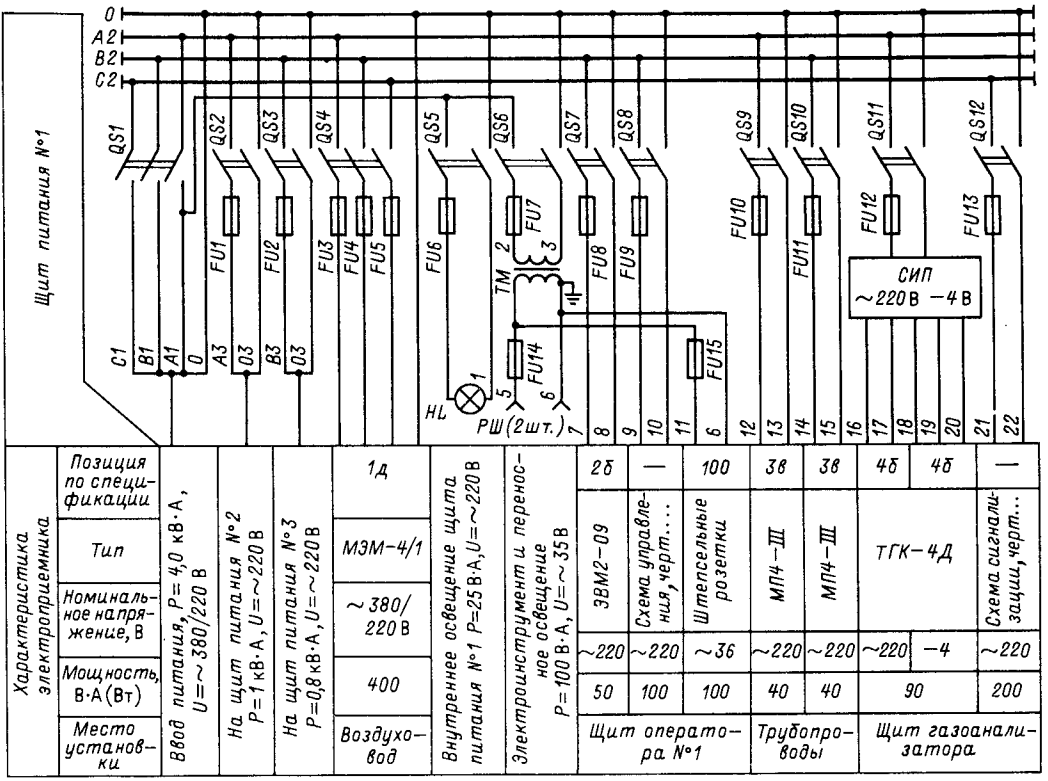


Рис. 2.13. Схема распределительной сети

ния для пневматических систем автоматизации используют энергию сжатого воздуха от воздушных компрессорных установок систем воздухоснабжения промышленных предприятий.

Для бесперебойного снабжения систем автоматизации сжатый воздух, поступающий из общих систем воздухоснабжения, должен в обязательном порядке проходить специальную воздухоподготовку, предусматривающую очистку от пыли и масла и осушение.

Принципиальные пневматические схемы питания разрабатывают в основном для больших комплексов пневмоприемников. При небольшом числе пневмоприемников отдельные схемы не выполняют, а аппаратуру пневмопитания предусматривают и показывают на принципиальных схемах автоматического регулирования.

На схемах пневмопитания (рис. 2.14) установлен следующий порядок расположения вспомогательной аппаратуры по направлению питания: запорный орган *В*, воздушный фильтр *Ф*, редуктор *Р*, контрольный манометр *М* с трехходовым краном *К*. На всех коллекторах и воздухопроводах от источника питания (главных или цеховых распределительных коллекторов) до индивидуальных редукторов указывают диаметр условного прохода труб d_y и номинальное давление сжатого воздуха. Воздухопроводы на принципиальных схемах пневмопитания не маркируют, их маркировку проводят на схемах внешних трубных проводок. Чтобы определить, как организовано индивидуальное питание пневмоприемников, используют таблицу с характеристикой пневмоприемников, которая расположена на схеме внизу.

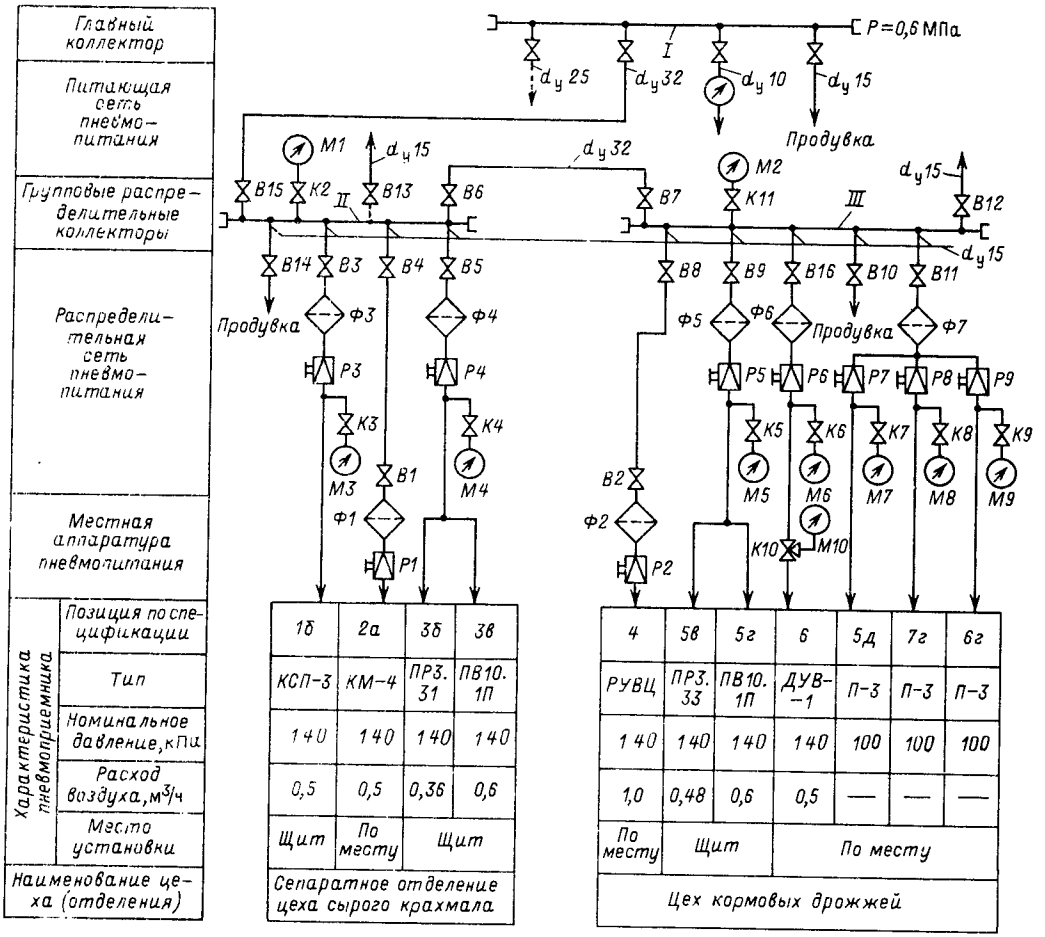


Рис. 2.14. Принципиальная пневматическая схема питания

ОБЩИЕ ВИДЫ ЩИТОВ И ПУЛЬТОВ

Щиты и пульты систем автоматизации предназначены для размещения средств контроля и управления технологическим процессом, а также устройств сигнализации, защиты, блокировки, питания и линии связи между ними (трубная и электрическая коммутация и т. п.).

На схемах общих видов щитов и пультов изображены:

фронтальная плоскость щита (или рабочая плоскость пульта) с упрощенным изображением и координацией монтируемых на плоскость приборов, средств автоматизации и элементов мнемосхем;

плоскость (или ее участок) щита и пульта с упрощенными изображениями и координацией устройств для ввода электрических и трубных проводок;

схема сочетания панелей (многопанельного, многошкафного) щита или пульта в плане с разбивкой на блоки (в случае блочных щитов и пультов);

таблицы надписей на табло и в рамках (на планках), расположенных у приборов и средств автоматизации;

технические требования на изготовление;

спецификация щитов и пультов и перечень устанавливаемых с фронтальной стороны щита и рабочей плоскости пульта приборов и аппаратуры (попанельно).

В необходимых случаях могут выполняться разрезы и отдельные узлы щитов и пультов. Например, в каркасных щитах показывают вертикальный разрез щита с изображением и координацией устройств для электрических и трубных проводок (короба, лотки, коллектор сжатого воздуха и т. д.).

На фронтальной плоскости щита (или рабочей плоскости пульта) показывают (в упрощенном изображении) приборы, средства автоматизации и элементы мнемосхемы и проставляют габаритные размеры щитов или пультов и размеры, координирующие установку всех приборов и средств автоматизации, закрепленных на этих плоскостях (рис. 2.15). Около изображений приборов указывают их позиции по заказным специ-

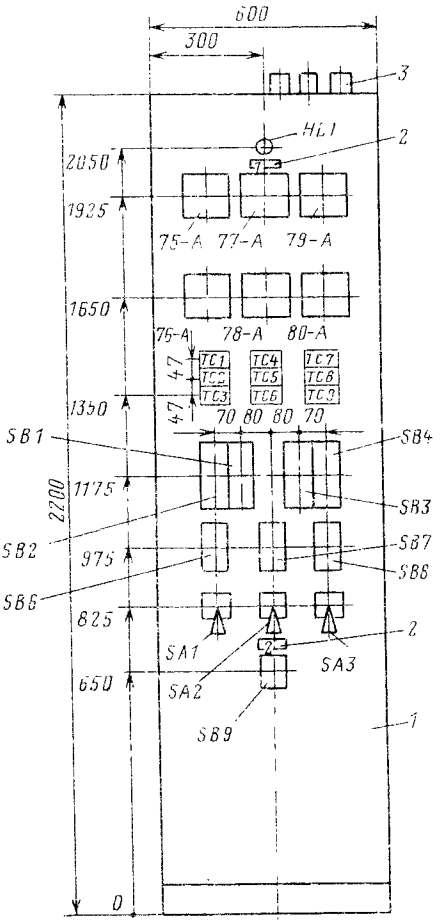


Рис. 2.15. Общий вид шкафного щита:
1 – щит шкафный ЩШ-3Д-2200 × 600 × 600, ОСТ 36.13–76; *2* – рамка для надписей РПМ-55, ТУ 36.1130–74; *3* – кабельные вводы

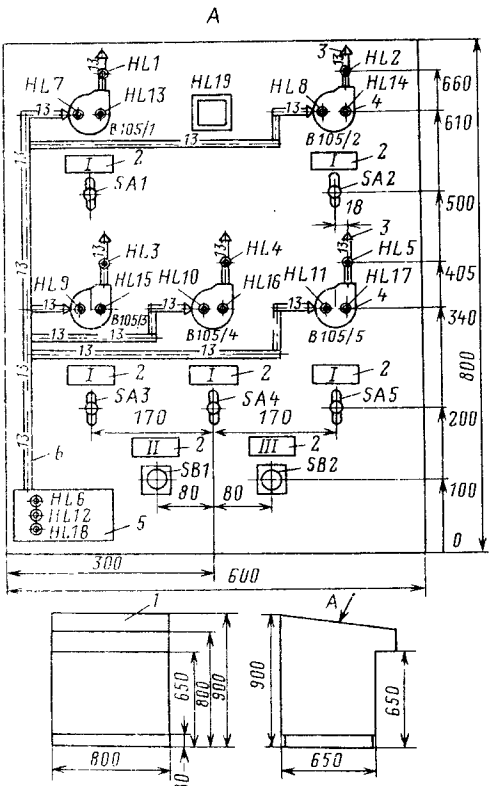


Рис. 2.16. Общий вид пульта с мнемосхемой:
1 – корпус пульта; *2* – рамка для надписей; *3* – символ стрелки; *4* – символ насоса; *5* – символ емкости; *6* – символ трубопровода (полоса шириной 6 мм); *SB1* – кнопка опробования сигнализации; *SA3–SA4* – ключи управления; *B105/1–B105/5* – технологические обозначения насосов; *HL19* – сигнальное табло; *HL6* и *HL7–HL11*, *HL12* и *HL13–HL17*, *HL18* – арматура сигнальной лампы со стеклами соответственно желтого, красного и зеленого цветов; *I* – включено-выключено; *II* – опробирование сигнализации; *III* – съем сигнала

фикациям, около изображений аппаратуры управления и сигнализации – их буквенно-цифровое обозначение по принципиальным электрическим или пневматическим схемам. Для пояснения назначения прибора или аппарата, установленного на фронтальной плоскости щита (или рабочей плоскости пульта), под прибором или аппаратом, как правило, устанавливают рамку с надписью.

На рабочих плоскостях щитов или пультов управления сложными технологическими процессами могут при необходимости размещаться мнемосхемы. На рис. 2.16 дан пример мнемосхемы, расположенной на пульте.

Таблица 2.12. **Перечень элементов к рис. 2.15**

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип	Число	№ устаиовочиого чертежа
	Щит ЩШ-ЗД-2200×600×600 ОСТ 36.13–76			
75.А–80.А	Амперметр	Э-761	6	ТК4-1079-68
HL1	Арматура с молочной линзой	АС-220	1	ТК4-1117-68
HL2 – HL10	Табло световое	ТСМ	9	ТК4-1123-68
SB9	Кнопка управления	КУ-121-1	1	ТК4-1142-68
SB6 – SB8	То же	КУ-121-2	3	ТК4-1143-68
SB1 – SB4	» »	КУ-121-3	4	ТК4-1144-68
SA1 – SA3	Универсальный переключатель	УП-5313-С322	3	ТК4-1217-78

Ввод в щит электрических и трубных проводок предусматривается, как правило, снизу или сверху и как исключение – сбоку щита. Для удобства монтажа и эксплуатации при прочих равных условиях предпочтение должно отдаваться вводу проводок снизу щита или пульта.

Устройства для ввода проводок (сальников, втулок, переборочных соединителей и т. д.) изображают в упрощенном виде и координируют.

Если щит или пульт состоит из нескольких панелей, то на чертеже общего вида А приводится схема сочетаний панелей. При применении блочных щитов и пультов на схеме сочетания панелей должна быть показана разбивка на блоки.

В чертежах общих видов приводится также перечень элементов (табл. 2.12). В перечне указывают: позиции приборов и средств автоматизации по заказным спецификациям и позиционное обозначение аппаратуры по принципиальиым электрическим и пневматическим схемам, наименование, тип, количество, номер установленного чертежа, примечание.

Технические требования к чертежам общего вида щита или пульта выполняют согласно ГОСТ 2.316–68 и помещают над основной надписью на чертеже с изображением фронтальной плоскости. В общем случае в технических требованиях указывают, какие размеры являются справочными, вариант антикоррозионного и декоративного покрытия данной щитовой продукции, а также на основании каких принципиальных схем выполнены схемы или таблицы соединений и соответственно таблицы подключений.

СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ ЩИТОВ И ПУЛЬТОВ

Схемы соединений щитов и пультов выполняют на основании принципиальных схем и чертежей общих видов щитов, пультов, мнемосхем и т. п. Схемы соединений выполняют адресным или табличным способом.

Электрические схемы соединеиий, выполняемые адресиым способом. Схема соединеиий адресным способом выполняется без масштаба на один щит, пульт, статив и т. п. Обычно электрические проводки показывают на одной схеме, трубные – на другой. Могут иметь место и комбинированные схемы, сочетающие оба вида проводки. На электрических схемах соединений приборы и аппараты изображают упрощенно в виде прямоугольников. Над прямоугольником или рядом с ним помещают окружность, разделенную горизонтальной чертой. Цифры в числителе показывают порядковый номер изделия по схеме соединений. Порядковые номера присваивают попанельно, обычно слева направо сверху вниз. В знаменателе записывают позициоиное обозначение по прииципиальной схеме, например на рис. 2.17: *18* – порядковый номер изделия, *2ПР* – позиционное обозначение.

Жилы проводов и кабелей к аппаратам и приборам подключают к их выводным зажимам. Последние условно изображают на схемах окружностями в соответствии с их действительным расположеиием. В большинстве случаев выводные зажимы приборов

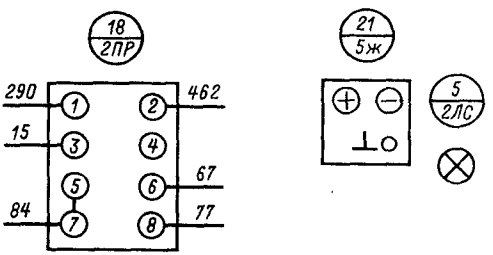


Рис. 2.17. Обозначение приборов и аппаратов

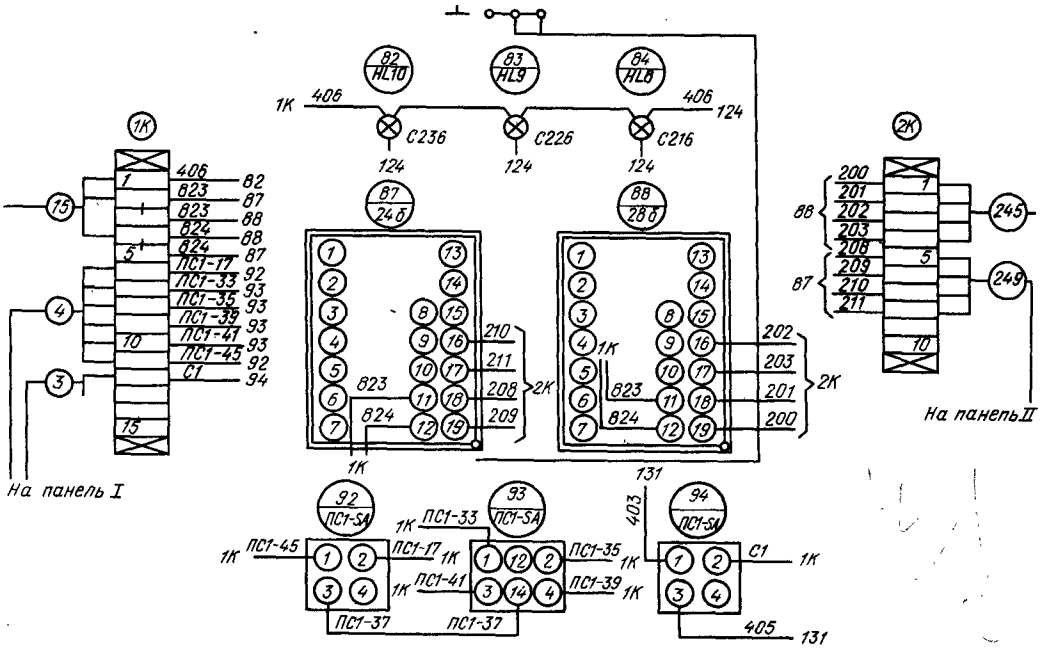


Рис. 2.18. Монтажная схема щита, выполненная адресным способом

имеют заводскую маркировку. В этих случаях ее вписывают в окружности (рис. 2.17). Если выводные зажимы аппаратов заводской маркировки не имеют, их маркируют на схемах соединений условно арабскими цифрами в порядке возрастания, что оговаривается в поясняющей надписи.

Для уяснения принципа чтения схемы соединений щита, выполненной адресным способом, рассмотрим схему, приведенную на рис. 2.18.

Порядковые номера изделий на схеме используются для обозначения адресов. Схему читаем слева направо и сверху вниз. Провод, присоединенный к зажиму *1* в ряду *1К*, имеет маркировку *406*, но он никуда не присоединен, написан адрес, в данном случае *82*. Находим элемент *82*. Это лампа *HL10*. Провод от нее имеет ту же маркировку *406*, и возле него написан обратный адрес *1К*.

Соединение между лампами *HL10 – HL8* показано непосредственно, так как лампы расположены на щите. От лампы *HL8* провод *406* уходит к элементу *124* (на рис. 2.18 не показан).

Следующим в ряду *1К* является провод *823*, присоединенный к зажиму *2*. Адрес *87* указывает на прибор *87*. Находим среди его выводов тот, к которому присоединен провод *823*, это вывод *11*. Чтобы убедиться в правильности решения, обращаемся к обратному адресу. Между зажимами *2* и *3* показана перемычка, следовательно, провода, присоединенные к ним, должны иметь одну и ту же маркировку, в данном случае *823*. Но провода идут к различным приборам, поэтому адреса различны: от зажима *2* – адрес (как уже выяснено) *87*, от зажима *3 – 88*. Легко убедиться в том, что провод *823* подходит к выводу *11* прибора *88*, прочитав обратный адрес *1К*.

Провод с маркировкой *ПС1 – 17* имеет адрес *92*. У прибора *92* он присоединен к выводу *2*, у которого показаны та же маркировка (*ПС1 – 17*) и обратный адрес *1К*. Кроме того, на схеме показаны перемычки внутри прибора *92* и между расположенными рядом приборами *92* и *93*. Внешние соединения выполнены так, что особых пояснений не требуют.

Схемы соединений и подключений, выполненные табличным способом. Данный способ получает все большее распространение, так как позволяет осуществлять машинное проектирование. При табличном способе выполнения схем соединений предусматривается непрерывная прокладка проводов по каркасу щита. Для этого проводки вписывают в таблицу, как правило, по возрастанию номеров маркировки цепей в электрической прин-

ципиальной схеме. Учитывая расположение приборов и аппаратуры в щите с внутренней стороны, проводникам задают кратчайшее расстояние. При этом соблюдают правило, чтобы начало каждого последующего проводника было на том же аппарате, где окончился предыдущий проводник, электрические проводники из схем управления идут раньше проводников цепей измерения. Последними указывают проводники заземления приборов, аппаратов и конструкций, на которых эти приборы и аппараты установлены. В табл. 2.13 показан фрагмент таблицы соединения.

В графе «Проводник» записана маркировка проводов согласно электрической схеме (или схеме внешних соединений). В графах «Откуда идет» и «Куда поступает» указаны адреса (направления) прокладки проводов. Адреса указаны в виде дроби, в числителе которой приведены позиционные обозначения приборов или аппаратов, а в знаменателе – номер зажима прибора, аппарата или набора зажимов, например: *LXT3/1* – первый зажим в третьей сборке коммутационных зажимов; *SA1/2* – второй контакт первого ключа и т. п. Когда в графе «Откуда идет» требуется записать общие цепи, т. е. несколько раз повторить один и тот же адрес, поступают так. Адрес записывают только один раз и больше его не повторяют. В графе «Данные провода» указывают марку провода, сечение, а при необходимости цвет и марку.

Таблица 2.13. **Таблица соединений**

Проводник	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
1	LXT3/1	SA1/1	ПВ1 × ×0,75	
2	SA1/1	SA1/3		
2	SA1/2	SB1/11		
3	SB1/12	SB/13		
3	SB1/13	XT3/7		
4	LXT3/8	SB1/14		
4	SB1/14	K2/14		
6	K2/13	K1/24		
5	K1/23	K1/41		
5	K1/41	K3/13		
5	K3/13	K4/13		
5	K4/13	K4/23		
5	K4/23	SA1/4		
5	SA1/4	XT3/2		
8	LXT3/3	K1/31		
8	K1/31	KT1/13		
11	KT1/A	K1/32		
12	K1/A	K1/14		
12	K1/14	KT1/14		

При правильном чтении таблиц несмотря на отсутствие наглядной схемы можно отчетливо представить себе все имеющиеся в щите соединения. Таблицу соединений рассматривают совместно с чертежом компоновки приборов и аппаратуры. Поступают для этого следующим образом. Адреса приборов и аппаратов, указанных в таблице, отыскивают на чертеже компоновки и между ними мысленно прокладывают рассматриваемые линии связи. Этому способствует то, что на чертеже компоновки нанесены места прокладки основных потоков электрических проводок. Последовательно переходя от одной линии связи к другой, прочитывают всю таблицу.

В табличных монтажных схемах могут отсутствовать изображения внешних цепей кабелей и проводов, подходящих к щиту и связывающих его с другими средствами автоматизации. Практика выполнения монтажных работ в щитовых помещениях показала, что необходимо выполнять два типа таблиц: соединений – для прокладки линии связи внутри щита или пульта и подключений – для присоединения внешних проводников.

Таблицу подключения внешних проводок выполняют в порядке, соответствующем расположению приборов и аппаратуры в щите, на внутренней стороне, слева направо, сверху вниз, последовательно по стенкам, левая, передняя, правая.

В табл. 2.14 показан фрагмент таблицы подключений щита.

В графе «Вид контакта» для каждого прибора или аппарата проставляют и подчеркивают его позиционное обозначение. Для приборов при необходимости кроме позиционного обозначения указывают номер колодки или номер штепсельного разъема. Далее для реле указывают условные обозначения видов контактов и условное обозначение катушки: з – замыкающий контакт, р – размыкающий контакт, к – катушка реле.

Переключающий контакт записывают в двух разных сторонах: контакт замыкающий и размыкающий. При этом общий вывод записывают один раз в той же строке, что и размыкающий контакт (табл. 2.14, пример записи контактов реле К4). В графе «Вывод» для каждого прибора или аппарата перечисляют номера его выводов, для перемычек, выполняемых на аппарате, приводится сокращенное обозначение «П». В графе «Проводник» против соответствующих номеров выводов приборов указывают номера

Таблица 2.14. **Таблица подключений щита**

Проводник	Вывод	Вид контакта	Вывод	Проводник
		К2		
20	13	—	п14	18*
19	21	р	п22	18*
34	31	р	32	5
37	41	р	п42	39*
7	А	к	пВ	39
		К3		
22*	13	з	14	25*
27	21	р	22	31
39	33п	з	34	37
41	А	к	пВ	39*
		К4		
11	11	р	12	16
17	21	р	22	25*
47	23	з		
58	31п	р	32	61
58*	Ап	к	В	20

проводок, подключаемых к данному выводу. Если два проводника подводятся к одному выводу, то около обозначения проводника стоит звездочка.

СХЕМЫ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

На этих схемах изображают прокладываемые вне щитов электрические провода, кабели, импульсные, командные, питающие, продувочные и дренажные трубопроводы, защитные трубы, короба, лотки и металлорукава с указанием их номера, типа (марок) и длин. На чертежах этих схем в виде условных обозначений в соответствии с действующими стандартами показываются:

отборные устройства и первичные преобразователи, встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы;

приборы и средства автоматизации, устанавливаемые вне щитов и пультов;

щиты, пульты, стативы и т. п.;

вспомогательные устройства (соединительные и протяжные коробки, фитинги, коробки свободных концов термопар и т. п.);

устройства заземления щитов, приборов и других токоприемников.

Схемы внешних электрических и трубных проводок содержат также сведения, которые позволяют установить, на основании какого чертежа следует выполнять установку прибора или щита на месте монтажа, их позиции по заказной спецификации и сводную спецификацию кабелей, проводов, соединительных и разветвленных коробок, труб и арматуры, предусмотренных данной схемой.

В зависимости от принятой схемы автоматизации и применяемых в ней приборов и средств автоматизации их соединяют между собой с помощью электрических, пневматических или гидравлических лиий связи. Преобладание того или иного энергетического носителя определяет характер схем внешних соединений. На практике встречаются следующие разновидности схем внешних соединений: трубных проводок, электрических проводок; совмещенные схемы электрических и трубных проводок.

Примеры выполнения схем внешних соединений электрических и трубных проводок приведены на рис. 2.19.

Кроме схем внешних электрических и трубных проводок, выполненных графическим способом, в проектах автоматизации могут встретиться схемы соединений и подключений внешних проводок, выполненные табличным способом.

В состав рабочего проекта «Временными указаниями по проектированию систем автоматизации технологических процессов» ВСН 281 – 75/Минприбор эти документы не включены. Подробно этот вопрос рассмотрен в руководящем материале РМ4-6-81, ч. III, ГПИ «Проектмонтажавтоматика».

Планы расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок (в дальнейшем – монтажные чертежи электрических и трубных проводок). Монтажные чертежи электрических и трубных проводок являются основными рабочими чертежами проекта автоматизации. Это документы, показывающие расположение приборов и средств автоматизации и взаимосвязь между ними на планах расположения технологического оборудования и трубопроводов автоматизируемого объекта. Приборы и средства автоматизации с относящимися к ним трубными и электрическими проводками изображают на чертежах поэтажных планов и разрезов зданий и сооружений. Число планов и разрезов по отдельному зданию или сооружению может быть различным в зависимости от насыщенности установки приборами и средствами автоматизации, трубными и электрическими проводками, от их расположения на объекте. В общем случае на монтажных чертежах электрических и трубных проводок приводят:

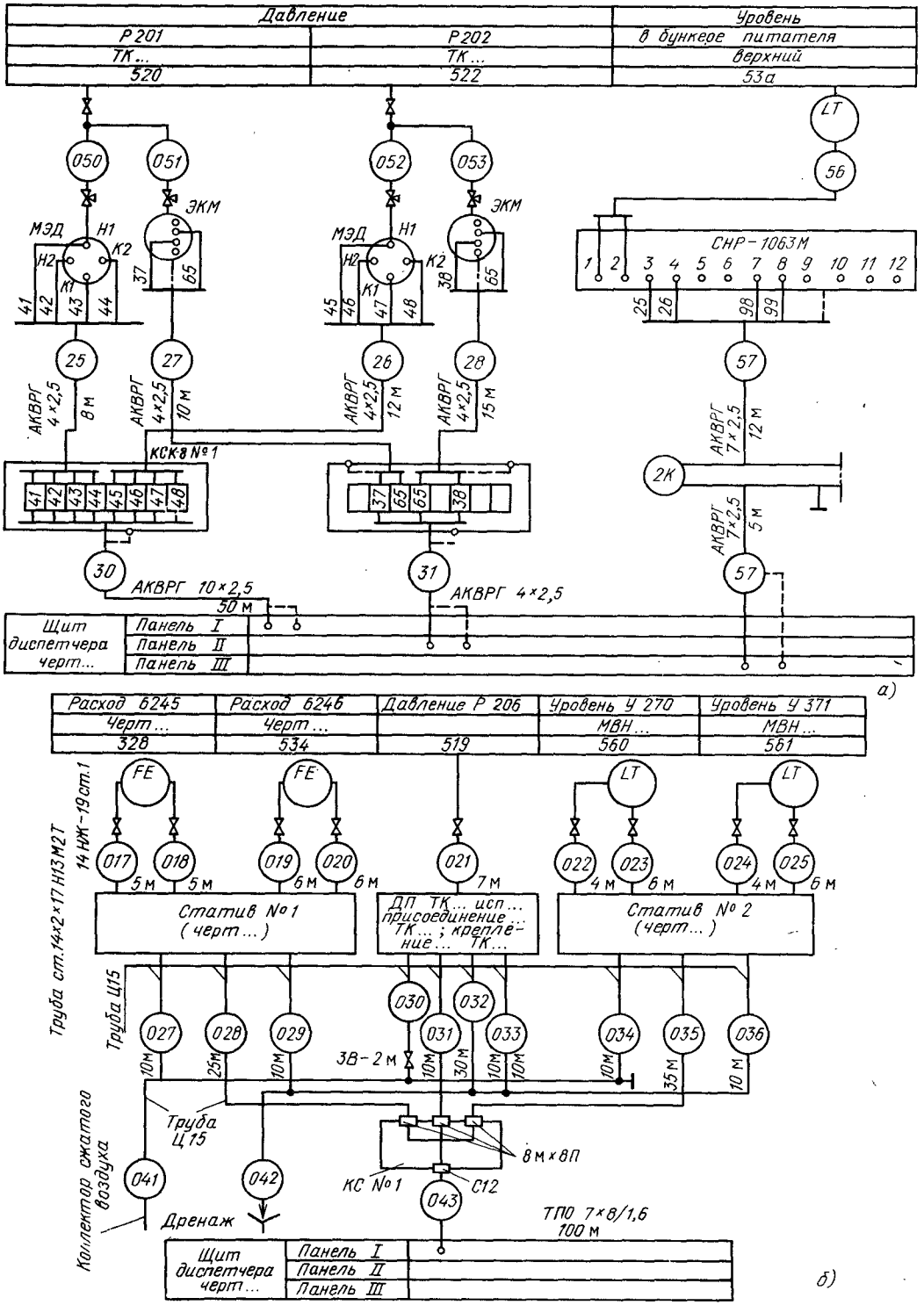


Рис. 2.19. Фрагмент схемы внешних соединений электрических проводок (*а*) и трубных проводок с применением пневмокабеля (*б*)

контуры здания объекта, цеха и промышленной площадки с указанием каналов, планировочных отметок, а также обозначений осей и рядов колонн, выполненных тонкими линиями;

отборные устройства, первичные приборы и регулирующие органы, расположенные на технологическом оборудовании и трубопроводах;

приборы, регуляторы и исполнительные механизмы, электроаппаратуру и другое оборудование, устанавливаемое вне щитов;

щиты и пульты автоматизации;

соединительные и проходные коробки, коробки свободных концов преобразователей термоэлектрических (термопар), термостаты;

электрические провода и кабели в защитных трубах, лотках, коробах и т. д., а также трубопроводы к приборам и СА;

спецификацию монтажных изделий и материалов;

таблицу условных графических обозначений, если применены нестандартные обозначения;

технические требования и пояснения;

основную надпись (штамп).

Благодаря тому что электрические и трубные проводки на монтажных чертежах совмещены с контурами и отметками строительной части объекта, при чтении чертежей удается получить четкое представление о местах прокладки проводок. Монтажные чертежи, как правило, выполнены в том же масштабе, что и чертежи поэтажных планов, т. е. 1 : 100 или 1 : 50. В результате сохраняются реальные пропорций между длинами проводок и размерами строительных элементов зданий и сооружений. Масштаб монтажного чертежа позволяет определить ориентировочную протяженность той или иной линии связи между приборами и средствами автоматизации. Наличие на монтажных чертежах изображений технологического оборудования и трубопроводов, а также приборов и средств автоматизации создает хорошую ситуационную картину и позволяет представить себе объект автоматизации в целом.

В качестве примера на рис. 2.20, *а* показаны (слева направо): общее обозначение щита, щит из нескольких панелей, коробка без зажимов, коробка с зажимами, пост кнопочный на две кнопки, пост кнопочный на три кнопки, общее обозначение разъемного соединения. Вообще любое оборудование может быть изображено прямоугольником, в который вписывают необходимый символ,

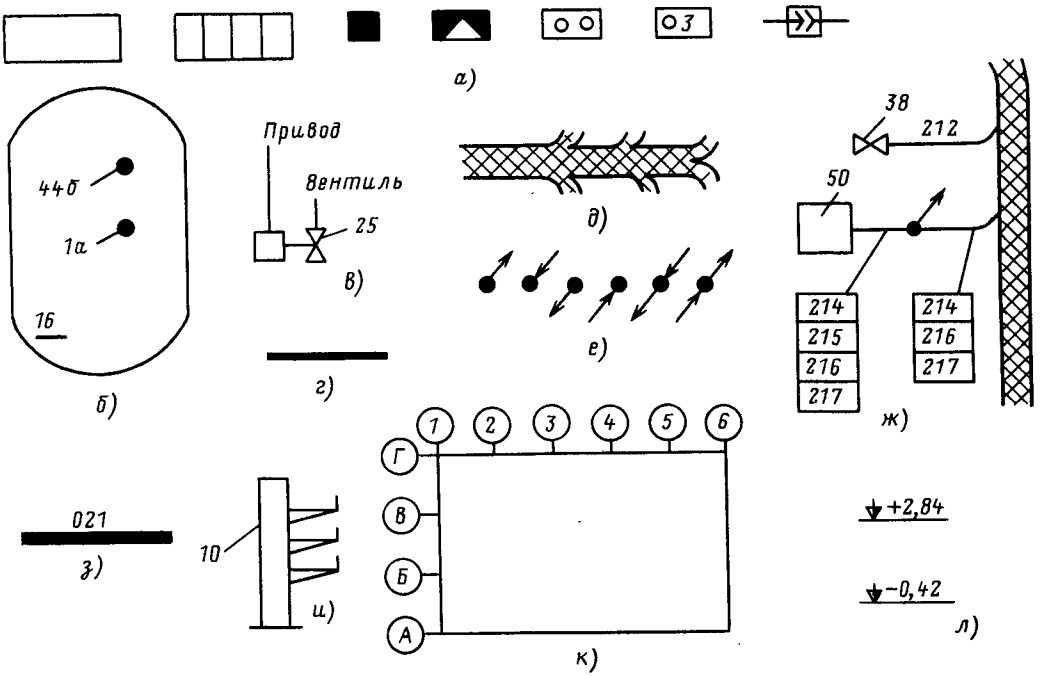


Рис. 2.20. Обозначения щитов, пультов и других средств автоматизации, мест установки первичных приборов и отборных устройств, проводов, кабелей и их потоков, расположение осей отметок строительных конструкций

номер или буквы, значения которых пояснены в примечаниях и таблицах.

Технологическое оборудование обозначают в виде контуров тонкими линиями, а номер позиции по спецификации технологической части проекта подчеркивают (на рис. 2.27, *б* изображения резервуара *16*).

Средства автоматизации, относящиеся к системе автоматизации, имеют номера позиций, состоящие из цифр и букв, например *1а* и *44б* на рис. 2.20, *б*. Отборные устройства, первичные приборы, датчики, встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы, обозначают зачерненными точками без стрелок. Точки со стрелками (пояснения к рис. 2.20, *е*) имеют другое значение.

Средства автоматизации, относящиеся к технологической части, имеют номера позиций, содержащие только цифры без букв, например *25* на рис. 2.20, *в*. Позиции записывают на поле чертежа, не заключая в квадраты, прямоугольники, окружности и т. п., а выноски к позициям вычерчивают без полок.

Линии электрической связи (кабели, потоки проводов) изображают линиями различной толщины (рис. 2.20, *г*, з), которые могут разветвляться на несколько линий (рис. 2.20, *д*), пространство между которыми заштриховывают.

Линии, идущие на другие отметки, показаны на рис. 2.20, *е*. Слева направо изображены: линии, уходящая вверх, приходящая сверху и уходящая вниз, приходящая снизу и уходящая вниз, приходящая снизу и уходящая вверх.

Линии электрической связи маркируют арабскими цифрами без нулей (*212*, *214—217* на рис. 2.20, *ж*), либо заключают в прямоугольники (*214—217*), либо записывают над изображением линии связи (*212*).

Трубные линии связи имеют перед номером 0, например 021 (рис. 2.20, *э*).

Монтажные изделия и материалы имеют позиции по спецификации, которые записывают на полках линий-выносок (рис. 2.20, *и*).

Горизонтальные оси на строительных чертежах обозначают русскими прописными буквами, счет идет снизу вверх. Оси, расположенные на чертеже вертикально, нумеруют арабскими цифрами, счет — слева направо (рис. 2.20, *к*). Отметки отсчитывают от нулевой (0.00) и выражают в метрах. На рис. 2.20, *л* отметка + 2,84 лежит выше (+) отметки 0.00 на 2,84 м, а отметка — 0,42 расположена ниже (—) отметки 0.00 на 0,42 м. Расстояиие между отметками 2,84 — (— 0,42) = 3,26 м.

На рис. 2.20, *ж* показаны: прибор *50*, вентиль *38*, групповая линия связи, состоящая из четырех линий *214—217*. Кабель *215* уходит вверх (точка со стрелкой), далее идут кабели *214—216* и *217*, вливающиеся в групповую линию связи (лентообразная лиияя), в нее же входит кабель *212*.

Чертежи электрических и трубных проводок выполняют на основании:

1) архитектурно-строительных чертежей объекта, цеха, площадки с указанием проемов, каналов, закладных устройств и т. п.;

2) чертежей технологической части объекта, касающихся размещения технологического оборудования, трубопроводов с врезанными в них отборными и закладными устройствами, а также регулирующими запорными органами. Все перечисленные СА указывают и координируют иа чертежах технологической части проекта;

3) принципиальных схем автоматизации;

4) схем внешних соединений электрических и трубных проводок;

5) чертежей щитов, пультов, стативов.

Чтение монтажных чертежей проводок является завершающим этапом рассмотрения чертежей проекта автоматизации объекта. Поэтому специалист, читающий монтажный чертеж проводок, уже имеет необходимую информацию об объекте автоматизации. Из чертежей технологической части известна в общих чертах технология данного производства, имеются сведения о средах, заполняющих технологические трубопроводы. Известна также расстановка приборов и средств автоматизации на технологическом оборудовании и трубопроводах.

Из принципиальных схем автоматизации, схем электрических и трубных проводок, а также чертежей щитов, пультов, стативов известны типы примененных приборов и средств автоматизации, а также взаимосвязи между ними. Кроме того, предыдущее значение схем позволило уяснить маркировку приборов и средств автоматизации, а также трубных и электрических проводок. Поэтому на монтажном чертеже нетрудно отыскать отборные устройства, первичные приборы и регулирующие органы, расположенные на том или ином технологическом оборудовании или трубопроводах.

Спецификация монтажных изделий и материалов является неотъемлемой частью монтажного чертежа. Ее размеры размещают в правой части над основной надписью. В спецификацию вносят основные монтажные изделия и материалы; трубные блоки, короба, мосты, лотки и узлы крепления их к конструкциям зданий и сооружений. Всем специфицируемым монтажным изде-

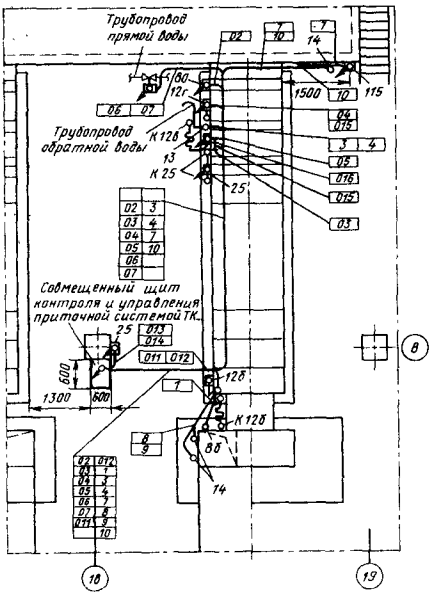


Рис. 2.21. Фрагмент монтажного чертежа электрических и трубных проводок вентиляционной камеры

лиям и материалам присваивают позиции, которые указывают как в спецификации, так и на полках линий-выносок, располагаемых на основном поле чертежа. Кроме того, в спецификации вносят обозначения и число монтажных изделий и материалов.

Существует определенный порядок записи в спецификацию монтажных изделий и материалов, который позволяет легко ориентироваться в ней и быстро отыскивать требуемое изделие. Последовательность записи в спецификацию монтажных изделий (конструкций) и материалов следующая: блоки трубные, короба стальные, мосты, лотки, кабельные конструкции, швеллеры, уголки, листы, полосы и т. д.; крепления блоков трубных или труб, коробов стальных, мостов, лотков, крепления одиночных труб и кабелей, проходы коробов стальных через стены и перекрытия; проходы трубных и электрических проводок через открытые проемы в стенах; проходы трубных и электрических проводок уплотненные через стены и перекрытия; проходы пневмокабелей уплотненные через стены; проходы трубных или кабельных одиночных проводок через стены и перекрытия.

При большой насыщенности монтажного чертежа спецификацию выполняют на отдельных листах.

Технические требования и пояснения на монтажных чертежах содержат ссылки на чертежи, послужившие основой для составления данного монтажного чертежа, и необходимые уточнения по размещению проводок на объекте.

Рассмотрением монтажных чертежей электрических и трубных проводок завершается изучение проекта автоматического управления технологическими процессами. Пример выполнения монтажного чертежа приведен на рис. 2.21.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка содержит краткое, но достаточное для понимания изложение основных технических решений проекта, необходимых при выполнении монтажных и наладочных работ. В отдельных случаях для технически сложных проектов в состав пояснительной записки включают схемы, графики, фотоиллюстрации, которые не входят в состав графических материалов проекта.

Допускается повторное изложение в записке данных, содержащихся в других материалах проекта, на которые необходимо обратить внимание заказчика проекта и монтажно-наладочных организаций.

При использовании типовых проектов, типовых технических решений и документации на системы управления, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием, в соответствующих разделах проекта даются ссылки на упомянутые материалы и отражаются изменения и дополнения, вносимые при их привязке.

Пояснительная записка к проекту должна содержать следующие основные разделы: общую часть, краткую характеристику объекта автоматизации, основные технические решения, задания генпроектировщику, капитальные затраты и экономическую эффективность создания системы автоматизации.

В общей части пояснительной записки приводятся обоснования для разработки проекта, конкретная задача проекта и исходные данные для проектирования. Кроме этих сведений могут быть приведены ссылки на материалы и документы согласования основных проектных решений, а также имевшие место изменения и дополнения задания на проектирование и т. п.

В разделе «Краткая характеристика объекта автоматизации» приводится общая характеристика объекта управлеиия с указанием сведений об основных подразделениях,

масштабах, характере и особенностях производств и технологических процессов, территориальном размещении подразделений. При описании технологических процессов приводятся сведения об особенностях работы технологического оборудования.

Излагаются также требования, предъявляемые к точности управления и контроля технологических процессов, а также оценка уровня автоматизации и подготовленности технических процессов к автоматизации с использованием современных технических средств. При необходимости изменения отдельных узлов технологической схемы или замены оборудования для создания системы автоматизации требуемого уровня генпроектировщику выдается техническое задание.

Раздел «Основные технические решения» выполняется в виде двух подразделов.

В первом подразделе дается описание организационной структуры управления объектом:

а) краткое описание и анализ существующей организационной структуры управления технологическим объектом (для действующих объектов);

б) обоснование принятой в проекте структуры управления технологическим объектом с учетом распределения сформулированных функций и решаемых задач между отдельными иерархическими ступенями управления;

в) права и обязанности оперативного персонала;

г) сведения об организации и размещении пунктов управления и сбора производственной информации и их взаимосвязи (со ссылкой на графические материалы проекта);

д) требования по обеспечению связи проектируемой системы управления с системами более высокого уровня.

Во втором подразделе приводятся обоснования выбора комплекса технических средств системы автоматизации, необходимости разработки новых технических средств, использования в проекте особо дефицитных кабелей, проводов, электроаппаратуры и т. п. и сведения о наличии согласования в установленном порядке возможности их поставки.

В случае использования в проекте нестандартизованного оборудования в данном подразделе излагаются соответствующее обоснование, назначение, краткое описание и основные технические характеристики этого оборудования.

В разделе «Задание генпроектировщику» приводятся перечень (с указанием шифра документов) и сведения о выполненных в проекте и выданных генпроектировщику (заказчику, смежным организациям) заданиях на разработки в смежных частях проекта, связанные с автоматизацией технологических процессов.

Сведения о капитальных затратах на создание системы автоматизации и ее экономической эффективности составляют содержание следующего раздела пояснительной записки. Приводится общая стоимость системы, в том числе стоимость технических средств и оборудования, монтажа и разработки проекта. Расчет экономической эффективности выполняется, как правило, генпроектировщиком и приводится в пояснительной записке по согласованию с исполнителем со ссылкой на него.

Пояснительная записка к рабочему проекту содержит следующие сведения: общую часть, краткую характеристику объекта автоматизации, основные технические решения, указания к монтажным чертежам.

В общей части пояснительной записки указываются сведения об утверждении проекта с указанием утверждающей инстанции, о согласовании изменений отдельных технических решений и дополнений, принятых при утверждении проекта и в процессе разработки рабочей документации, и об уточненных заданиях генпроектировщику (смежным организациям, заказчику).

Краткая характеристика объекта приводится в том же объеме, что и к проекту, так как техническая документация проекта монтажным и наладочным организациям не передается.

В разделе «Основные технические решения» приводятся следующие данные: краткое описание принятой в проекте структуры управления объектом, сведения о размещении пунктов управления, щитов, пультов, описание систем технологического контроля, автоматического регулирования, управления и сигнализации, сведения о вновь разрабатываемых приборах и средствах автоматизации, результаты инженерных расчетов (в виде таблиц) систем автоматического регулирования, сужающих устройств и регулирующих органов.

Указания к монтажным чертежам должны предусматривать:

особенности установки технических средств и выполнения проводок, обусловленных требованиями инструкций по монтажу и эксплуатации и спецификой производства (установка на амортизаторах, поддув чистого воздуха, теплоизоляция проводок, применение специальных монтажных материалов и т. п.);

сведения о применении типовых блоков, узлов и монтажных изделий для обеспечения индустриализации монтажных работ (со ссылкой на монтажные чертежи);

краткие пояснения к монтажным и установочным чертежам проекта.

Содержание разделов пояснительной записки при одиостадийном проектировании (рабочий проект) аналогично приведенному для стадии проекта и рабочей документации.

ЗАЯВОЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ И ЗАКАЗНЫЕ СПЕЦИФИКАЦИИ НА ОБОРУДОВАНИЕ И МОНТАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Заявочные ведомости составляют на стадии проекта на следующее оборудование и монтажные материалы: приборы и средства автоматизации, средства вычислительной техники, электроаппаратуру, трубопроводную арматуру, щиты и пульты, основные монтажные материалы и изделия, нестандартизованное оборудование.

Заявочные ведомости оформляют в виде укрупненного перечня оборудования и монтажных материалов с указанием их основных технических характеристик. На основании заявочных ведомостей составляют сметный расчет стоимости на приобретение и монтаж технических средств автоматизации. Заявочные ведомости должны как можно полнее и точнее определять оборудование и монтажные материалы, необходимые для создания систем автоматизации.

Заявочные ведомости составляют на основании типовых чертежей, типовых проектов, аналогов, проектов повторного использования, а при их отсутствии — по дополнительным материалам, которые разрабатываются на стадии проекта. Эти материалы составляют в виде эскизных проработок без включения в состав проекта.

Заказные спецификации составляют на стадии рабочей документации на следующее оборудование и монтажные материалы: приборы и средства автоматизации, средства вычислительной техники, электроаппаратуру, щиты и пульты, трубопроводную арматуру, кабели и провода, основные монтажные материалы и изделия (трубы, металлы, монтажные изделия), нестандартизованное оборудование.

В отличие от заявочных ведомостей в заказных спецификациях должны указываться исчерпывающие сведения, необходимые для заказа оборудоваиия и материалов.

Заказную спецификацию на приборы и средства автоматизации составляют на основании функциональных и принципиальных схем. При этом приборы и средства автоматизации рекомендуется перечислять сгруппированными в следующие параметрические группы: температура, давление и разрежение, расход, количество и уровень, состав и качество вещества, прочие приборы, регуляторы и комплектные устройства.

Позиционные обозначения, присвоенные приборам, и средства автоматизации в функциональных и принципиальных схемах в спецификации необходимо сохранять без изменения.

Заказную спецификацию на электроаппаратуру составляют в двух разделах: электроаппаратура, устанавливаемая на щитах и пультах, и электроаппаратура, устанавливаемая вне щитов и пультов.

Исходными материалами для составления спецификации являются принципиальные электрические схемы. Принятые в этих схемах позиционные обозначения электроаппаратуры в спецификациях сохраняются.

В спецификацию на щиты и пульты включают все щиты и пульты и их вспомогательные элементы, предусмотренные проектом автоматизации. Щиты и пульты, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием, включаются в спецификацию с примечанием «Имеется у заказчика» или «Поставляется комплектно с ...» (указывается оборудование).

В заказную спецификацию трубопроводной арматуры в сводном виде включают следующие виды трубопроводной арматуры: регулирующие органы, поставляемые арматурными заводами: запорную арматуру с электрическим, пневматическим и гидравлическим приводами; запориую арматуру с ручным приводом.

В заказную спецификацию кабелей и проводов включают все кабели и линии связи, прокладываемые вне щитов и пультов. Провода и кабели включают в спецификацию следующими разделами: силовые кабели, контрольные кабели, экранированные провода и кабели, кабели и провода связи, установочные провода, компенсационные провода. Кабели и провода включают в спецификацию в соответствии с указанными разделами в порядке возрастания числа жил и сечения.

Заказную спецификацию на основные монтажные материалы и изделия составляют в сводном виде следующими разделами: трубы, черные металлы, цветные металлы, монтажные изделия. В заказную

спецификацию включают материалы, необходимые для изготовления металлоконструкций, по которым осуществляют прокладку электрических и трубных проводок и установку щитов и пультов; монтажные изделия, поставляемые промышленностью. Вспомогательные монтажные материалы (припой, изоляционная лента, лакокрасочные материалы, резинотехнические и асбестовые изделия и т. п.) в спецификацию не включают, так как они поставляются монтажными организациями.

Исходными материалами для составления спецификации являются схемы внешних электрических проводок и трубных проводок, планы расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок, монтажные схемы щитов и пультов.

В заказную спецификацию нестандартизованного оборудования включают оборудование и изделия, необходимые для реализации данного проекта автоматизации, но не поставляемые промышленностью.

СМЕТА НА ПРИОБРЕТЕНИЕ И МОНТАЖ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Смету на приобретение и монтаж технических средств систем автоматизации составляют на стадии рабочего проекта, она является основным и неизменным документом, на основании которого осуществляются планирование капитальных вложений и финансирование строительства.

На основании сметы производят расчеты между генподрядной и субподрядной организациями, выполняющими монтаж систем автоматизации строящегося объекта.

До утверждения смету согласовывают с подрядной строительно-монтажной организацией. Согласование смет производят заказчик проекта с проектной организацией, которые обязаны по требованию подрядной организации предъявлять необходимые документы, подтверждающие объемы и стоимость работ.

Смета состоит из следующих разделов: оборудование, щиты и комплектуемая аппаратура, соединительные линии, материалы, не учтенные ценниками на монтаж, строительные работы.

Стоимость оборудования и материалов в смете определяют по действующим прейскурантам, стоимость монтажных работ — по ценникам на монтаж оборудования. При составлении смет на монтаж технических средств систем автоматизации используют ценники: № 8 — электрические установки, № 11 — приборы и средства автоматизации, № 12 — технологические трубопроводы, № 13 — технологические металлические конструкции. При составлении сметы могут быть использованы и другие ценники, например ценник № 10, а также единичные расценки, утвержденные в установленном порядке.

Основанием для разработки сметы являются заказные спецификации на материалы и оборудование.

2.4. ТИПОВЫЕ МОНТАЖНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

Типовые чертежи являются нормативно-техническими документами, определяющими в зависимости от назначения типы и основные параметры (размеры) узла или изделия, сортамент применяемых материалов, конструкцию узлов и деталей, общий способ установки средств автоматизации и монтажных изделий, общие технические требования и т. п. Применение типовых чертежей позволяет сократить объем проектной документации, так как появляется возможность многократного использования чертежей.

Внедрение типовых чертежей создало предпосылки для индустриализации монтажных работ. В настоящее время по типовым чертежам на промышленных предприятиях и монтажно-заготовительных мастерских (МЗМ) изготовляются различные узлы и изделия большой номенклатуры, которые используют при монтаже систем автоматизации. Вынос изготовления таких узлов и изделий за пределы строительно-монтажной площадки в ближайшем будущем даст возможность завершить внедрение нового прогрессивного метода монтажа, получившего название полносборного монтажа, позволит свести строительно-монтажные работы к проведению сборочных операций, а это в значительной мере повысит качество монтажных работ и производительность труда монтажников.

По назначению типовые чертежи подразделяют на типовые монтажные (ТМ), чертежи типовых конструкций (ТК) и чертежи закладных конструкций (ЗК). За буквами следуют три группы цифр: первая группа — индекс организации, разработавшей данный чертеж, вторая группа — порядковый номер чертежа, третья группа — год разработки. Например, ТМ4-6-84 означает: ТМ — типовой чертеж, 4 — индекс организации, разработавшей чертеж, 6 — порядковый номер, 84 — год разработки (1984).

Типовые чертежи в состав проекта автоматизации не входят. К проекту прикладывают только перечень нормалей, в который включены все используемые в проекте монтажные чертежи и чертежи типовых конструкций. Чертежи закладных конструкций в перечень нормалей не включают, так как они являются промежуточными и передаются генпроектировщику или заказчику в процессе проектирования для учета требований проекта автоматизации при изготовлении технологического оборудования.

Монтажные чертежи предусматривают типовые способы установки приборов, средств автоматизации и монтажных изделий. В монтажных чертежах указывают сведения, определяющие: область применения, номер чертежа типовых или закладных конструкций, по которым могут быть изготовлены отдельные узлы и детали. На монтажном чертеже приводятся также необходимые поясняющие указания, примечания и спецификации применяемых изделий с указанием их типа, числа и т. п.

Способ установки приборов и средств автоматизации, а также прокладки электрических и трубных проводок определяют в зависимости от конструктивных особенностей технологического оборудования, трубопроводов, зданий и сооружений.

Указания о принятом способе установки приводят в схемах внешних электрических и трубных проводок и планах расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок.

Чертежи типовых конструкций определяют конструкцию узлов или изделий, предназначенных для установки в них приборов, средств автоматизации, электрических и трубных проводок и т. п., и служат основанием для разработки рабочей документации при серийном производстве этих узлов и изделий в заводских условиях или для их изготовления в условиях МЗМ.

Чертежи закладных конструкций являются строительным заданием генпроектировщику или заказчику и предназначены для организаций, изготовляющих и монтирующих технологические трубопроводы и оборудование. По этим чертежам заводы — поставщики технологических трубопроводов и оборудования изготовляют и монтируют закладные конструкции для последующего монтажа на них приборов и средств автоматизации.

Сборники типовых чертежей. Типовые чертежи группируют в сборники в зависимости от измеряемого параметра, вида средств автоматизации, места и способа установки и других признаков. В соответствии с этими признаками разработаны и используются при проектировании следующие основные сборники типовых чертежей:

1. Приборы для измерения и регулирования температуры. Установка на стене.
2. Приборы для измерения и регулирования температуры. Установка на технологических трубопроводах и оборудовании.
3. Приборы для измерения и регулирования давления, разрежения и уровня (дифманометры и манометры). Одиночная установка на полу и стене.
4. Приборы для измерения и регулирования давления, разрежения и уровня (дифманометры и манометры). Групповая установка на полу.
5. Приборы для измерения количества и расхода жидкости и газов. Установка на трубопроводах.
6. Приборы для измерения давления, разрежения и расхода. Установка на технологическом оборудовании и трубопроводах.
7. Приборы Государственной системы приборов (ГСП) для измерения и регулирования давления, разрежения, расхода и уровня. Групповая установка на полу.
8. Приборы системы ГСП для измерения и регулирования давления, разрежения, расхода и уровня. Одиночная установка на полу или стене.
9. Механизмы исполнительные электрические (электродвигательные). Установка на полу.

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ И МОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

3.1. ОБОРУДОВАНИЕ МОНТАЖНО-ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАСТЕРСКИХ

Монтажно-заготовительная мастерская (МЗМ) имеет два основных отделения: слесарно-механическое и трубозаготовительное.

СЛЕСАРНО-МЕХАНИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Технологическая последовательность операций в слесарно-механическом отделении показана на рис. 3.1.

Поступающие с заводов серийно выпускаемые изделия (монтажные узлы и детали, перфоизделия и т. д.) складируют в закрытых помещениях *2*. Материалы, получаемые от заказчика и генподрядчика (трубы, кабельная продукция, товарный металл и т. д.), складируют на открытых площадках под навесом *1*, а приборы и материалы, требующие закрытого хранения, – в отапливаемых закрытых помещениях. Для изготовления нестандартизованного оборудования, узлов и блоков в соответствии с характером выполняемых МЗМ заказов перечисленные материалы, монтажные изделия и приборы со складов поступают на участок комплектации и разметки *3*.

Одновременно со склада *2* на участок токарной обработки металла *12* передают материалы для изготовления нестандартизованных деталей, требующих токарной обработки. Изготовленные детали поступают на участок сборки *9*, а затем на участок сварки *7* для дальнейшего укрупнения. На участке *3* маркируют изделия заводского изготовления, не требующие дальнейшей механической обработки, приборы и оборудование, после чего все это направляют на участок сборки *9* для установки на узлах, блоках и т. д. Остальные материалы и изделия после разметки на участке *3* поступают на участок резки *4*, с которого часть материалов (перфоизделия) поступает на сборку *9*, часть (заготовки металлоконструкций) – на сварку *7*, а часть – на дальнейшую обработку на участок вырубки *5* или участок гибки *6*. После участка вырубки заготовки также поступают на участок гибки *6*. Далее часть заготовок направляют на участок сварки *7*, а часть – прямо на участок сборки *9*. Заготовки, поступающие на участок сварки, после сварки передают на участок зачистки *8*, а оттуда – на участок сборки *9*. После контрольной сборки блоков или сборки отдельных узлов элементы, требующие окраски, идут на участок *10*. Окрашенные элементы возвращаются на участок сборки *9*, где происходит их окончательная сборка (установка приборов, выполнение трубной и электрической коммутации и т. д.). Готовые узлы, блоки и нестандартизованное оборудование сдают на склады готовой продукции *11*, откуда их выдают в монтаж.

На складах готовой продукции узлы и блоки, имеющие в своем составе приборы и регулирующие устройства, должны храниться в закрытых отапливаемых помещениях. Металлические конструкции без установленных на них приборов и регулирующих устройств могут храниться под навесом.

В соответствии с графиком поставки готовую продукцию отправляют автомобильным или железнодорожным транспортом на приобъектные склады монтажных участков или непосредственно на монтажную площадку.

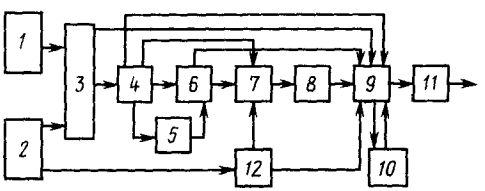


Рис. 3.1. Технологическая последовательность операций в слесарно-механическом отделении

ТРУБОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Большое место в подготовке производства монтажных работ отводится трубозаготовительному отделению, где проводят полный комплекс обработки труб (очистка, окраска, отрезка, райберовка, нарезка резьбы, гнутье) и сборки их в трубные блоки. На крупных МЗМ трубозаготовительное отделение имеет технологическую последовательность операций в соответствии со схемой, показанной на рис. 3.2.

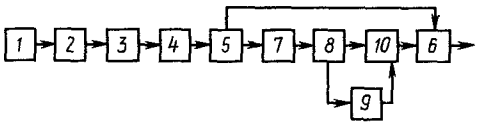


Рис. 3.2. Технологическая последовательность операций в трубозаготовительном отделении

Поступающие на МЗМ трубы складируют под навесом *1* в стеллажи по размерам от 15 до 50 мм. Со стеллажа трубы по наклонному устройству подают на участок райберовки *2*, а затем на участок *3* для очистки внутренней и внешней поверхностей труб от ржавчины.

Существуют два способа очистки – химический и механический. Химический способ целесообразно применять при необходимости обработки стальных труб в больших количествах и налични каналнзацни для сброса вредных стоков. Оборудование для такой очистки промышленность не выпускает, поэтому его изготовляют различные ведомства по индивидуальным проектам. В настоящее время на МЗМ в основном используют механический способ очистки – с помощью щеток и вращающейся штанги. Существуют и другие виды механической очистки, которые разрабатываются индивидуально для конкретной базы.

После участка очистки трубы поступают на участок окраски и сушки *4*. Существует ряд конструктивных решений, предусматривающих механизацию и автоматизацию труда при выполнении окрасочных работ. Однако типовой конструкции окрасочного агрегата нет и промышленностью такое оборудование для окраски труб не выпускается. Сушат трубы горячим воздухом или с использованием инфракрасного излучения теплоэлектронагревателей. При небольших количествах обрабатываемых труб их сушат на открытом воздухе на наклонных стеллажах, после чего складируют на промежуточном складе *5*.

С промежуточного склада часть труб поступает на склад готовой продукции *6*, а часть идет на дальнейшую обработку. В соответствии с чертежами на участке *7* на рольганговом столе-накопителе с разметочным устройством и трубоотрезным механизмом производится разметка и отрезка труб. Отрезанные трубы поступают на участок *8* для райберовки (после отрезки) и нарезки резьб. Этот участок состоит из рольганговых столов и резьбонарезных механизмов. Затем часть труб поступает на участок сборки блоков *10*, а часть – на участок гибки *9*. Гнутье труб производится на отдельно стоящих трубогибочных станках. Изогнутые трубы также поступают на участок сборки, где происходит сборка трубных блоков, которые после изготовления сдают на склад готовой продукции *6*.

Трубы с одного участка на другой передаются по наклонным спускам. Со склада готовой продукции окрашенные трубы и трубные блоки выдаются в монтаж. Для сборки блоков отведены специальные площадки со стендами, разработанными индивидуально для каждой базы в зависимости от направленности работ монтажного управления (объекты металлургии, нефтехимии и т. д.).

МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕЕ И МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Ножницы для резки листовой и сортовой стали. При монтаже для резки листовой стали наиболее широко применяют ножницы кривошипные листовые с наклонным ножом (гильотинные) моделей НА3118, НА3218 и НД3318Г и ножницы роликовые модели НР-6 × 500 (табл. 3.1 и рис. 3.3).

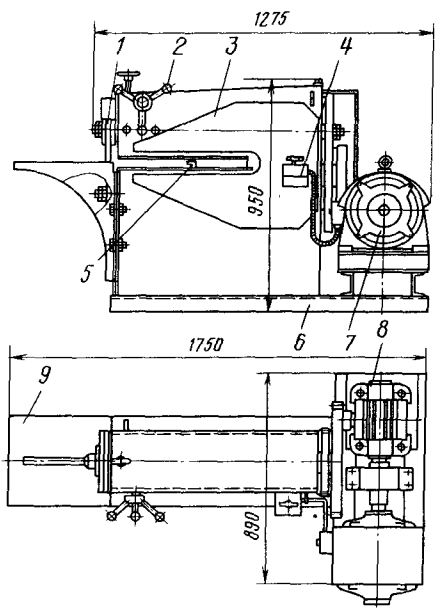


Рис. 3.3. Ножницы роликовые НР-6 × 500:
1 – режущий ролик; *2* – штурвал; *3* – станина; *4* – пакетный выключатель типа ПВ3 × 25; *5* – передвижная планка для регулирования ширины отрезаемого листа; *6* – рама; *7* – электродвигатель; *8* – редуктор; *9* – съемный стол

Таблица 3.1. **Технические характеристики ножниц для резки листового металла**

Параметр	Ножницы кривошипные листовые с наклонным ножом (гильотинные)			Ножницы роликовые НР-6×500 (рис. 3.3)
	НА3118	НА3218	НД3318Г	
Толщина разрезаемого листа, мм	6,3	6,3	6,3	6
Ширина разрезаемого листа, мм	2000	3150	1000	500
Число ходов ножа в минуту	50	50	50	—
Мощность электродвигателя, кВт	9	9,4	9,4	4
Габаритные размеры, мм	3000×2200×2153	4486×2705×1700	—	1750×950×89
Масса, кг	5400	7500	4490	712

Таблица 3.2. **Техиические характеристики пресс-иожниц комбиинрованиых для обработки сортовой стали**

Параметр	С-229А (рис. 3.4)	НВ5221	НВ5222
Нанбольшне размеры обрабатываемого проката, мм:			
углового	90×90×10	125×125×12	125×125×14
круглого (диаметр)	40	30	50
полосы	20×40	150×16	190×18
листового (толщина)	13	13	16
квадратного	34×34	—	—
швеллера	№ 8 и № 12	—	—
Наибольший диаметр пробиваемого отверстия, мм	20	30	32
Наибольшая глубина треугольной высечки, мм	55	—	—
Мощность электродвигателя, кВт	2,2	4,8	4,8
Габаритные размеры, мм	1550×1430×600	1900×700×1950	1780×1090×1865
Масса, кг	1300	2070	2500

Для поперечной резки сортовой стали, пробивки отверстий, вырубки полок, а также производства штамповочных работ применяют ножницы С-229А (рис. 3.4), НВ5221 и НВ5222 (табл. 3.2).

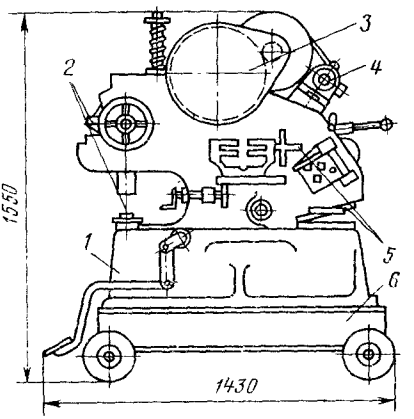


Рис. 3.4. Пресс-ножницы С-229А:

1 — станина; *2* — механизм для высечки и пробивания отверстий; *3* — приводной механизм; *4* — электропривод приводного механизма; *5* — механизм для резки листа и сортовой стали; *6* — тележка

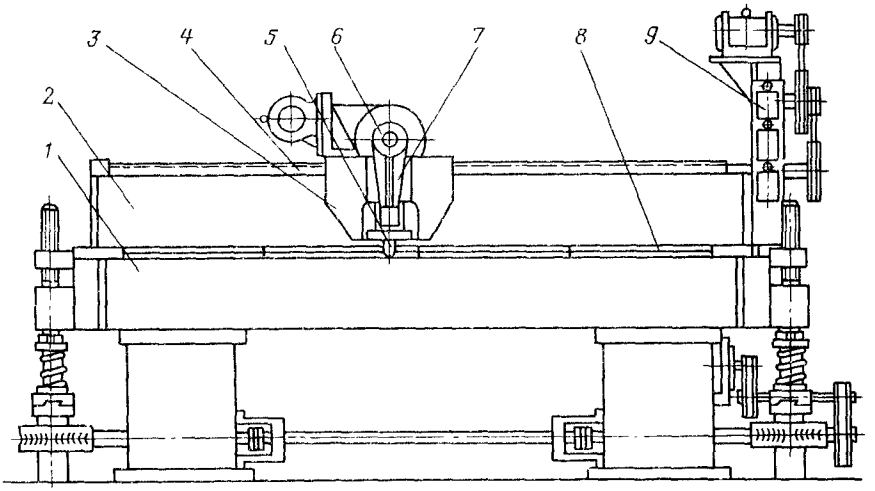


Рис. 3.5. Вырубной станок:

1 – нижняя станина; *2* – верхняя станина; *3* – суппорт; *4* – ходовой винт; *5* – резец; *6* – эксцентриковый вал; *7* – шатун с ползуном; *8* – обрабатываемый лист; *9* – электропривод и узел управления

Вырубной станок. Для вырубки больших отверстий в листовой стали, например для утопленного монтажа приборов, применяют вырубной станок (рис. 3.5). Вырубку осуществляют резцом, имеющим возвратно-поступательное движение вдоль своей оси и поступательное вдоль контура отверстия на стальном листе.

Технические характеристики

Нанбольшее усилие резания, Н	3000
Длина реза за один ход резца, мм	3
Число ходов резца в минуту	360
Размеры обрабатываемого металла, мм	2500 × 1500
Толщина обрабатываемого металла, мм	От 0,8 до 4
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	8
Габаритные размеры станка, мм	3200 × 600 × 1600
Масса, кг	3500

Листогибочные машины и станки. Для изготовления простых и сложных изделий из листового металла методом холодной гибки применяются листогибочные машины типа ИВ2144 и листогибочные станки типа ЛС-6У2 (рис. 3.6, табл. 3.3).

Таблица 3.3. **Техинческие характеристики машины с поворотной гибочиой балкой и листогибочных станков**

Параметр	Машина ИВ2144	Станок ЛС-6У2 (рис. 3.6)
Наибольшая длина гибки, мм	2500	2000
Наибольшая толщина изгибаемого листа, мм	4,5	3
Наибольший угол изгибания, град	180	130
Наибольший ход прижимной балки, мм	250	–
Максимальный подъем прижимной траверсы, мм	–	18
Мощность электродвигателя, кВт	–	2,8
Габаритные размеры, мм	3790 × × 2000 × × 2420	3370 × × 1340 × × 1765
Масса, кг	6150	3000

Прессы механические. Для выполнения различных операций по холодной штамповке (вырубки, гибки, прошивки и неглубокой вытяжки) применяют прессы однокривошипные открытые двухстоечные (рис. 3.7) моделей КД-2322Е, КД-2324Е, КД-2336Е, КД-2328Е и К-2330-02 (табл. 3.4).

Станки токарио-винторезные. Станки предназначены для выполнения токарных работ и нарезания различных резьб (табл. 3.5).

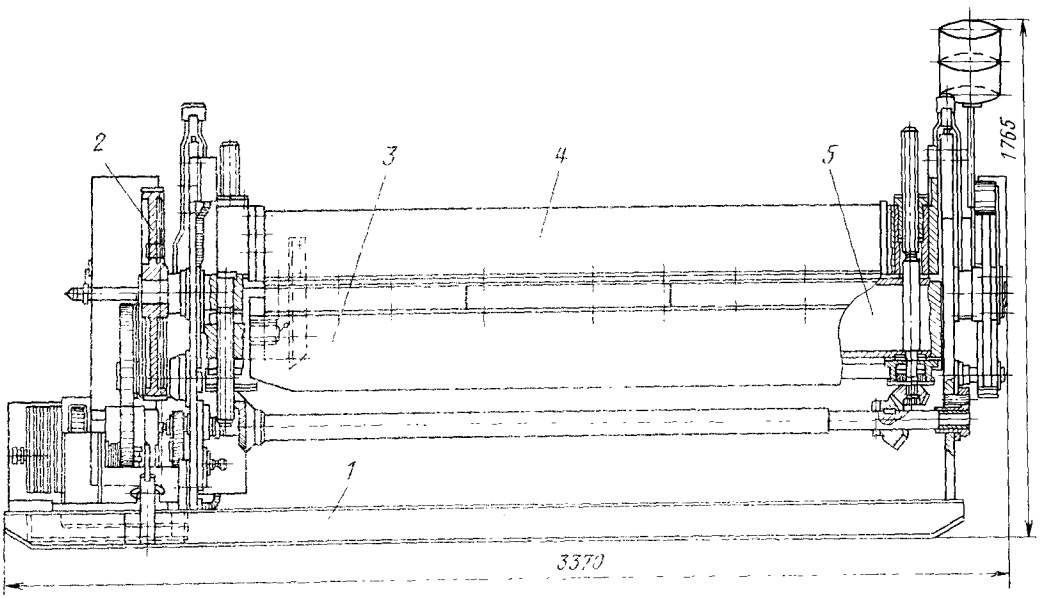


Рис. 3.6. Станок листогибочный ЛС-6У2:
1 – станина; *2* – механизм привода; *3* – гибочная траверса; *4* – прижимная траверса; *5* – стол

Таблица 3.4. **Технические характеристики прессов механических однокривошипных открытых двухстоечных**

Параметр	КД-2322Е	КД-2324Е	КД-2326Е	КД-2328Е	КД-2330-02
Номинальное усилие, Н	$16 \cdot 10^4$	$25 \cdot 10^4$	$40 \cdot 10^4$	$63 \cdot 10^4$	$100 \cdot 10^4$
Ход ползуна, мм: наибольший	55	65	80	100	130
наименьший	5	5	10	10	10
Число ходов ползуна в минуту	160	160	140	125	95
Габаритные размеры стола, мм	420 × 280	500 × 340	600 × 400	710 × 480	850 × 560
Наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем ходе, мм	220	250	280	340	400
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	2,5	4,5	6,3	10
Габаритные размеры, мм	1060 × 1130 × × 1865	1600 × 1180 × × 2295	1305 × 1880 × × 2645	1500 × 2010 × × 2900	1745 × 2360 × × 3180
Масса, кг	1355	1995	3315	5865	8650

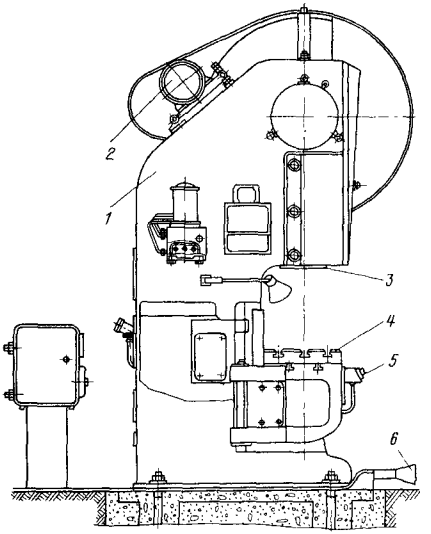


Рис. 3.7. Пресс механический:
1 — станина; *2* — электродвигатель; *3* — ползун; *4* — стол; *5* — блокировочные кнопки; *6* — ножная педаль

Горизонтально-фрезерный станок модели 6Т80. Станок предназначен для фрезерования различных изделий цилиндрическими, дисковыми, угловыми, фасонными и торцевыми фрезами.

Технические характеристики

Размер рабочей поверхности стола, мм	200 × 800
Мощность электродвигателей, кВт	3
Габаритные размеры, мм	1570 × 1380 × 1520
Масса, кг	1280

Радиально-сверлильный станок модели 2532. На станке можно выполнять следующие операции: сверление в сплошном материале, рассверливание, зенкерование, развертывание, растачивание отверстий, нарезание резьбы метчиками, подрезку плоскостей резцом и торцевым инструментом.

Технические характеристики

Наибольший диаметр сверления, мм	35
Габаритные размеры, мм	1760 × 900 × 2540
Вылет шпинделя, мм	1000
Масса, кг	2300

Сверлильные станки. Станки предназначены для сверления отверстий в металле и мелких деталях (табл. 3.6).

Заточные станки. Станки предназначены для заточки режущего инструмента и обработки изготовляемых из металла изделий при помощи абразивных кругов (табл. 3.7 и рис. 3.8).

Трубоотрезные механизмы. Механизмы предназначены для резки стальных труб (табл. 3.8).

Маятниковые пилы для резки труб абразивными кругами. Маятниковые машины и пилы предназначены для резки труб и сортовой стали абразивными армированными кругами (рис. 3.9) по ТУ 2.036-761-78, ТУ 2036-799-79 (отрезные) и по ТУ 2-036-799-79 (зачистные) (табл. 3.9).

Таблица 3.5. **Технические характеристики токарно-винторезных станков**

Параметр	1Б16А	16К20К	16К20М
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	320	400	400
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	36	—	—
Расстояние между центрами, мм	710; 1000, 1400	710, 1000, 1400, 2000	710, 1000, 1400, 2000
Мощность электродвигателя, кВт	2,8/4,6	10	10
Габаритные размеры, мм	2280 × 1060 × 1485	2505, 2795, 3195, 3795 × 1198 × 1500	2910, 3200, 3600, 4200 × 1245 × 1500
Масса, кг	2100	2835	3260, 3418, 3850, 4110

Таблица 3.6. **Технические характеристики сверлильных станков**

Параметр	Вертикально-сверлильный станок 2Н125Л-1	Настольно-сверлильный станок 2К112
Наибольший диаметр сверления, мм	25	12
Частота вращения, об/мин	90 – 1400	200 – 8000
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	0,63; 0,95
Габаритные размеры, мм	760 × 600 × × 2195	665 × 550 × × 960
Масса, кг	680	150

Таблица 3.7. **Технические характеристики заточных станков**

Параметр	*Точило* настольное БЭТ-1	Обдирочно-заточный станок ЗМ-634Д (рис. 3.8)
Диаметр шлифовального круга, мм	100	350
Число кругов	–	2
Мощность электродвигателя, кВт	0,44	3
Габаритные размеры, мм	280 × 140 × × 230	860 × 600 × × 1160
Масса, кг	7,7	330

Таблица 3.8. **Технические характеристики трубоотрезных механизмов**

Параметр	СОТУ2	СТД-753
Диаметр перерезаемых труб, мм	20 – 60	15 – 15
Вид режущего инструмента	Дисковые ножи	Дисковые ножи
Число режущих элементов	2	1
Частота вращения режущего инструмента, об/мин	476	590
Давление воздуха в системе, МПа	0,4	0,5
Мощность электродвигателя, кВт	3	1,5
Габаритные размеры, мм	850 × 520 × × 1240	650 × 860 × × 1250
Масса, кг	392	500

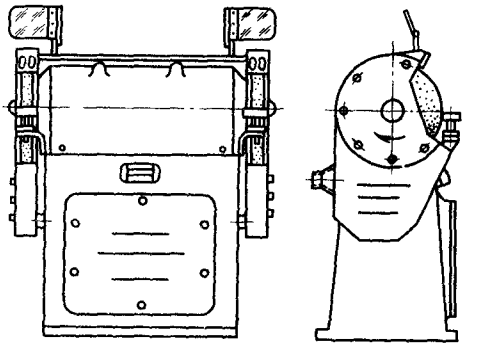


Рис. 3.8. Обдирочно-заточной станок ЗМ-634Д

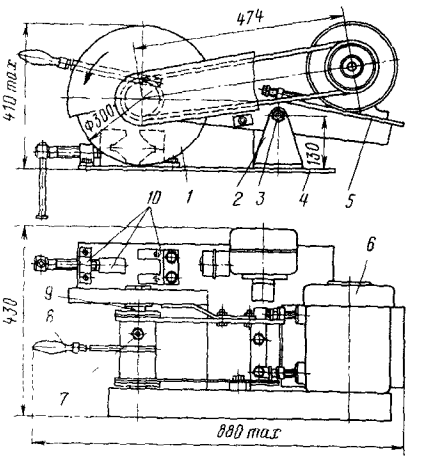


Рис. 3.9. Пила дисковая маятниковая типа ПДМ-75:

1 – абразивный диск; *2* – стойка оси; *3* – ось; *4* – подвижная площадка; *5* – качающаяся площадка; *6* – электродвигатель; *7* – пресс-масленка; *8* – рукоятка; *9* – шпиндель; *10* – тиски

Трубогибочные станки и механизмы. Трубогибочные станки и механизмы предназначены для гнутья стальных труб в холодном состоянии без предварительной набивки песком. При монтаже приборов и средств автоматизации наиболее широко применяют трубогибочный станок ТГС-127, трубогибочные механизмы СТД-439, СТД-102, ГСТМ-21М и шинотрубогиб УШТМ-2У2 (табл. 3.10).

Механизм СТД-102 многопозиционный и предназначен для гибки отводов и полуотводов из водогазопроводных труб.

Механизм типа ГСТМ-21М работает методом наматывания труб вокруг шаблона.

Таблица 3.9. **Технические характеристики маятниковых пил для резки труб**

Параметр	ПДМ-75 (рис. 3.9)	ПМ-300/400
Максимальные размеры разрезаемых материалов, мм:		
диаметр трубы	76	133
диаметр прутка	80	16
высота полки уголка	80	150
высота швеллера	65	240
Частота вращения шпинделя, об/мин:		
при круге диаметром 300 мм	3600	5100
при круге диаметром 400 мм	—	3820
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	4
Напряжение, В	220/380	220/380
Габаритные размеры, мм	900 × 370 × × 410	1500 × × 1125 × × 1420
Масса, кг	64,7	270

Для гибки труб различных диаметров механизм комплектуется сменными шаблонами и дернами.

При гибке труб на универсальном шинотрубогибе УШТМ-2У2 (рис. 3.10) обрабатываемую трубу устанавливают между шаблоном и роликом и закрепляют сменной скобой с закладной чекой. Изгибание происходит при вращении шаблона. При наличии конечного выключателя механизм останавливается автоматически.

Резьбонарезные механизмы. Резьбонарезные механизмы служат для нарезания резьб. Технические характеристики резьбонарезных механизмов приведены в табл. 3.11.

Резьбонарезной механизм ВМС-2А оборудован пневматическим зажимом труб, установленным на каретке. Труба к резьбонарезной головке подводится вручную, а дальнейшее ее перемещение при нарезке резьбы происходит самозатягиванием. Включение трубонарезной головки (развод гребенок) осуществляется как вручную, так и автоматически. Заусенцы внутри трубы снимают зенкером, расположенным в шпинделе механизма.

Для отрезки, райберовки и нарезки резьбы на трубах диаметром 15—80 мм широкое применение находит универсальный трубный станок УТСУ2 (рис. 3.11). При обработке трубу зажимают в двух самоцентрирующих патронах, резьбонарезную и райберовочную головки настраивают на нужный диаметр обрабатываемой трубы, после чего проводят намеченные операции. Для поддержки длинных труб применяют стойку.

Технические характеристики

Максимальная длина нарезаемой резьбы, мм	130
Число резцов в резьбонарезной головке, шт	4
Частота вращения шпинделя, об/мин	56
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Рабочее давление гидрооборудования, кПа	500
Габаритные размеры, мм	1000 × 510 × 460
Масса, кг	135

Таблица 3.10. **Технические характеристики трубогибочных станков и механизмов**

Параметр	ТГС-127	СТД-439	СТД-102	ГСТМ-21М	УШТМ-2У2
Диаметр изгибаемых труб, мм	76, 89, 108 и 133	15—32	25—50	25—60	30—60
Наибольший угол изгиба труб, град	90	90	90	210	90
Радиус гибки труб, мм	4Д	50—114	87—170	50—320	200, 250, 400
Мощность электродвигателя, кВт	3	3	5,5	6,3	3
Габаритные размеры, мм	1450 × 1440 × × 650	858 × 590 × × 1115	2300 × 830 × × 990	3760 × 1400 × 1080	790 × 750 × × 1100
Масса, кг	715	530	1690	1300	630

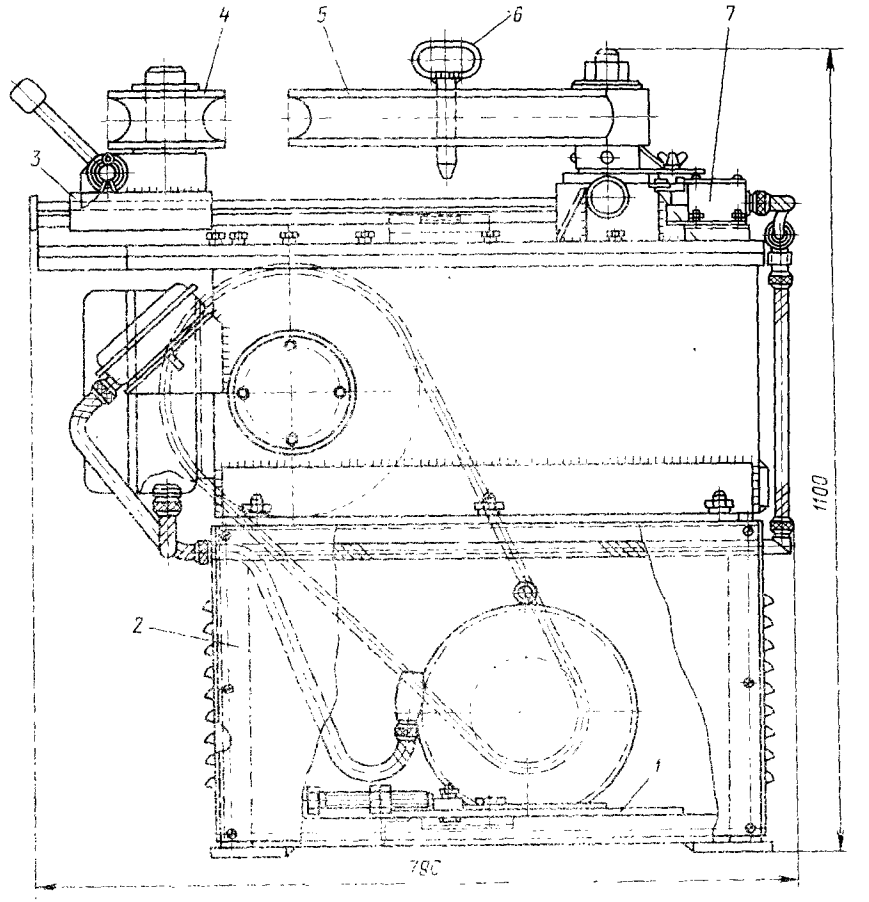


Рис. 3.10. Универсальный шинотрубогиб УШТМ-2У2:

1 – электродвигатель; *2* – станина; *3* – каретка; *4* – упорный ролик; *5* – сменный баллон; *6* – закладная чека; *7* – конечный выключатель

Таблица 3.11. **Технические характеристики резьбонарезных механизмов**

Характеристика	СНТ	СТД-129	ВМС-2А
Диаметр обрабатываемых труб, мм	$^1/_2-2^1/_2''$	15–50 мм	15–70 мм
Тип инструмента для нарезки резьбы	Резьбонарезная головка с тангенциальными гребенками	Резьбонарезные головки 61-10-ССА и 61-11-00	Самораскрывающаяся головка с тангенциальными гребенками
Нанбольшая длина нарезаемой резьбы, мм	120	90	120
Давление сжатого воздудуха в пневмосистеме, МПа	–	0,4	0,4
Мощность электродвигателя, кВт	1	5,5	3
Габаритные размеры, мм	150 × 750 × 1600	1650 × 580 × 1540	1560 × 750 × 1150
Масса, кг	550	1110	570

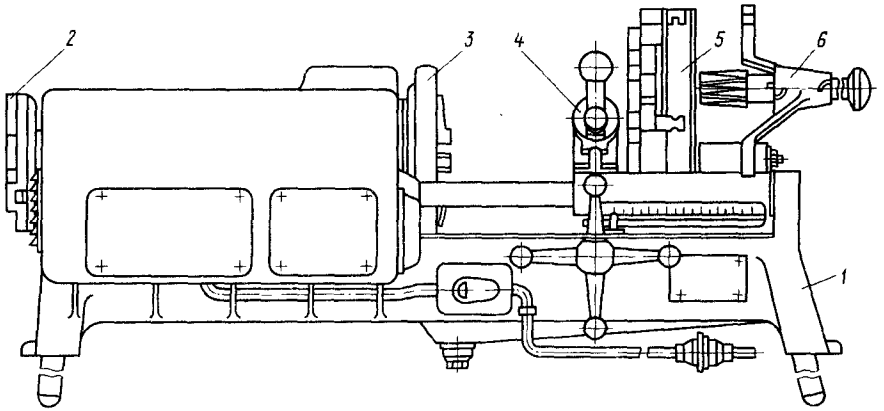


Рис. 3.11. Уиверсальный трубный станок УТС-У2:
1 – станина; *2* – задний патрон; *3* – передний патрон; *4* – отрезная головка; *5* – резьбонарезная головка; *6* – райберовочная головка

3.2. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ, МЕХАНИЗМЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

При монтаже приборов и средств автоматизации применяется самый разнообразный инструмент – как серийно выпускаемый промышленностью, так и специально разработанный для этих целей. Ниже приводятся наиболее часто применяемые инструмент, механизмы и приспособления, используемые как на объектах моитажа, так и в МЗМ, систематизированные по видам работ.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ

Электрические шлифовальные машины. Шлифовальные мащины предназначены для зачистки сварных швов, штамповок, очистки металлических конструкций от ржавчины и старой краски, для зачистки концов труб и листового металла перед сваркой, а также для резки труб и перфоизделий с помощью абразивного круга (за исключением плоскошлифовальных мащин). Шлифовальные машины выпускаются нескольких моделей – прямые, угловые и с гибким валом (табл. 3.12).

Таблица 3.12. **Технические характеристики электрическнх шлифовальных машин**

Тип	Наибольший диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин	Мощность электродвигателя, Вт	Напряжение, В	Частота, Гц	Масса, кг
ИЭ-2008	63	6800	600	220	50	3,45
ИЭ-2106 (угловая)	80	3300	600	220	50	3,8
ИЭ-2009	129	2600	1150	220	50	6,5
ИЭ-2004А	150	3800	1070	36	200	6,5
ИЭ-6103 (с гибким валом)	200 (прямая головка)	2920	1020	220	50	34
	125 (угловая головка)	4080				
ИЭ-8201А (с гибким валом)	200	2920	1020	220	50	26,5
	125 (угловая головка)					

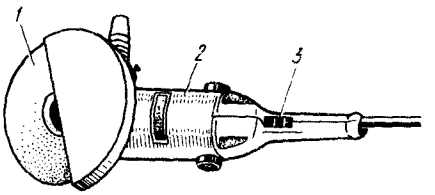


Рис. 3.12. Шлифовальные машины ВА-1400 и Ш178-1:

1 – армированный абразивный круг; *2* – корпус; *3* – выключатель

Угловая машина ИЭ-8201А может быть использована как прямая при установке шлифовального круга формы ПП диаметром 200 мм.

Широко применяют для резки различных монтажных профилей и труб как на монтажной площадке, так и на монтажно-заготовительной базе управления шлифовальные машины ВА-1400 и Ш178-1 Народной Республики Болгарии (рис. 3.12).

Закрепленные на специальных подвесных конструкциях углошлифовальные машины используют как маятниковые пилы.

Технические характеристики

Тип машины	ВА-1400	Ш-178–1
Напряжение, В	220	220
Частота, Гц	50	50
Мощность, Вт	1900	1900
Частота вращения шпинделя на холостом ходу, об/мин	6600	8500
Допустимая окружная скорость круга, м/с	80	80
Диаметр абразивного круга, мм	230	180
Масса (без кабеля, круга, кожуха), кг	6,5	5,5

Электрические сверлильные машины. Электрические сверлильные машины предназначены для сверления отверстий в сталях средней твердости, кирпиче, цветных металлах, пластмассах и дереве. Основные технические характеристики электрических сверлильных машин, наиболее часто применяемых при монтаже приборов и средств автоматизации, приведены в табл. 3.13.

Электрические ножницы ИЭ-5404. Ножницы (рис. 3.13) предназначены для прямолинейной и фасонной резки листовой стали.

Технические характеристики

Наибольшая толщина разрезаемой стали, мм	1,6
Число двойных ходов ножа в минуту	1800
Напряжение, В	220
Частота, Гц	50
Мощность, Вт	230
Габаритные размеры, мм	250 × 80 × 220
Масса, кг	3,0

Таблица 3.13. **Техиические характеристики электрических сверлильных машин**

Тип	Максимальный диаметр сверления, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин	Электродвигатель			Размеры, мм			Масса, кг
			Напряжение, В	Частота, Гц	Мощность, Вт	Длина	Ширина	Высота	
ИЭ-1003Б*	6	1500	220	50	270	242	71	170	1,55
ИЭ-1025А	6	1230	36	200	210	235	67	162	1,6
ИЭ-1502*	9/6	780 1620	220	50	320	308	72	186	2,5
ИЭ-1026А	9	780	36	260	285	239	67	162	1,7
ИЭ-1032*	9	940	220	50	420	245	70	157	1,7
ИЭ-1034*	9	800	220	50	320	219	63	185	1,65
ИЭ-1033А*	14	420	36	200	365	349	204	127	3
ИЭ-1204* (двухскоростная)	14/9	480 1020	220	50	420	400	84	135	3
ИЭ-1017А	22	420	36	200	860	312	384	97	4,1
ИЭ-1023*	23	240	220	50	600	472	90	565	6,5
ИЭ-1023А*	23	240	220	50	600	340	90	415	4,5
ИЭ-1205*	23/14	240	220	50	600	360	96	407	5
(двухскоростная)		480							

* С двойной изоляцией.

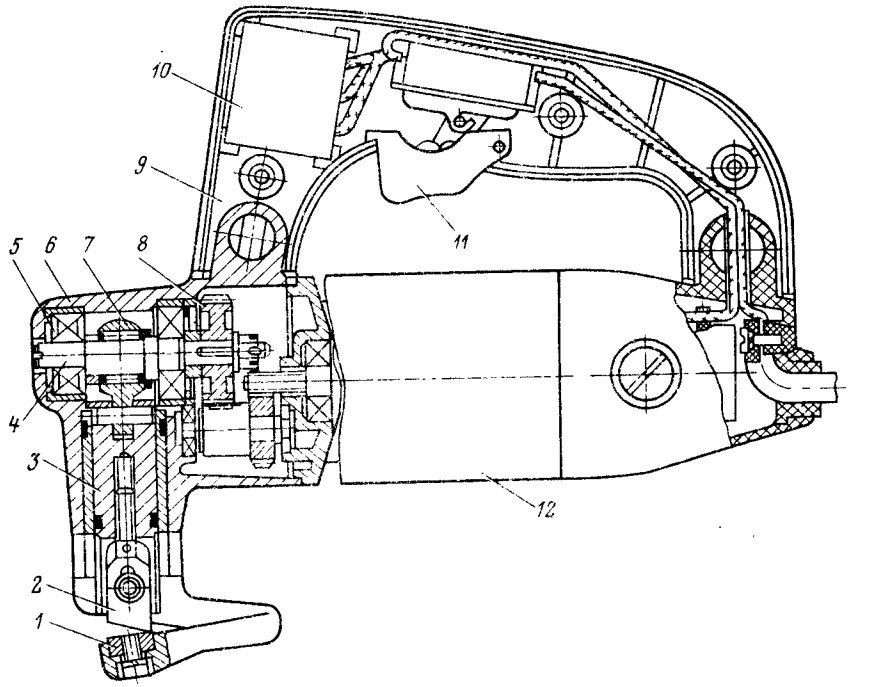


Рис. 3.13. Электроножницы ИЭ-5404:

1 — неподвижный нож; *2* — подвижный нож; *3* — ползуи; *4* — эксцентрик; *5* — подшипник; *6* — корпус; *7* — кривошипно-шатунный механизм; *8* — редуктор; *9* — рукоятка; *10* — конденсатор; *11* — курок; *12* — электродвигатель

Преобразователь частоты тока ИЭ-9406. Преобразователь предназначен для преобразования переменного трехфазиого тока промышленной частоты в переменный трехфазный ток повышенной частоты и является переносным вспомогательным оборудованием для питания ручного электрифицированного инструмента повышенной частоты.

Технические характеристики

Напряженне, В:	
первичное	380
вторичное	42
Частота, Гц:	
первичная	50
вторичная	200
Мощность, кВ·А:	
потребляемая	6
отдаваемая	1,2
Масса, кг	40

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ

Пневматические сверлильные машины (пневмосверлилки). Предназначены для сверления отверстий в сталях средней твердости, цветных металлах, кирпиче, бетоне и дереве. Пневмосверлилки работают от энергии сжатого воздуха. Краткие технические характеристики пневмосверлилок, применяемых при монтажных работах, приведены в табл. 3.14.

Пневматнческие шлифовальные машины. Машины предназначены для шлифования металлических деталей, снятия заусенцев, зачистки сварных швов, подготовкн кромок под сварку и т. п. и применяются при монтажно-сборочных и ремонтных работах в строительстве и промышленности. Краткие технические характеристики приведены в табл. 3.15.

Пневматические шлифовальные машины П-21 и П-22 предназначены для выборки и зачистки свариых швов с допустимой скоростью резания 80 м/с. Машина состоит из корпуса, пневмодвигателя, регулятора числа оборотов, пускового устройства, корпуса шпинделя, шлифовального круга и защитного кожуха ограждения, предохраняющего рабочего от потока раскаленных частиц в процессе работы.

Компрессоры передвижные СО-45 и СО-7А. Компрессоры (рис. 3.14) предназиачены для питания сжатым воздухом механи-

Таблица 3.14. **Технические характеристики сверлильных пневматических машин**

Тип	Максимальный диаметр сверления, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин	Мощность двигателя, кВт	Расход воздуха, м³/мин	Размеры, мм			Масса, кг
					Длина	Ширина	Высота	
ИП-1019	12	1000	0,44	0,9	200	53	178	1,7
ИП-1020	12	1000	0,44	0,9	230	56	178	1,7
ИП-1021	14	200	0,59	1,0	290	56	178	2,6
ИП-1022	14	1000	0,59	1,0	350	65	150	2,6
ИП-1024	14	1000, 1100	0,33; 0,44	0,8; 0,44	252	58	175	2,1
ИП-1016А	32	450	1,8	2,0	380	160	260	8,4
ИП-1103А (угловая)	32	450	1,8	2,0	395	96	215	7,5

Таблица 3.15. **Технические характеристики пневматических шлифовальных машин**

Тип	Диаметр шлифовального круга, мм	Частота вращения шпинделя, об/мин	Расход воздуха, м³/мин	Давление воздуха, МПа	Размеры, мм			Масса, кг
					Длина	Ширина	Высота	
ИП-2009А	63	12100	0,9	0,5	440	80	65	1,9
ИП-2015	100	7600	1,2	0,5	567	120	100	3,5
ИП-2014А	150	5100	1,8	0,5	590	164	130	5,7
ИП-223А	125	4580	1,6	0,5	320	150	200	4,0
П-21	180	8500	1,8	0,5	230	245	170	5,5
П-22	230	6000	2,1	0,63	575	260	215	6,0

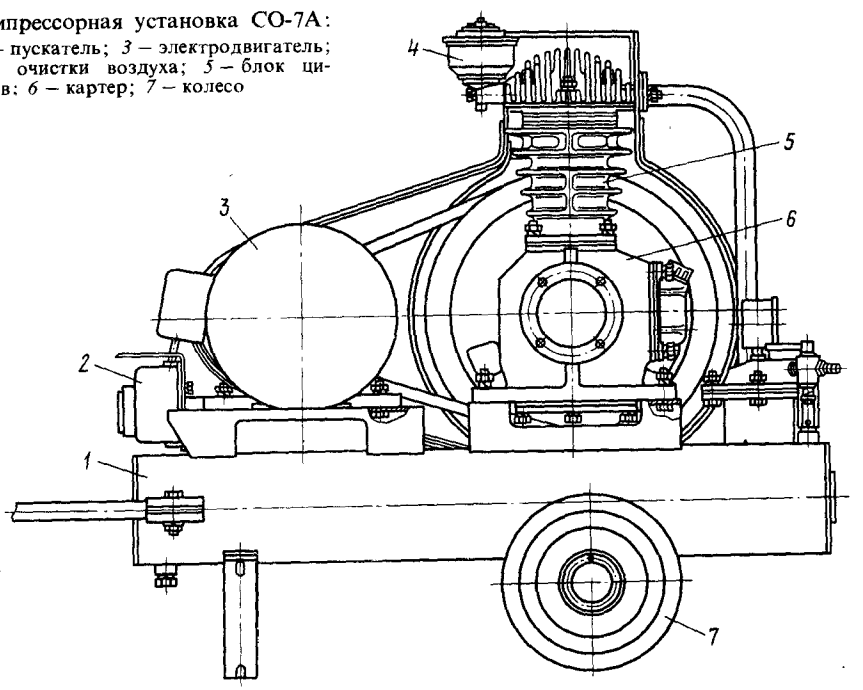


Рис. 3.14. Компрессорная установка СО-7А:
1 – ресивер; *2* – пускатель; *3* – электродвигатель; *4* – фильтр для очистки воздуха; *5* – блок цилиндров; *6* – картер; *7* – колесо

зированного пневмоинструмента и краскораспылителей.

Технические характеристики		
Тип компрессора	СО-45	СО-7А
Рабочее давление, МПа	0,3	0,6
Подача, м³/ч	3,0	30,0
Мощность электродвигателя, кВт	0,27	4,0
Напряжение, В	220	380/220
Емкость ресивера, л	—	22,0
Габаритные размеры, мм	425×245×355	920×480×820
Масса, кг	21	140

ОКРАСОЧНЫЕ АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА

Агрегаты подготовки поверхности. Поверхности изделий под покраску подготавливают химическим или механическим методом.

При обезжиривании изделий щелочными растворами в условиях производственных баз моитажных управлеиий в основном применяют агрегаты подготовки поверхиости однопозицнонные, периодического действия. Многопозиционные агрегаты могут быть использованы при наличии коивейерной линии.

Агрегаты подготовки поверхности могут объединять две или три операции по подготовке поверхности щелочными растворами: 1) обезжиривание и промывка; 2) обезжиривание, промывка и пассирование.

Подготовка поверхности в агрегатах выполняется струйным методом.

Необходимость замены щелочных растворов агрегатов подготовки определяют экспериментально по снижению качества обезжиривания. Слив отработанного обезжирнвающего раствора проводят после того, как на подготовку поверхности израсходована половина моющего раствора от исходной загрузки.

Для производственных баз монтажных управлений агрегаты подготовки поверхности под покраску изготовляют как нестандартизованиое оборудование с техническими характеристиками, приведенными в табл. 3.16.

При обезжиривании изделий вручную нспользуют кисти, ветошь. Обезжирнвание необходимо выполнять при налични местной вытяжной вентиляции. При нанесении вручную на изделне травильных паст используют штапели и кисти. Данную операцию выполняют также при налнчии местной вытяжной вентиляции. По окончанин операции травления следы травильной пасты, оставшиеся на рабочем месте, смывают водой.

Таблица 3.16. **Технические характеристики агрегатов подготовки поверхности**

Параметр	Тип агрегата	
	однопозиционный (однокамерный)	многопозиционный (двухкамерный)
Наибольшие габаритные размеры обрабатываемых изделий, мм	1200×1200×2200	
Вышолняемые операцин	Обезжиривание, промывка	
Производительность:		
по обрабатываемой поверхности, м²/ч	100	200
по массе изделий, кг/ч	500	900
Теплоносителъ	Пар	
Параметры теплоносителя:		
давление, МПа	0,5	0,5
температура, °С	150	150
Тип транспорта	Бирельс	Конвейер
Установленная мощность, кВт	20 (не более)	
Габаритные размеры рабочей камеры, мм	2300×2300×4000	2300×6000, *H*-4000

Для подготовки поверхности изделий механическим методом используют ручные шлифовальные машины (пневматические или электрические).

При помощи различных рабочих органов, например металлических щеток, абразивных кругов, дисков с наждачной шкуркой, можно выполнять операции по удалению окалины и ржавчины, старого лакокрасочного покрытия, зачистку сварных швов.

Технические характернстики наиболее распространенных ручных шлифовальных электрических и пневматических машин приведены в табл. 3.12 и 3.15.

Окрасочные камеры. Лакокрасочные покрытия наносят в окрасочных камерах с гидроочисткой воздуха. Окрасочные камеры бывают тупиковыми или проходными в зависимости от организации окрасочных работ и размеров окрашиваемых изделий.

Окрасочные камеры изготовляют как нестандартизованное оборудование.

Технические характеристики

Габаритные размеры, мм:	
рабочей камеры	2500 × 2500, *H*-4000
гидрофильтра	1000 × 3000, *H*-3000
Наибольшие габаритные размеры обрабатываемых изделий, мм	1200 × 1200 × 2200
Тип транспорта	Бирельс
Объем, м³/ч:	
отсасываемого воздуха	22000
рециркулируемой воды	55
Установленная мощность, кВт	15

Краскораспылители и красконагнетательные баки. Лакокрасочный матернал методом пневмораспыления наносят краскораспылителями различного типа, снабженными распылительными головкамн высокого (0,25–0,6 МПа) или низкого (0,05–0,2 МПа) давления.

Краскораспылители в зависимости от способа подачи лакокрасочного материала к распылительной головке подразделяют на три типа:

I – с подачей лакокрасочного материала из верхнего красконаливного стакана (рис. 3.15, *а*);

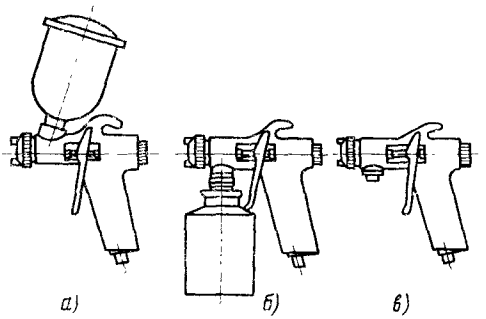


Рис. 3.15. Пневматические краскораспылители

II – с подачей лакокрасочного материала из нижнего красконалнвного стакана (рис. 3.15, *б*);

III – с подачей лакокрасочного матернала нагнетанием (рис. 3.15, *в*).

Краскораспылители типов I и II рекомендуются для подкрасочных работ в условиях монтажной площадки.

Номенклатура и технические характернстики пневматических краскораспылителей приведены в табл. 3.17.

Таблица 3.17. **Технические характеристики пневматических краскораснылителей**

Марка распылителя	Производнтельность		Давление сжатого воздуха, МПа	Расход воздуха, м³/ч	Ширина факела ЛКМ на расстоянии 300 мм от изделия, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
	по расходу лакокрасочного материала, г/мин	по окрашиваемой поверхности, м²/ч					
КРУ-1	400–500	300–450	0,3–0,4	6–11	400–500	195 × 60 × 225	0,66
КРУ-2	200	–	0,25–0,3	14	130	168 × 25 × 315	0,74
КРУ-3	60	–	0,3–0,4	6	150	169 × 102 × 290	0,75
КРУ-4	500	–	0,3–0,4	13,6	400	170 × 50 × 185	0,65
СО-71	–	400	0,4–0,5	26	–	180 × 88 × 345	0,6
ЗИЛ	500–600	500	0,45–0,55	11–14	500–520	–	0,82

Таблица 3.18. **Технические характеристнки красконагревательных баков**

Параметр	СО-12	СО-13	СО-42
Вместимость, л	16	63	40
Максимальное давление воздуха, МПа	0,4	0,4	0,4
Число одновременно работающих распылителей, шт.	1	2	2
Способ перемещивания	Ручной	Пневматический	
Габаритные размеры, мм	670 × 410 × 350	1040 × 505 × 405	790 × 480 × 450
Масса, кг	20,0	39,5	32,0

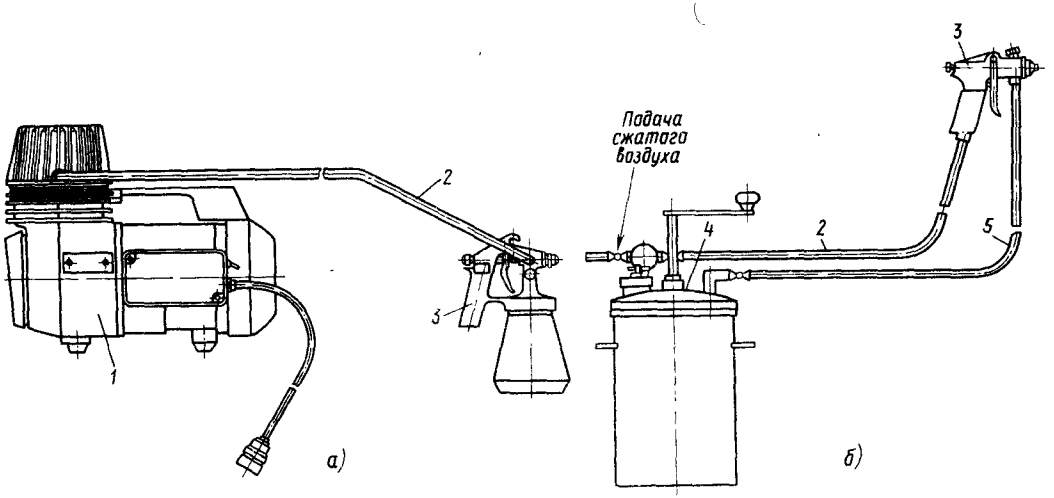


Рис. 3.16. Окрасочные агрегаты СО-7А (*а*) и СО-5А (*б*):
1 – компрессор СО-45А; *2* – воздушный рукав; *3* – краскораспылитель; *4* – красконагнетательный бак; *5* – рукав для подачи краски

Для дозированной подачи лакокрасочного материала в краскораспылителях типа III используются красконагнетательные баки (табл. 3.18).

Питание краскораспылителей сжатым воздухом может быть централизованным – от общей сети или индивидуальными – от компрессора. Для подачи сжатого воздуха и лакокрасочного материала в краскораспылители необходимо использовать шланги, рассчитанные на рабочее давление до 0,7 МПа, с внутренним диаметром 8–10 мм, стойкие к основным типам растворителей, которые применяются при окраске (уайт-спирит, сольвент, ксилол и др.).

Окрасочные агрегаты. При производстве монтажных работ наиболее широко применяют окрасочные агрегаты СО-7А и СО-5А (рис. 3.16).

Технические характеристики

Тип окрасочного агрегата	СО-74А	СО-5А
Расход краски, л/мин	0,16	–
Производительность, $м^2/ч$	–	400
Давление воздуха, МПа	0,2	0,3–0,4
Расход воздуха, $м^3/ч$	2,4	20
Масса, кг	22	30

Установки для безвоздушного распыления краски. Для окраски изделий методом безвоздушного распыления применяют установки типа «Радуга», ВИЗА-1 и др. (табл. 3.19).

Сушильные камеры. Для горячей сушки лакокрасочных покрытий применяют конвекционные и терморадиационные сушильные камеры. Сушильные камеры подразделяют на тупиковые и проходные. Выбор типа камеры зависит от характера производства и организации технологического процесса окрасочных работ. Теплоноситель выбирают в зависимости от наличия на производственной базе энергии и принятого режима сушки лакокрасочного покрытия.

Конвекционные сушильные камеры (табл. 3.20) обогревают преимущественно паром.

В терморадиационных сушильных камерах широко применяют источники инфракрасных лучей темного излучения с температурой 350–400 °С. Существует два типа источников темного излучения: панельный и рефлекторный.

Генераторы панельного типа с электрообогревом представляют собой чугунную или керамическую плиту, в которую вмонтированы нагревательные элементы. В качестве нагревательных элементов используют трубчатые электронагреватели, серийно выпускаемые промышленностью. Электронагреватель располагают в генераторе с таким расчетом, чтобы обеспечить равномерный нагрев всей поверхности. Мощность нагревателя выбирают из расчета создания на поверхности генераторов температуры 35–40 °С. Генераторы данного типа инерционны.

Этого недостатка лишены рефлекторные трубчатые излучатели, установленные непосредственно в рабочей зоне камеры.

Таблица 3.19. **Технические характеристики установок безвоздушного распыления**

Параметр	«Радуга 63»	«Радуга 12»	«Факел-3»	ВИЗА-1	УБР-3
Производительность, г/мин	630	1200	700	1000	1200 (при работе двух краскораспылителей)
Давление лакокрасочного материала, МПа	20	20	16	16	0,4 – 10
Давление воздуха, подаваемого на привод насоса, МПа	0,3 – 0,5	0,3 – 0,5	0,3 – 0,5	0,4 – 0,7	0,2 – 0,6
Расход воздуха, $м^3/ч$	12	22	8 – 9	16 – 20	–
Длина шлангов высокого давления, м	15	15	8 – 10	5 – 15	15
Габаритные размеры, мм	400 × 420 × 780	960 × 485 × 910	280 × 490 × 490	740 × 320 × 320	515 × 465 × 920
Масса, кг	22	45	16	21	120
Напряжение, В	–	–	–	–	220
Мощность нагревателя, кВт	–	–	–	–	3
Температура нагрева лакокрасочного материала, °С	–	–	–	–	До 110

Таблица 3.20. **Технические характеристики сушильных камер**

Параметр	Тип камеры	
	Тупиковая	Проходная
Наибольшие габаритные размеры обрабатываемых изделий, мм	1200 × 1200 × 2200	
Производительность:		
по обрабатываемой поверхности, $м^2/ч$	100	200
по массе изделий, кг/ч	200	500
Температура сушки, °С	135	135
Теплоноситель	Пар	Пар
Давление пара, МПа	0,5	0,5
Температура пара, °С	150	150
Объем рециркулируемого воздуха, $м^3/ч$	16 000	20 000
Габаритные размеры, мм	2500 × 3000; *Н*-4000	2500 × 5000; *Н*-4000

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

Набор слесарного инструмента (рис. 3.17) предназначен для монтажа опорных и несу-

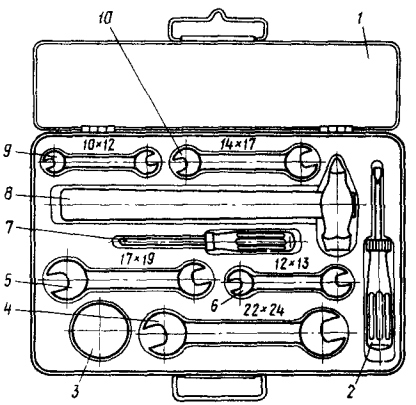


Рис. 3.17. Набор слесарного инструмента: *1* – футляр; *2* – отвертка слесарно-монтажная; *3* – рулетка (1 м); *4* – ключ 22 × 24 (2 шт.); *5* – ключ 17 × 19 (2 шт.); *6* – ключ 12 × 13; *7* – отвертка с крестообразным шлицем; *8* – молоток 400 г; *9* – ключ 10 × 12; *10* – ключ 14 × 17

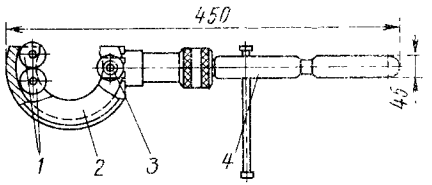


Рис. 3.18. Труборез для стальных труб:
1 – ролики; *2* – корпус; *3* – нож; *4* – ручка-винт с рычагом для подачи ножа

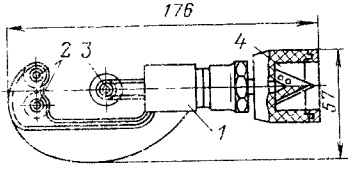


Рис. 3.19. Труборез для медных труб:
1 – корпус; *2* – ролики (2 шт.); *3* – нож; *4* – головка с райбером

щих конструкций трубных и электрических проводок. Инструменты, входящие в набор, укладывают в футляр. Размеры футляра в сложенном виде 404 × 264 × 46 мм; масса набора 5,3 кг.

Труборез для стальных труб. Труборез (рис. 3.18) предназначен для резки стальных труб диаметром от 15 до 50 мм под прямым углом к оси трубы. Габаритные размеры трубореза 450 × 100 × 45 мм, масса 2,6 кг.

Труборез для медных труб. Труборез (рис. 3.19) предназначен для резки медных труб диаметрами 8, 10, 12 мм. Габаритные размеры трубореза 176 × 57 × 42 мм, масса 0,35 кг.

Трубогибы ручные. Для изгиба труб в зоне монтажа применяют ручные трубогибы (табл. 3.21).

Таблица 3.21. **Технические характеристики ручных трубогибов**

Трубогиб	Диаметр изгибаемых труб, мм	Радиус изгиба, мм	Угол изгиба, град.	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Трубогиб для медных труб (рис. 3.20)	8	16	180	240 × 85 × 22	0,6
Трубогиб рычажный ТРР-3 (рис. 3.21)	15, 20, 25	100	Любой	620 × 200 × 210	51,8
Трубогиб ТР10-16 для стальных труб (рис. 3.22)	10, 12, 14, 16	4Д	175	245 × 170 × 120 (без рукоятки)	4,6

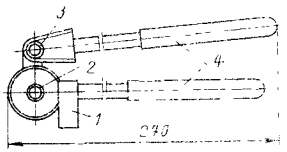


Рис. 3.20. Трубогиб для медных труб:
1 – рычаги (2 шт.); *2* – обжим; *3* – ролик; *4* – крюк для захвата трубы

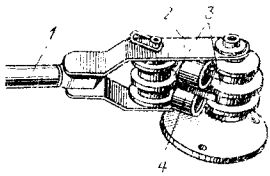


Рис. 3.21. Трубогиб рычажный ТРР-3

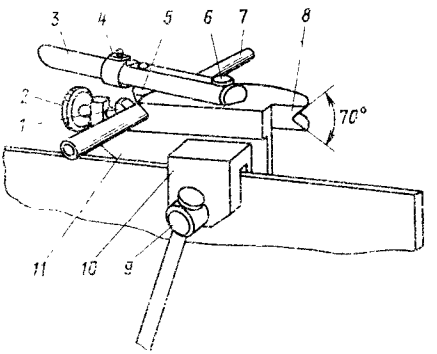


Рис. 3.22. Трубогиб ТР10-16:
1 – прижим; *2* – прижимной винт; *3* – удлинитель рукоятки; *4* – корпус рукоятки; *5* – обкатывающий ролик; *6* – палец; *7* – изгибаемая труба; *8* – гибочный шаблон; *9* – прижимной винт струбцины; *10* – струбцина; *11* – основание трубогиба

При гибке на трубогибе рычажном ТРР-3 конец трубы вводится между роликами *3* и закрепляется крюком *4*. Поворачивая обойму *2* с роликами при помощи рычага *1* вокруг неподвижного ролика, изгибают трубу радиусом, равным радиусу неподвижного ролика. Трубогиб крепят к основанию при помощи четырех болтов М12 и комплектуют сменными роликами.

Перед началом работы в условиях монтажной площадки трубогиб ТР10-16 (рис. 3.22) устанавливают на металлоконструкции с помощью струбцины и закрепляют специальным винтом. Затем устанавливают рукоятку в гибочный шаблон трубогиба, а удлинитель вставляют в рукоятку трубогиба.

Изгибаемая труба закладывается между обкатывающим роликом и гибочным шаблоном и закрепляется прижимным винтом. Гибка трубы производится вращением рукоятки трубогиба на требуемый угол.

Трубогибы с ручным гидроприводом ТГР-20 и ТГР-50. Трубогибы ТГР-20 (рис. 3.23) предназначены для гнутья стальных труб с условным диаметром 8 – 50 мм в холодном состоянии без наполнителя. Изгибаемую трубу вставляют между гибочным сектором с ручьем *3*, соответствующим диаметру трубы, и опорными роликами *2*. При качании рукоятки *1* плунжер *4* насоса *5* выдвигается вместе с гибочным сектором и изгибает трубу. По окончании гнутья открывают перепускной клапан винтом *6* для возврата плунжера в исходное положение. Трубогибы поставляются в комплекте с гибочными секторами (колодками).

Технические характеристики

Тип трубогиба	ТГР-20	ТГР-50
Диаметр условного прохода изгибаемых труб, мм	8, 10, 15; 20	25; 32; 40; 50
Наибольший ход штока, с гибочным сектором, мм	125	310
Наибольший угол изгиба труб, град	90	90
Прилагаемое усилие на рукоятку, Н	20	200
Габаритные размеры, мм	470 × 365 × × 174	700 × 700 × × 220
Масса, кг	15	48
Масса (с комплектом колодок, кг)	17,5	85

Приспособление для развальцовки медных труб ПРМТ-10 (винтовое). Приспособление (рис. 3.24) предназначено для развальцовки медных труб диаметром 6, 8 и 10 мм и состоит из колодки *1* с гнездами для зажима трубок и скобы *3* с винтом *4*, оканчивающимся конусом *2* для развальцовки трубок. Диаметр труб, подлежащих развальцовке, 6, 8 и 10 мм, габаритные размеры приспособления 120 × 115 × 50 мм, масса 0,7 кг.

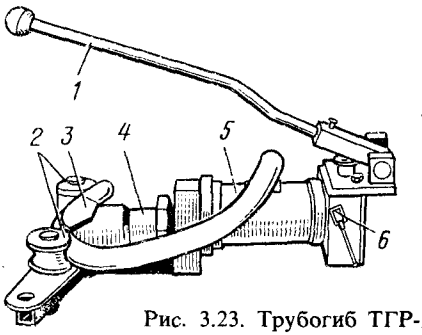


Рис. 3.23. Трубогиб ТГР-20

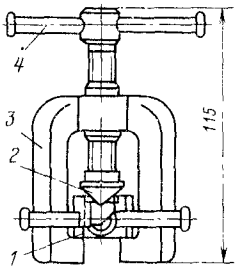


Рис. 3.24. Приспособление для развальцовки медных труб ПРМТ-10 (винтовое)

Приспособление ПТС-1 с трещоткой и самозахватом для нарезания резьбы и зенкования труб. Приспособление (рис. 3.25) – ручной инструмент для райберовки труб и нарезания на них резьбы – комплектуется райбером, тремя обоймами с плашками и приводной рукояткой с трещоткой. Для удобства переноса и хранения инструмента комплект укладывают в футляр *5*.

При райберовке труб в трещотку *1* вставляют райбер *4*, снабженный рукояткой *3* для его центрирования при вводе в обрабатываемую трубу. Райбер выполнен со спиральным зубом, снижающим осевое усилие на режущий инструмент и обеспечивающим его самозахват. Усилие самозахватка райбера увеличивается пропорционально усилию, прилагаемому к приводной рукоятке. Для нарезания резьбы в трещотку вставляют обойму *2* с соответствующей плашкой. Обойма обеспечивает установку плашки и ее центрирование. Рукоятка с трещоткой дает возможность развивать большой крутящий момент. Длина рукоятки 475 мм.

Приспособление используют для нарезания трубной цилиндрической резьбы 1/2″, 3/4″ и 1″, райберовки труб от 15 до 50 мм. Габаритные размеры футляра 670 × 160 × × 100 мм, масса комплекта 9 кг.

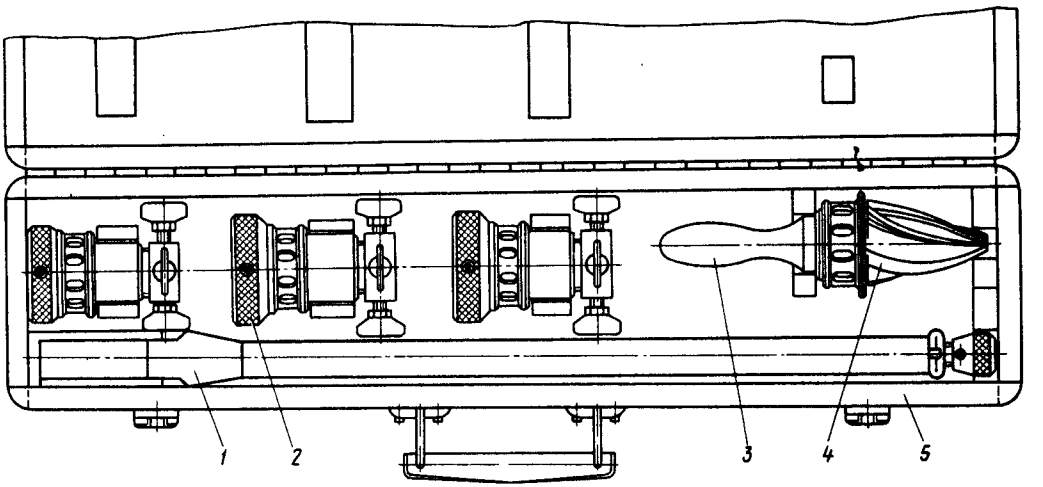


Рис. 3.25. Приспособление ПТС-1 с трещоткой и самозахватом для нарезания резьбы и зенкования труб

Набор специальных режущих инструментов НИС 22-61. Набор (рис. 3.26) как комплект к ручной сверлильной машине предназначен для сверления отверстий диаметром 22, 28, 34, 48 мм в коробах, коробках и других монтажных изделиях, выполненных из листовой стали толщиной до 3 мм с пределом прочности до 340 Н/мм^2.

В комплект набора входят: коронки диаметром 22 мм – 2 шт., диаметром 28 мм – 2 шт., 34 мм – 1 шт., 48 мм – 1 шт., 61 мм – 1 шт., хвостик – 1 шт.; сверло диаметром 6 мм – 1 шт.; ключ – 1 шт.

Инструменты, входящие в набор, укладываются в футляр. Размеры футляра 260 × 160 × 32 мм; масса набора 1,9 кг.

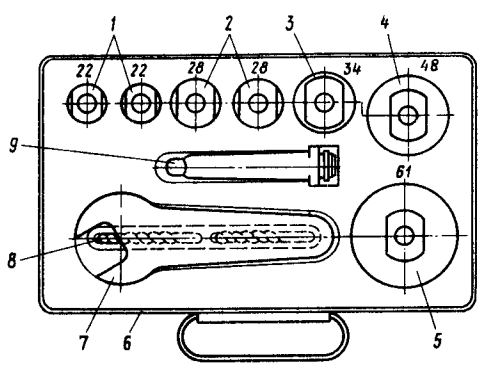


Рис. 3.26. Набор специальных режущих инструментов НИС 22-61:

1–5 – коронки; *6* – футляр (крышка снята); *7* – ключ; *8* – сверло; *9* – хвостовик

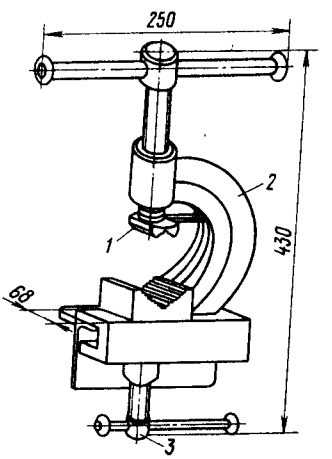


Рис. 3.27. Трубоприжим переносной ТП-1

Трубоприжим переносной ТП-1. Трубоприжим (рис. 3.27), предназначенный для зажима стальных труб диаметром от 14 до 60 мм, применяют при выполнении слесарных работ по нарезке резьб и сборке монтажных узлов. Трубоприжим представляет собой винтовую струбцину *2* с одной подвижной губкой *1*. Трубоприжим крепят к верстаку или столу винтовым зажимом *3*. Габаритные размеры 430 × 68 × 250 мм; масса 6,5 кг.

Пневматический перфоратор П-47. Перфоратор (рис. 3.28) предназначен для пробивки штроб и отверстий диаметром до 32 мм

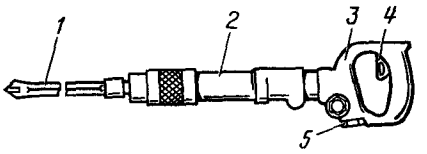


Рис. 3.28. Пиевматический перфоратор П-47:
1 – рабочий ииструмеит; *2* – корпус-цилиндр; *3* – рукоятка; *4* – рычаг спускового устройства; *5* – гайка подключения воздушиого (питающего) шлаига

на глубину до 200 мм в бетоне, кирпиче и других строительных материалах. Применение перфоратора повышает производительность труда по сравнению с пробивкой отверстий шлямбуром вручную примерно в 8 раз.

Технические характеристики	
Энергия удара, Н·м	2,5
Число ударов в мииуту	2280
Рабочее давление воздуха, МПа	6,3
Расход воздуха, м³/мин	0,55
Габаритные размеры, мм	452 × 90 × 200
Масса, кг	6,6

Перфоратор электрический ИЭ-4713. Перфоратор (рис. 3.29) предназначен для образования отверстий диаметром 12 мм на глубину до 200 мм в бетоне и различных строительных материалах. Может быть использован для разрушения бетона, кирпичной кладки, пробивания борозд и завинчивания винтов, а также может работать в режиме сверления.

Перфоратор состоит из электродвигателя, корпуса, в котором находятся редуктор и ударный механизм, буксы с расположенными в ней предохранительиой муфтой и механизмом крепления рабочего инструмента.

Технические характеристики	
Энергия удара, Н·м	1,0
Частота ударов, Гц	40
Диапазон диаметров отверстий, образуемых в режиме сверлеиия, мм	1 – 8
Потребляемая мощность, Вт	350
Напряжение, В	220
Частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм	420 × 155 × 75
Масса (без шнура, боковой рукоятки и рабочего инструмеита), кг	3,5

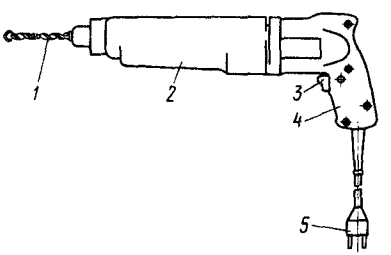


Рис. 3.29. Перфоратор электрический ИЭ-4713:
1 – смеиный ииструмеит; *2* – корпус; *3* – выключатель; *4* – рукоятка; *5* – штепсельная вилка

Насос ручной двухплунжерный НР-15. Насос (рис. 3.30) предназначен для опрессовки трубопроводов и резервуаров. Насос состоит из бака емкостью 45 л и корпуса, в который вмонтированы всасывающий и нагнетательный клапаны, игольчатый клапан для сброса давления из системы, два плунжера низкого и высокого давления и рычажный механизм для сообщения возвратно-поступательного движения системе плунжеров.

Технические характеристики	
Наибольшее давление, МПа:	
плунжера высокого давления	45,0
плунжера низкого давления	4,0
Подача за один двойной ход, см³:	
плунжера высокого давления	3,2
плунжера низкого давления	36
Усилие на конце рычага, Н	200
Масса, кг	28

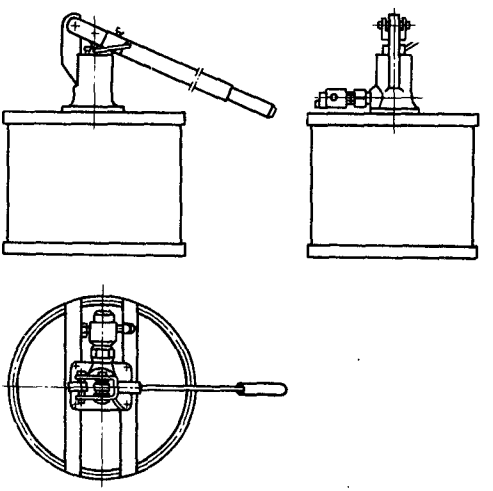


Рис. 3.30. Насос ручной двухплунжерный НР-15

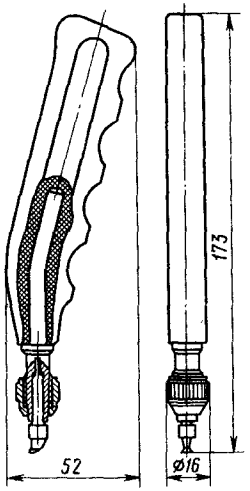


Рис. 3.31. Нож для надрезания полимерной оболочки кабеля НКП-2

Нож для надрезания полимерной оболочки кабеля НКП-2. Нож (рис. 3.31) предназначен для надрезания и снятия полимерной оболочки кабеля при производстве монтажных работ.

Ключи трубные. Ключи предназначены для сборки и разборки резьбовых соединений водогазопроводных труб. При монтаже наибольшее применение находят ключи трубные двухрычажные (рис. 3.32) КТР-2 для диаметра обрабатываемых труб от 20 до 50 мм (длина ключа 400 мм, масса 1,54 кг) и ключи трубные универсальные (рис. 3.33) типа КТУ для труб от 15 до 40 мм (длина ключа 440 мм, масса 1,6 кг).

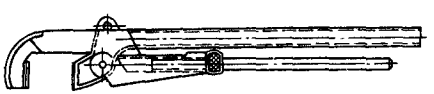


Рис. 3.32. Ключ трубный КТР-2

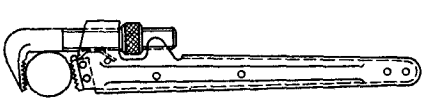


Рис. 3.33. Ключ трубный типа КТУ

Ключ ниппельный. Ключ ниппельный (рис. 3.34) предназначен для завинчивания гаек штуцеров приборов системы «Старт», изготовляется по ТУ 36.1246-77. Масса 0,25 кг.

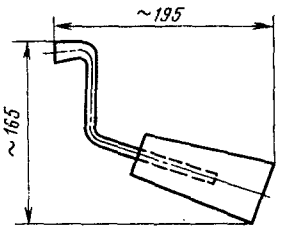


Рис. 3.34. Ключ ниппельный

Поршневой монтажный пистолет ПЦ52-1. Пистолет (рис. 3.35) предназначен для быстрого крепления дюбеля к бетонным и железобетонным (с маркой бетона не выше 400), стальным (с пределом прочности до 4,5 МПа), кирпичным, шлакобетонным, керамзитобетонным и другим строительным основаниям различного оборудования и материалов. С пистолетом работает один оператор в любых пространственных положениях.

Пистолет ПЦ52-1 является однозарядным самовзводным пиротехническим инструментом, источником энергии для которого служат пороховые патроны. Масса пистолета не более 3,6 кг, производительность его 50 выстрелов в час, габариты с наконечником 385 × 65 × 132 мм.

Пистолет безопасен в обращении, так как исключает рикошет дюбеля и сквозной прострел строительного основания, имеет низкий уровень звука выстрела, что позволяет не ограничивать число выстрелов в день.

Забивка дюбеля *1*, находящегося в направителе *2* пистолета, осуществляется ударом поршня *3*, который разгоняется по стволу *6* давлением пороховых газов. Разгон поршня давлением происходит на участке 10 – 12 мм со скоростью 60 – 90 м/с, после чего пороховые газы через рассекатель *5* сбрасываются в расширительные полости муфты *4*. Дальнейшее движение поршня и забивка дюбеля происходят по инерции, при этом в конечный момент за счет сопро-

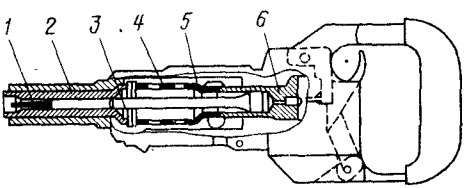


Рис. 3.35. Поршневой монтажный пистолет ПЦ52-1

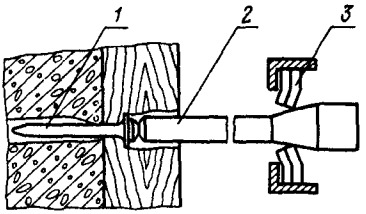


Рис. 3.36. Схема торможения поршня пистолета ПЦ52-1

тивления строительного основания скорость дюбеля падает до нуля. Если к моменту полного углубления дюбель *1* (рис. 3.36) и поршень *2* не остановились (большая избыточная энергия), последний остановится за счет выгиба лепестков-амортизаторов *3*.

Пистолет ПЦ52-1 снабжен блокировочным устройством, исключающим случайный выстрел: в воздух (для выстрела пистолет необходимо прижать к месту забивки дюбеля); при не полностью запертом пистолете (из-за несовмещения бойкового отверстия с закраиной патрона); при чрезмерной деформации амортизаторов (в этом случае ствол не возвратится в исходное положение и пистолет не откроется); при падении пистолета с высоты до 1,5 м.

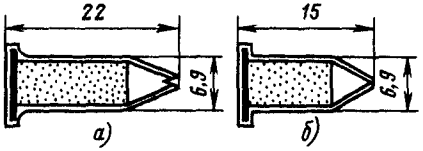


Рис. 3.37. Патроны к пистолету ПЦ52-1:
а – группы *Д*; *б* – группы *К*

Дюбеля и патроны (рис. 3.37) для указанного пистолета следует выбирать с учетом материала строительного основания, как указано в табл. 3.22.

Для пистолетов ПЦ52-1 используют беспульные патроны калибра 6,9 мм, заряженные бездымным порохом со сроком хранения до 5 лет, и дюбеля по номенклатуре, указанной в табл. 3.23 – 3.25.

Таблица 3.22. **Выбор дюбелей и патронов для пистолета ПЦ52-1**

Материал строительного основания	Патрон	Размеры дюбелей-гвоздей					Размеры дюбелей-виитов
		Сталь и алюминий, мм		Дерево и изоляционный материал, мм			
		2	5	10	30	60	
Бетон марок 100, 200, кирпич	К1, К2	3,5 × 40(30)	–	3,5 × 40	3,5 × 50	–	М4 × 20
	Д1	4,5 × 30	4,5 × 40	4,5 × 40	–	4,5 × 100	М8 × 55
	Д2	4,5 × 40	4,5 × 50	4,5 × 50	4,5 × 60	–	М10 × 60
	К2	3,5 × 30	–	3,5 × 40	3,5 × 50	–	М4 × 20
Бетон марок 300, 400	Д2	–	4,5 × 30	4,5 × 40	4,5 × 60	–	–
	Д3	4,5 × 30	4,5 × 40	–	–	4,5 × 80	М8 × 40
	Д4	4,5 × 40	–	4,5 × 50	–	4,5 × 100	М10 × 60
Сталь 8 мм	К4	3,5 × 20	–	3,5 × 20	3,5 × 40	3,5 × 80	М4 × 20
	Д2	4,5 × 20	–	4,5 × 20	4,5 × 40	4,5 × 60	М8 × 30
	Д3	4,5 × 30	4,5 × 30	4,5 × 30	4,5 × 50	4,5 × 80	М8 × 30

Таблица 3.23. **Номенклатура дюбелей-гвоздей**

Тип	Размеры, мм			Масса, г	Тип	Размеры, мм			Масса, г
	Общая длина	Диаметр стержня	Диаметр шляпки			Общая длина	Диаметр стержня	Диаметр шляпки	
ДГП3,5 × 20	20	3,5	8	2,7	ДГП4,5 × 30	30	4,5	10	4,9
ДГП3,5 × 30	30	3,5	8	3,5	ДГП4,5 × 40	40	4,5	10	6,2
ДГП3,5 × 40	40	3,5	8	4,2	ДГП4,5 × 50	50	4,5	10	7,4
ДГП3,5 × 50	50	3,5	8	5,0	ДГП4,5 × 60	60	4,5	10	8,6
ДГП3,5 × 60	60	3,5	8	5,7	ДГП4,5 × 80	80	4,5	10	11,1
ДГП3,5 × 70	70	3,5	8	6,3	ДГП4,5 × 100	100	4,5	10	13,6
ДГП4,5 × 20	20	4,5	10	3,7	ДГП6,8 × 100	100	6,8	10	26,0

Таблица 3.24. **Номенклатура дюбелей-винтов**

Тип	Размеры, мм				Масса, г
	Общая длина	Диаметр стержня	Резьба	Длина резьбы	
ДВПМ8 × 30	30	4,5	М8	10	8,2
ДВПМ8 × 40	40	4,5	М8	15	9,4
ДВПМ8 × 55	55	4,5	М8	15	11,0
ДВПМ10 × 35	35	5,5	М10	15	13,4
ДВПМ10 × 40	40	5,5	М10	20	14,3
ДВПМ10 × 60	60	5,5	М10	20	17,9
ДВПМ8 × 70	70	6,8	М8	20	20,0
ДВПМ4 × 20	20	3,5	М4	8	3,0

Таблица 3.25. **Патроны к пистолету ПЦ52-1**

№ ствола	Группа	Обозначение	Характеристика мощности	Цвет окраски
1Д	Д	Д1	Слабый	Белый
		Д2	Средний	Желтый
		Д3	Сильный	Синий
		Д4	Сверхсильный	Красный
2	К	К1	Слабый	Белый
		К2	Средний	Желтый
		К3	Сильный	Синий
		К4	Сверхсильный	Красный

ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Набор инструментов электромонтажника НЭ2. Набор инструментов (рис. 3.38) укладывают в футляр. Размеры футляра с набором 400 × 260 × 42 мм, масса 4,2 кг.

Набор инструмента электромонтажника НЭУ2. Набор поставляется в чемодане. Для удобства пользования набором в чемодан укладывают сумку с наиболее часто исполь-

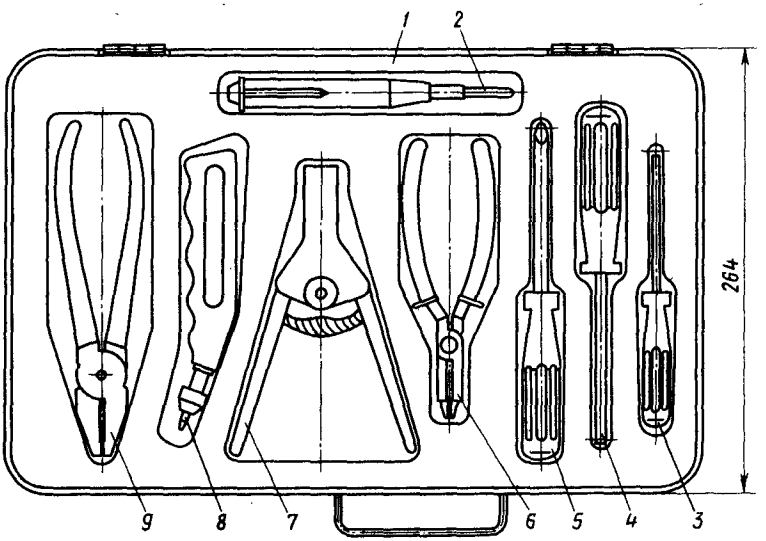


Рис. 3.38. Набор инструментов электромонтажника НЭ-У2:

1 – футляр; *2* – индикатор напряжения с отверткой ИНО-1М; *3* – отвертка слесарно-монтажная; *4* – отвертка диэлектрическая; *5* – отвертка с крестообразным шлицем; *6* – клещи КК-2М; *7* – клещи ККСИ; *8* – нож НКП-2; *9* – плоскогубцы комбинированные

зуемыми инструментами. В комплект набора входят по 1 шт.: инструмент для снятия изоляции МБ-1МУ1; кусачки боковые; плоскогубцы универсальные электромонтажные с эластичными чехлами; молоток слесарный; нож монтерский НМ-3У1; очки защитные открытые 02; пробник УП-71У3; метр складной металлический; отвертки 4 шт.; магнит постоянный 2 шт.; ключи гаечные ККБ-8 4 шт.

Набор инструментов коммутатчика НКОУ2. Набор поставляется так же, как набор НЭУ2. В комплект набора входят те же инструменты, что в набор НЭУ2, кроме слесарного молотка.

Клещи ККСИ. Клещи (рис. 3.39, *а*) предназначены для снятия изоляции с жил проводов сечением 0,75; 1; 1,5 и 2,5 мм². Габариты 172 × 120 × 35 мм, масса 0,2 кг.

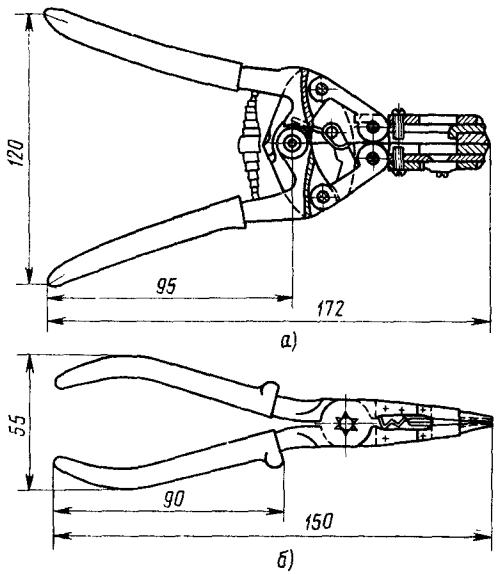


Рис. 3.39. Клещи ККСИ (*а*) и КК-1М (*б*)

Клещи КК-1М. Клещи (рис. 3.39, *б*) предназначены для иадрезания и снятия изоляции проводов сечением 0,75; 1; 1,5 мм², изгибания колец на концах проводов и откусывания медных и алюминиевых проводов сечением до 2,5 мм². Габариты 150 × 55 × × 10 мм, масса 0,18 кг.

Инструмент МБ-1МУ1. Инструмент (рис. 3.40, *а*) предназначен для снятия изоляции с проводов и жил кабеля различных ма-

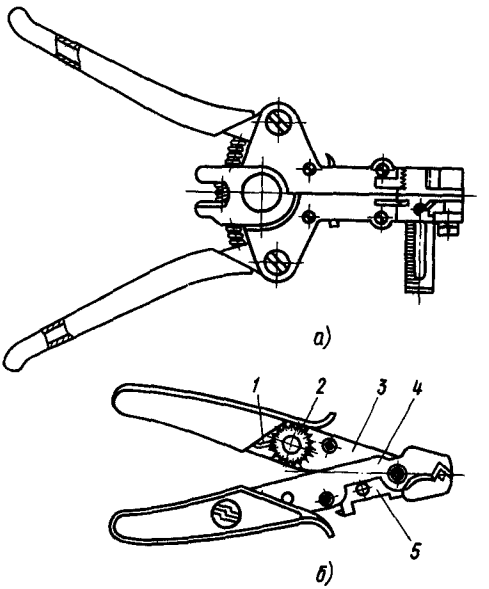


Рис. 3.40. Инструмент МБ-1МУ1 (*а*) и М-1У1 (*б*)

рок, а также для перекусывания этих проводов.

Технические характеристики

Сечение проводов при снятии и перерезании изоляции, мм²	0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6
Длина участка, с которого снимается изоляция, мм	5–30
Габаритные размеры, мм	165 × 120 × 35
Масса, кг	0,24

Инструмент М-1У1. Инструмент (рис. 3.40, *б*) предназначен для снятия изоляции с концов проводов и перекусывания их. Инструмент состоит из двух шарнирно соединенных планок *3* и *4*, длинные концы которых являются ручками с чехлами, а короткие – ножами с режущими кромками У-образной формы для снятия изоляции с проводов и криволинейными – для перекусывания проводов. Эксцентрический диск *2* с делениями служит для установки ножей на размер сечения обрабатываемого провода.

Фиксатор *1* удерживает диск *2* в заданном положении. Скоба *5* ограничивает размах ручек в нерабочем положении.

Технические характеристики

Сечение проводов при снятии изоляции, мм²	0,25; 0,35; 0,75; 1; 1,5

Длина участка, с которого снимается изоляция, мм	До 50
Габаритные размеры, мм	140 × 65 × 12
Масса, кг	0,12

Ножницы секторные серии НС. Ножницы секторные НС-1У1 (рис. 3.41, *а*), НС-2У1 (рис. 3.41, *б*) и НС-3У1 (рис. 3.41, *в*) предназначены для перерезания кабеля и проводов при производстве монтажных работ. Они состоят из двух секторных ножей – неподвижного *1* и подвижного *2* с зубьями, двух рукояток – подвижной *5* и неподвижной *4*, двух собачек – подающей *3* и фиксирующей *6*.

Технические характеристики секторных ножниц

Тип секторных ножниц	НС-1У1	НС-2У1	НС-3У1
Вид разрезаемого провода или кабеля	Провод или жила кабеля	Провод или голый кабель	Кабель бронированный, провода и кабели
Наибольшее сечение разрезаемого кабеля, мм²:			
с медными жилами . . .	3 × 10	3 × 25	3 × 150
с алюминиевыми жилами	3 × 25	3 × 70	3 × 240
Наибольшее сечение разрезаемой жилы, мм²:			
алюминиевой однопроволочной	50	120	–
алюминиевой многопроволочной	70	240	–
Наибольшее усилие на рукоятке, Н	200	200	250
Габаритные размеры, мм:			
длина	200	410	700
ширина . . .	75	136	208
высота . . .	20	22	32
Масса, кг . . .	0,35	1,2	3,0

Для перерезания кабеля или провода ножницами НС-1У1 необходимо нажимать на рукоятку только в одном направлении (рабочем); обратный ход осуществляется пружиной; при перерезании ножницами типа НС-2У1 и НС-3У1 обратный ход производится вручную.

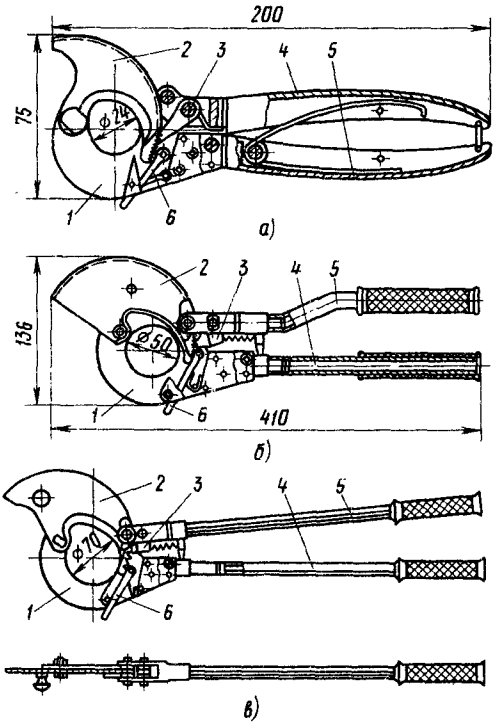


Рис. 3.41. Ножницы секторные НС-1У1 (*а*), НС-2У1 (*б*) и НС-3У1 (*в*)

Нож монтерский. Нож НМ-3У1 (рис. 3.42) предназначен для снятия изоляции с проводов, кабелей, для зачистки жил и других аналогичных электромонтажных работ.

Габаритные размеры в развернутом виде 205 × 11 × 24 мм, в сложенном виде 120 × 11 × 32 мм, масса 0,17 кг.

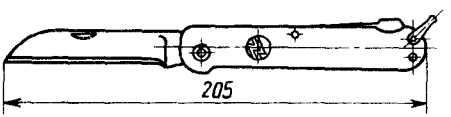


Рис. 3.42. Нож монтерский НМ-3У1

Боковые кусачки. Боковые кусачки (рис. 3.43) с эластичными чехлами на ручках

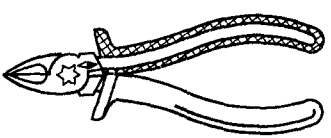


Рис. 3.43. Боковые кусачки

предназначены для откусывания медных и алюминиевых проводов малых сечений при выполнении различных электромонтажных работ. Габаритные размеры 155 × × 18 × 55 мм, масса 0,33 кг.

Плоскогубцы универсальные. Плоскогубцы (рис. 3.44) универсальные монтажные с эластичными чехлами на ручках предназначены для зажима и откусывания медных и алюминиевых проводов малых сечений. Габаритные размеры 204 × 66 × 23 мм, масса 0,386 кг.

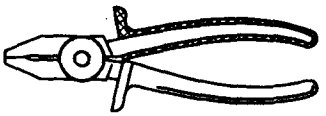


Рис. 3.44. Плоскогубцы универсальные

Отвертки с пластмассовой ручкой. Отвертки (рис. 3.45) применяют для различных видов электромонтажных работ, выпускают по ГОСТ 17199 – 71. Технические характеристики наиболее широко применяемых при монтаже отверток приведены в табл. 3.26.

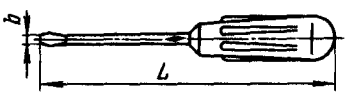


Рис. 3.45. Отвертка с пластмассовой ручкой

Прибор ПЖ-30. Прибор (рис. 3.46) предназначен для отыскания (прозвонки) одним человеком тождественных жил кабеля независимо от его длины и состоит из корпуса *2* с набором выпрямителей и карманного фо-

Таблица 3.26. **Технические характеристики отверток с пластмассовой ручкой и стержнем круглого сечения**

Обозначение	Номинальный диаметр резьбы винта, для которого предназначена отвертка	Размеры, мм		
		Длина	Толщина лопатки	Ширина лопатки
7810-0305 7810-0306 7810-0307	2,0	100 160 200	0,5	3,2
7810-0308 7810-0309	2,5	160 200	0,6	4,0
7810-0311 7810-0313 7810-0314 7810-0315	3,0	80 200 250 320	0,8	4,5
7810-0316 7810-0318	4,0	80 200	1,0	6,0
7810-0320 7810-0322	4,0	250 320	1,0	6,0
7810-0324 7810-0326 7810-0328	5,0	200 250 320	1,2	7,5
7810-0330 7810-0332 7810-0334	6,0	250 320 400	1,6	9,0
7810-0336 7810-0338 7810-0340	8,0	250 320 400	2,0	12,0

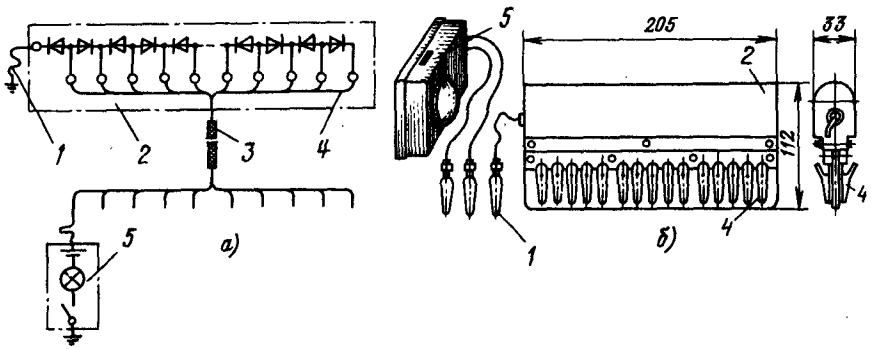


Рис. 3.46. Прибор ПЖ-30

нарика *5* с батарейкой и лампочкой. На корпусе расположены в два ряда зажимы *4* типа «крокодил», к которым подключается прозваниваемый кабель *3*. Общая жила кабеля подключается к зажиму *4* на гибком проводе. Фонарик имеет два соединительных шнура с зажимами «крокодил». На противоположном конце кабеля плюсовый (синий) соединительный шнур фонарика подключают к общей жиле кабеля, а зажимом второго соединительного шнура (красного) поочередно касаются других жил кабеля. Если при касании первой жилы замыкается цепь лампочки фонарика, это свидетельствует о том, что найдена жила № 1. После этого жилу № 1 маркируют и зажим красного шнура остается к ней подключенным. Зажим синего шнура снимают с общей жилы и им поочередно касаются оставшихся жил кабеля. Так, поочередно меняя зажимы выводов фонарика при касании жил кабеля, находят номера всех жил.

Размеры корпуса прибора 205 × 112 × × 33 мм, масса 0,53 кг.

Индикатор номера жил ИНЖ-1. Индикатор номера жил ИНЖ-1 (рис. 3.47) предназначен для отыскания (прозвонки) тождественных жил многожильных кабелей и проводных жгутов перед подключением их к электроаппаратуре. Индикатор имеет цифровую индикацию, исключающую неопределенность считывания номера жилы.

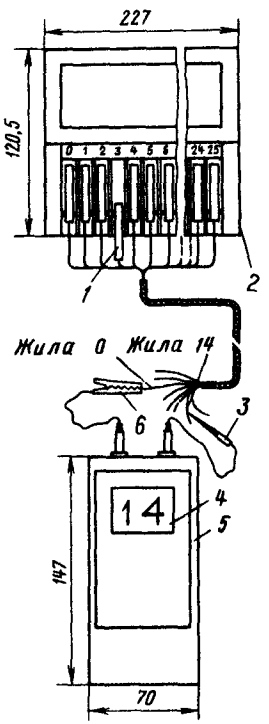


Рис. 3.47. Индикатор номера жил ИНЖ-1

Питание индикатора производится от встроенного герметичного аккумулятора 7Д-01 с номинальным напряжением 8,4 В, обеспечивающего без подзарядки прозвонку более 2000 цепей. Прозвонка кабеля производится одним человеком и возможна даже без предварительной зачистки изоляции отдельных жил. Зажимы индикатора рассчитаны на подключение к ним медных и алюминиевых одно- и многопроволочных жил проводов или кабеля сечением от 0,35 до 2,5 мм^2 в резиновой или пластиковой изоляции.

В комплект индикатора входят блок-ответчик *2*, блок индикации *5* и два соединительных шнура. Блок-ответчик не имеет собственного питания и размещается на необслуживаемом конце проверяемого кабеля. Блок-ответчик имеет 52 зажима, расположенных в два ряда. В верхнем ряду расположены зажимы 0, 1, 2 – 24 и 25, а в нижнем ряду – 26, 27 – 50 и 51. Жилы кабеля без зачистки изоляции на 10-15 мм вводят в гнезда, расположенные под зажимами, после этого планку зажима поворачивают на 180° вокруг оси, общей для всех зажимов. При повороте планка нажимает на контактную пластину с острым загнутым концом, который просекает изоляцию жилы, обеспечивая надежный контакт с металлом подключенной жилы. На рис. 3.47 планка зажима *1* показана в повернутом положении. К зажимам блока-ответчика присоединяют жилы кабеля в соответствии с выбранной произвольно нумерацией. К зажиму 0 подсоединяют жилу, выбранную в качестве общей нулевой. Блок индикации, имеющей табло цифровой индикации *4* и источник питания, подключают на противоположном конце кабеля, причем общий провод блока должен быть подсоединен к общей жиле 0 кабеля с помощью зажима *6* типа «крокодил».

Все электрические цепи индикатора находятся в обесточенном состоянии до момента касания щупом *3* с прозваниваемой жилы кабеля. Прибор не имеет выключателя питания и настроечных органов. Энергию аккумулятор расходует только в момент определения номера жилы кабеля.

После касания щупом *3* любой, кроме общей, жилы кабеля через щуп подается напряжение питания на блок ответчика, который включается в работу и периодически

подает на проверяемую жилу соответствующую серию токовых импульсов, преобразуемых индикатором в цифровую форму; при этом на цифровом табло *4* высвечивается номер жилы кабеля от 1 до 52. В качестве примера на рис. 3.47 показана индикация на табло при касании щупом жилы *14*.

Габариты блока-ответчика 227 × 120 × × 70 мм, масса блока-ответчика 0,8 кг, блока индикации 0,3 кг.

ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Ниже приведены краткие сведения об оборудоваиии и инструменте, которые широко применяют при производстве монтажных работ непосредственно на объектах монтажа. Этот же инструмент и часть оборудования (баллоны, резаки, горелки и т. д.) применяют также при газоэлектросварочных работах иа МЗМ.

Генераторы переносные. Генераторы предназначены для получеиия газообразиого ацетилена низкого давления путем разложения карбида кальция водой. Генератор – однопостовой аппарат непрерывного действия – в зависимости от условий работы может быть использоваи как переиосной или стационарный для индивидуальиого питания сварочного поста.

При производстве монтажиых работ наиболее широко применяют ацетиленовый генератор АСП-1, 25-6 (рис. 3.48) системы ВВ (вытеснение воды), в котором разложение карбида кальция осуществляется при соприкосновении его с водой в зависимости от изменения уровня воды, находящейся в реакционном пространстве и вытесняемой образующимся газом. Для предупреждения замерзания воды в водяном затворе при работе в зимнее время гениератор утепляют ватным чехлом.

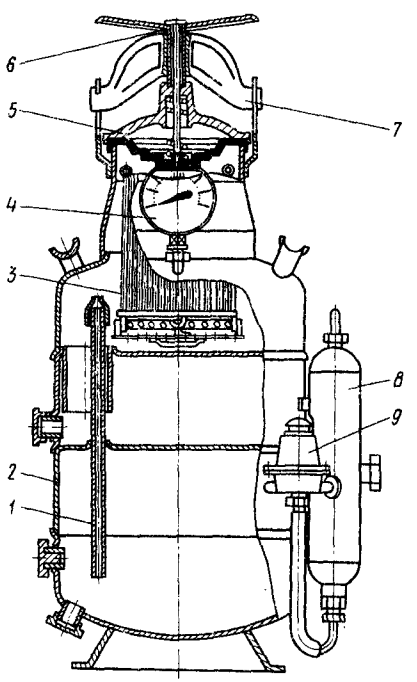


Рис. 3.48. Ацетиленовый генератор АСП-1, 25-6:

1 – трубка для перелива воды; *2* – корпус генератора; *3* – корзина для загрузки карбида; *4* – манометр; *5* – крышка; *6* – винт; *7* – траверса; *8* – предохранительный затвор; *9* – предохранительный клапан

Технические характеристики

Производительность, м³/ч	1,25
Рабочее давление ацетилена, МПа	0,01 – 0,07
Единовременная загрузка карбида кальция, кг	3,5
Размер гранул карбида кальция, мм	25 × 80
Масса (без воды и карбида кальция), кг	21

Баллоны кислородные. Баллоны (рис. 3.49) предназначены для хранения и транспортировки кислорода. На верхней сферической части баллоиа выбиты его паспортные данные: тип баллона, заводской номер, марка завода-изготовителя, масса, емкость, рабочее и испытательное давления, дата изготовления, дата следующего испытання, клей-

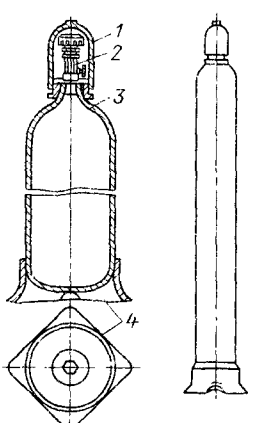


Рис. 3.49. Баллоны кислородные:

1 – колпак; *2* – запорный вентиль; *3* – сосуд; *4* – башмак

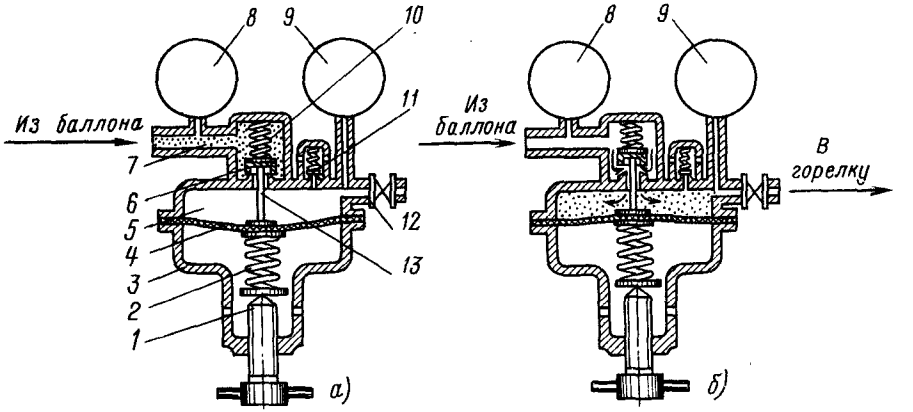


Рис. 3.50. Газовые редукторы:

а — в нерабочем положенни; *б* — в рабочем положенни; *1* — внит нажнмной; *2* — главная пружина; *3* — корпус редуктора; *4* — резнновая мембрана; *5* — камера низкого давления; *6* — клапан; *7* — подсоединительный штуцер; *8, 9* — манометры высокого и низкого давлений; *10* — запорная пружина; *11* — предохранительный клапан; *12* — вентиль; *13* — штифт

мо ОТК и клеймо инспекции Госгортехнадзора. Баллоны через каждые 5 лет подвергают осмотру и испытанию. Цвет окраски баллонов голубой, на баллоне черная надпись КИСЛОРОД.

Технические характеристики

Предельное рабочее давление, МПа	15
Испытательное давление, МПа	225
Количество газа в баллоне, л	6000
Жидкостная емкость, л	40
Габаритные размеры, мм:	
высота	1390
диаметр	219
Масса без газа, кг	67

Баллоны ацетиленовые. Баллоны служат для хранения и транспортировки ацетилеиа, получаемого промышлениым путем. К ацетиленовым баллонам предъявляют те же требования, что и к кислородиым. Цвет окраски баллонов белый, на баллоиах красная иадпись АЦЕТИЛЕН. Для снижения взрывоопасности баллонов их заполняют пористой массой — пемзой или активированным углем. Пористая масса пропитывается ацетоном, в котором растворяется ацетилеи.

Технические характеристики

Предельное рабочее давление, МПа	1,6
Испытательное давление, МПа	3,0
Количество газа в баллоие, л	5520
Емкость, л	40
Габаритные размеры, м:	
высота	1390
диаметр	219
Масса баллона без газа, кг . . .	52

Газовые редукторы. Редукторы (рис. 3.50) предназначеиы для понижения давления газообразного продукта, поступающего из баллона, до рабочего и поддержания его постоянным. Редукторы присоединяются к вентилю баллона с помощью иакидиой гайки с резьбой 3/4".

Применяемые при монтажных работах марки редукторов даны в табл. 3.27.

Таблица 3.27. **Технические характеристики газовых редукторов**

Газ	Марка редуктора	Цвет окраскн редуктора	Максимальное давление на выходе, МПа	Пределы регулнрования рабочего давления, МПа	Наибольшая пропускная способность, м³/ч
Ацетилен	БАО-5 (ДАП—1)	Белый	25	0,1—1,2	5
	ДАД-1-65	»	30	0,1—1,2	5
Кислород	БКО-25 (ДКП-1-65)	Голубой	200	1—12	50
	ДКД-8-65	»	200	0,5—8	25
Пропан-бутан	БПО-5 (ДПП-1)	Красный	25	0,1—3	5

Таблица 3.28. **Технические характеристики горелок Г2-04 и Г3-03**

Тип	№ наконечника	Толщина свариваемого металла, мм	Расход, л/ч		Рабочее давление, МПа		Масса, кг
			ацетилена	кислорода	ацетилена	кислорода	
Г2-04 (Г2-02)	0–4	0,2–7	40–600	45–650	0,01	0,15–0,3	0,45–0,48
Г3-03 (Г3-02)	1–7	0,5–30	65–950	70–1000	0,01	0,15–0,36	0,71–0,75

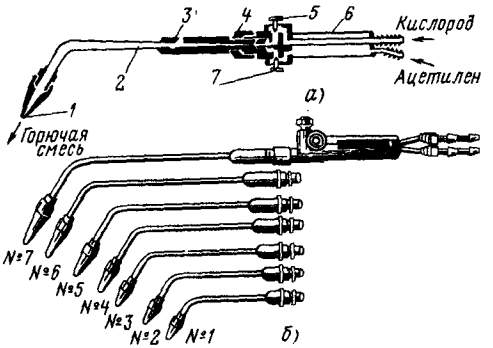


Рис. 3.51. Газовые горелки:
а – схема горелки; *б* – общий вид со сменными головками; *1* – мундштук; *2* – наконечник; *3* – смесительная камера; *4* – центральное сопло инжектора; *5* – вентиль кислорода; *6* – корпус; *7* – вентиль газа

Газовые горелки. Горелки (рис. 3.51) являются основным рабочим инструментом при ведении газосварочных работ. Кислород и ацетилен к горелке подводят по шлангам, которые надевают на кислородный и ацетиленовый ниппеля. Подачу газа регулируют кислородным и ацетиленовым вентилями горелки. Горелка снабжена комплектом сменных наконечников. Наиболее распространенными при монтаже приборов и средств автоматизации являются горелки Г2-04 и Г3-03 (табл. 3.28).

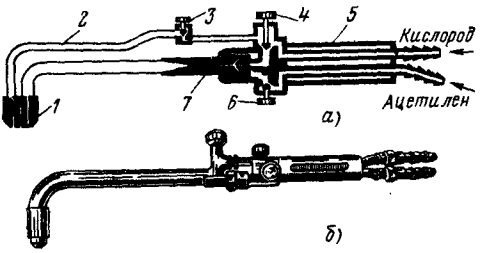


Рис. 3.52. Схема инжекторного резака:
1 – мундштук; *2* – дополнительный кислородопровод; *3* – запорный вентиль; *4* – вентиль кислорода; *5* – корпус; *6* – вентиль ацетилена; *7* – инжектор

Газовые резаки. Для кислородной резки ацетиленом используют оборудование для ацетиленовой сварки, но вместо сварочной горелки применяют инжекторные резаки Р-2А (МАЯК 2А-02) и вставные резаки РВ-1А (РГМ-70) и РВ-2А (РГС-70) (рис. 3.52).

Вставные резаки присоединяют к стволу горелки вместо сменного наконечника.

Технические характеристики

Тип газовых резаков	Р-2А, Р-3П	РВ-1А	РВ-2А
Номер мундштука:			
наружного	1	1	1
внутреннего	1–3	1–3	2–3
Толщина разрезаемого металла, мм	3–50	3–50	3–70
Давление, МПа:			
кислорода	0,3–0,5	0,3–0,5	0,3–0,6
ацетилена	0,001	0,001 (не менее)	0,001–0,01
Расход, м³/ч:			
кислорода	1,74–7,5	3–8	3–10
ацетилена	0,4–0,8	0,3–0,6	0,4–0,6
Габаритные размеры, мм	500 (длина)	262 × 160 × 43	282 × 143 × 34
Масса, кг	1,25	0,541	0,611

Рукава (шланги). Для подвода газа к горелке и резаку применяют специальные резинотканевые рукава по ГОСТ 9356–75. Для обычных горелок применяют рукава, имеющие внутренний диаметр 9,0 мм и наружный 18,0 мм. Рукава, предназначенные для подачи кислорода, должны быть испытаны на давление 2,0 МПа, для подачи ацетилена – на давление 0,5 МПа. Поверхность рукава должна предохраняться от проколов и повреждений.

Аппаратура для пропан-бутановой сварки. На МЗМ для резки и сварки черных и цветных металлов в последнее время широко применяется вместо ацетилена пропан-бутан. Для газовой сварки пропан-бутан-кислородным пламенем применяется следующая аппаратура.

Баллоны. Питание горелки для сварки пропан-бутаном производится от специальных пропановых баллонов емкостью до 55 л. Предельное рабочее избыточное давление в баллонах 1,6 МПа. Баллоны окрашены в *красный* цвет.

Редукторы. Для понижения давления пропан-бутановой смеси, находящейся в баллонах, применяют редукторы, технические характеристики которых приведены в табл. 3.26. Редукторы должны быть окрашены в *красный* цвет. При питании горелки пропан-бутаном от баллонов необходимо после редуктора устанавливать предохранительный обратный клапан.

Шланги. Для подачи пропан-бутана в горелки применяют резинотканевые рукава по ГОСТ 9356–75.

Сварочные горелки. Для сварки применяют пропан-кислородные горелки ГЗУ-3, ГЗМ-262М и конструкции ВНИИавтоген.

Горелка пропан-бутановая кислородная ГЗУ-3 предназначена для пропан-бутан-кислородной сварки малоуглеродистой стали толщиной до 7 мм, для пайки и наплавки твердых сплавов, состоит из ствола горелки и четырех наконечников (№ 1–4) с подогревателями и штуцерами. Давление пропан-бутана – не ниже 0,001 МПа. Давление кислорода 0,1–0,4 МПа, масса 0,83 кг (с наконечником № 4).

Горелка пропан-кислородная с подогревателями ГЗМ-262М предназначена для ручной газовой сварки малоуглеродистой стали, для сварки и наплавки цветных металлов и других видов газопламенной обработки металлов (пайки, подогрева и др.). Состоит из ствола горелки «Малютка» и специальных наконечников № 0–3. Давление кислорода 50–40 кПа. Давление пропан-бутана – не ниже 1 кПа, масса 1,1 кг.

В монтажной практике применяют также одно- и двухрожковые горелки с наконечниками НЗП № 1, 2, 3, 4 конструкции ВНИИавтоген. Каждая горелка комплектуется смесительными трубками с одним или двумя наконечниками указанных номеров в зависимости от вида работ. Горелки работают при давлении кислорода 0,35–0,45 МПа и пропан-бутана 0,1–0,15 МПа.

Сварочные трансформаторы. Трансформаторы (табл. 3.29) предназначены для электросварочных работ на МЗМ по изготовле-

Таблица 3.29. **Технические характеристики сварочных трансформаторов**

Параметр	ТСМ-250	ТД-102	ТД-300	ТД-306	ТД-500
Номинальный сварочный ток, А	315	160	315	250	250
Номинальный режим работы (ПР), %	20	20	60	25	60
Пределы регулирования сварочного тока, А	92–250	60–175	60–315	100–300	100–500
Напряжение, В:					
питающей сети	380	220 или 380	220 или 380	220; 380	220 или 380
номинальное рабочее	25	26,4	30	30	30
Номинальная мощность, кВ·А	16	11,4	19,4	16,2	32
Габаритные размеры, мм	370 × 400 × 450	320 × 570 × 530	692 × 620 × 710	370 × 630 × 585	650 × 580 × 850
Масса, кг	38	43	137	71	210

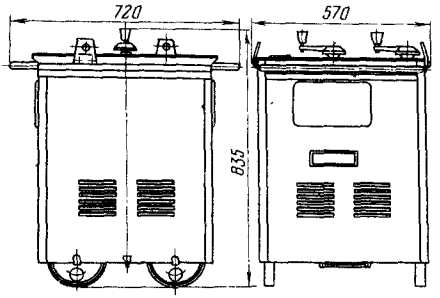


Рис. 3.53. Однопостовой сварочный трансформатор для дуговой сварки ТД-300

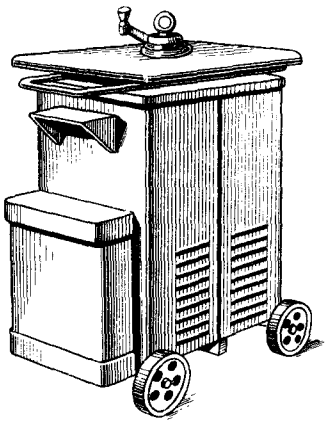


Рис. 3.54. Трансформатор ТД-500

нию различных металлоконструкций, а также на монтаже. Режим работы оборудования определяется величиной ПР (продолжительность работы), выраженной в процентах. Например, ПР-60% означает, что оборудование работает при максимальной токовой нагрузке не более 60% времени цикла, который устанавливается длительностью 5 мин. При сварочных работах, производимых на открытом воздухе, трансформаторы должны быть защищены навесом от попадания на них дождя и снега.

Общие виды трансформаторов ТД-300 и ТД-500 представлены на рис. 3.53 и 3.54 соответственно.

Стабилизатор дуги 50 Гц. Стабилизатор дуги предназначен для поддержания устойчивого горения дуги при ручной дуговой сварке (плавящимся электродом) переменным током путем подачи на дугу в начале каждого периода полярности (плюс на электрод) импульса напряжения, обеспечивающего устойчивое горение дуги. Стабилизатор состоит из: корпуса, в который встраивается шасси; лицевой панели, на последией установлены три приборные клеммы: «фаза», «электрод», «изделие»; крышки, которой закрывается стабилизатор во время работы.

Питание стабилизатора – от сети переменного тока 220 В, частотой $50 \pm 0{,}5$ Гц. Допускаемые отклонения напряжения сети от номинального $+10$ и -15%. Потребляемая мощность стабилизатора для формирования стабилизирующего импульса – не менее 280 В · А. Потребляемая мощность на собственные нужды – не более 10 В · А. Стабилизируемый сварочный ток – от 80 до 800 А. Габаритные размеры $320 \times 205 \times 90$ мм; масса 5 кг.

Источник питания «Разряд-250». Источник питания предназначен для ручной дуговой сварки стали и алюминия электродами различных марок диаметром от 2 до 5 мм на строительно-монтажных площадках, в ремонтных мастерских, гаражах и других местах, где требуется частая транспортировка источников питания.

Источник питания – в однокорпусном исполнении и состоит из трансформатора, стабилизатора дуги на 100 Гц и фильтра от радиопомех.

Технические характеристики

Питание:	
напряжение, В	380
частота, Гц	50
Регулирование тока	Плавно-ступенчатое
Пределы регулирования тока, А	90–250
Номинальный сварочный ток, А	250
Напряжение холостого тока, В	60 ± 2
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Продолжительность работы (ПР) при пятиминутном цикле работы, %	20
Частота следования стабилизирующих импульсов, Гц	100
Габаритные размеры, мм	$350 \times 310 \times 480$
Масса, кг	50

Сварочный генератор ГСО-300-5. Сварочный генератор предназначен для питания постоянным током одного сварочного поста при ручной дуговой сварке, наплавке и резке металлов.

Технические характеристики

Номинальный сварочный ток при ПВ-60%, А	300
Пределы регулирования тока, А	100–300
Номинальное рабочее напряжение, В	32

Номинальная частота вращения, об/мин 2000
Габаритные размеры, мм . . . 675×474××625
Масса, кг 218

Преобразователи сварочные ПСО-300-3, ПСО-500, ПД-305, ПД-502. Преобразователи предназначены для питания постоянным током сварочного поста при ручной дуговой сварке, а также сварочных цепей автоматов и полуавтоматов при дуговой сварке под слоем флюса.

На рис. 3.55 представлен общий вид однопостового генераторного преобразователя ПСО-300 для дуговой сваркн.

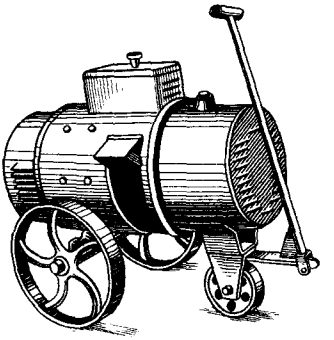


Рис. 3.55. Однопостовой генераторный преобразователь ПСО-300 для дуговой сварки

Технические характеристнки

Тип преобразователя	ПСО-300-3	ПСО-500	ПД-305	ПД-502
Номинальный сварочный ток, А	315	500	315	500
Пределы регулнрования сварочного тока, А	115–315	65–500	40–350	75–500
Номинальное рабочее напряжение, В	32	40	32	40
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	13	30	10	30
Габаритные размеры, мм	1069×590×800	1075×650×1085	1200×580×805	1060×650×935
Масса, кг	400	540	285	550

Сварочные агрегаты. Передвижные сварочные агрегаты АСД-300М, АДД-303 н АДД-305 предназначены для ручной дуговой сварки постоянным током. Агрегаты состоят из сварочного генератора постоянного тока и дизельного двигателя, установленных на раме н соединенных эластичной муфтой. На небольшие расстояния агрегаты можно перемещать на подкладных катках. Для защиты от осадков агрегат имеет крышку и съемные металлические боковые щиты.

Технические характеристики

Тип сварочного агрегата	АСД-300М	АДД-303	АДД-305	АСДП-500	АСБ-300М
Номинальный сварочный ток, А	300	300	315	500	300
Номинальное напряжение, В	32	32	32	40	32
Номинальный режим работы ПР, %	60	60	60	60	60
Пределы регулирования сварочного тока, А	75–300	100–300	60–350	120–600	80–300
Мощность двнгателя, кВт	17,7	29,4	29,4	44	14,7
Габаритные размеры, мм	1885×875××1470	1915×895××1250	1915×895××1140	6350×2350××2785	1660×1095××935
Масса, кг	980	900	900	4400	565

Агрегат передвижной АСДП-500 предназначен для ручной и автоматической дуговой сварки постоянным током и состоит из сварочного генератора постоянного тока, дизельного двигателя и пусковой, регулирующей и контрольно-измерительной аппаратуры. Агрегат смонтирован на двухосном прицепе и защищен кожухом с металлическими шторами. Прицеп оборудован тормозами и сцепным устройством, позволяющим буксировать агрегат за автомобилем или трактором.

Агрегат передвижной АСБ-300М предназначен для дуговой электросварки постоянным током в полевых условиях.

Выпрямители сварочные ВД301 и ВД306. Выпрямители предназначены для электрической ручной сварки, резки и наплавки металлов постоянным током, а также для сварки нержавеющей стали в защитных газах неплавящимся электродом. Выпрямитель кремниевый.

Технические характеристики

Тип выпрямителя	ВД306	ВД301
Номинальный сварочный ток при ПР-60%, А	315	300
Пределы регулирования сварочного тока, А	50–315	45–300
Напряжение, В:		
питающей сети	220 или 380	220 или 380
номинальное рабочее	32	32
холостого хода	65–68	65–68
Коэффициент мощности ($\cos\varphi$)	0,6	0,58
Потребляемая мощность, кВ·А	23	21
Габаритные размеры, мм	785×780×795	1200×756×830
Масса, кг	175	230

Машины для точечной и рельефной сварки. Машины предназначены для контактной точечной сварки деталей из углеродистой стали обыкновенного качества. При комплектовании машин синхронными регуляторами цикла сварки возможна также сварка деталей из нержавеющих, низколегированных сталей и алюминиевых сплавов.

На рис. 3.56 приведена схема устройства машины АТП-25 для точечной сварки. Машина АТП-25 педальная с механическим прерывателем. При нажатии на педаль *1* тяга *12* перемещается вверх и поворачивает рычаг *11*. Вместе с треугольным рычагом перемещается вверх пружина *7*, поворачивая вокруг оси *5* рычаг *6* и консоль *4*. При этом верхний электрод *3* перемещается в направлении к нижнему *2* до соприкосновения с деталью, помещенной между электродами (на рисунке деталь не показана). При дальнейшем нажатии на педаль происходит сжатие пружины *7* с одновременным увеличением давления между электродами. Деформация пружины *7* влечет за собой нажатие рычага *10* на ролик *9* и включение контактора *8*, благодаря чему через изделие проходит сварочный ток. При дальнейшем увеличении деформации пружины *7* от давления на педаль *1* рычаг *10* проскальзывает по ролику *9* и контактор *8* отключается, прерывая сварочную цепь. Удерживая педаль в крайнем нижнем положении, создают повышенное давление между электродами при выключенном токе. После прекращения нажатия на педаль электрод *3* перемещается вверх под действием сил тяжести деталей *6*, *7*, *11* и *12*.

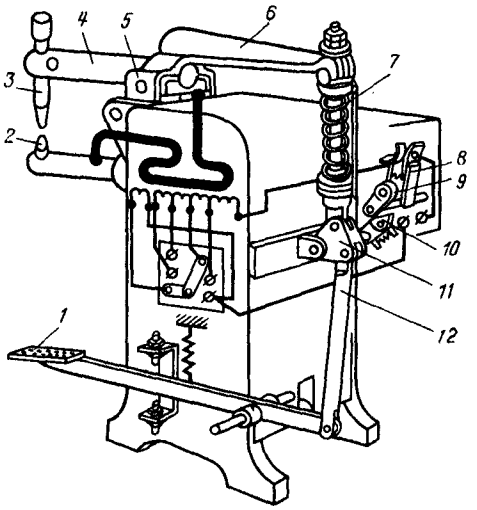


Рис. 3.56. Машина для точечной сварки АТП-25

Технические характеристики

Номинальная мощность, кВ·А	25
Полезный вылет электродов, мм	250
Максимальная толщина свариваемых листов, мм	3+3

Оборудование для аргонодуговой сварки. Аргонодуговую сварку применяют при сварке труб из высоколегированных сталей, легких сталей и меди, так как аргон предохраняет от выгорания легирующие примеси и позволяет получить швы высокого качества. Ручную сварку ведут неплавящимся электродом при помощи горелок-электрододержателей типа АР. Горелка предназначена для сварки вольфрамовыми электродами диаметром от 1 до 6 мм при сварочном токе до 400 А. Для предупреждения перегрева со-

пла пламенем открытой дуги горелка имеет водяное охлаждение.

Схемы постов для ручной сварки неплавящимся электродом показаны на рис. 3.57.

Установка для ручной дуговой сварки в аргоне. В комплект поставки установки УДГ-301 входят трансформатор с дросселем насыщения, шкаф управления и комплект сварочных горелок.

Технические характеристики

Номинальный сварочный ток при ПР-60%,А . . .	300
Пределы регулирования сварочного тока, А . . .	15–300
Напряжение холостого хода, В	70
Диаметр электрода, мм	0,8–6
Габаритные размеры, мм	1590×860×730
Масса, кг	550

Автоматы и полуавтоматы для дуговой сварки в среде защитных газов. Автоматы и полуавтоматы А-547У, А-537 и А825М предназначены для дуговой сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом различных соединений металлов толщиной 1 мм и более. В комплект поставки входят механизм подачи, шкаф управления и вспомогательная аппаратура.

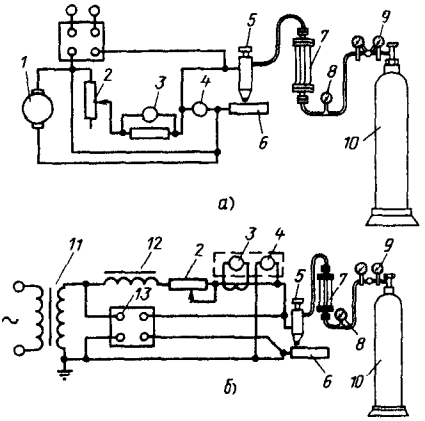


Рис. 3.57. Схемы постов ручной аргонодуговой сварки:

а – сварка постоянным током; *б* – сварка переменным током; *1* – сварочный генератор; *2* – балластный реостат; *3* – амперметр; *4* – вольтметр; *5* – горелка-электрододержатель; *6* – стол сварщика; *7* – ротаметр; *8* – манометр низкого давления; *9* – редуктор; *10* – баллон с газом; *11* – трансформатор; *12* – дроссель; *13* – осциллятор

Технические характеристики

	А-574У	А-537	А825М
Тип сварочных автоматов			
Номинальный сварочный ток при ПР-50%, А	300	500	300
Пределы регулирования сварочного тока, А	60–300	100–500	60–300
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8–1,2	1,6–2	0,8–1,2
Масса электродной проволоки в катушке, кг	4	3,5	4
Масса, кг:			
держателя с мундштуком без гибкого шланга	0,320	0,5	0,3
подающего механизма	6	25	11
шкафа управления	5,5	35	15

Щиток и маска (рис. 3.58). Для защиты глаз и кожи лица сварщика от вредного действия излучений сварочной дуги применяют изготовляемые по ГОСТ 12.4.023–84 из фибры (рис. 3.58, *а*) или поликарбонатной смолы (марки дижлон) (рис. 3.58, *б*) щитки. Для наблюдения за работой в щитках имеется прямоугольный вырез 90×40 мм, в который устанавливается светофильтр, не пропускающий ультрафиолетовые и инфракрасные лучи.

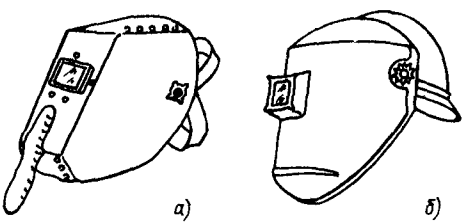


Рис. 3.58. Защитные средства электросварщика:

а – щиток; *б* – защитная маска

Электрододержатели (ГОСТ 14651—78). Масса электрододержателей должна быть не более 500 г. Онн должны иметь надежную изоляцию, а также возможность закрепления электрода под любым углом. Держатели выпускаются пружинные, зажимные и винтовые. Наибольшее применение нашли пружинные держатели (рис. 3.59).

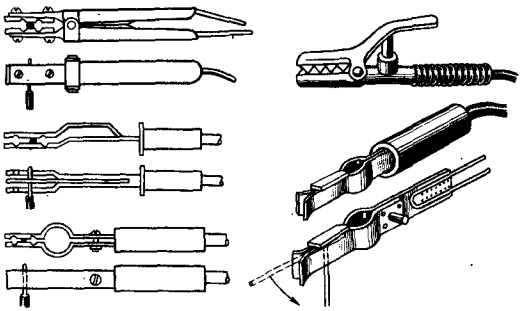


Рис. 3.59. Электрододержатели

Сварочные провода. Сварочный провод, подводящий ток к электрододержателю (независимо от типа последнего), должен быть достаточно гибким и прочным, должен иметь надежную изоляцию. Подбор сечений сварочных проводов при их длине до 20 м можно производить, пользуясь (для медных проводов) табл. 3.30.

Таблица 3.30. **Сечения сварочных проводов**

Наибольший допустимый ток, А	Сечение провода, мм²	
	одинарного	двойиого
200	25	–
300	50	2×16
450	70	2×25
600	95	2×35

На строительных площадках применяют провода марок КГ 1 × 35 (КРПТ 1 × 35) и КГ 1 × 50 (КРПТ 1 × 50).

Электтроды для сварки углеродистых и легированных сталей. Технические характеристики электродов для сварки углеродистых и легированных сталей приведены в табл. 3.31. Наиболее распространены электроды марок Э42, Э46, Э50 и Э55, предназначенные для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей.

Таблица 3.31. **Технические характеристики электродов для сварки**

Тип и группа электрода	Марка электрода	Род тока и полярность	Предназначены для сварки
Э42-Р	СМ-5	Постоянный и переменный	Низкоуглеродистых сталей
Э42-Т	АНО-1, АНО-5, АНО-6	То же	То же
Э42-0	ВСЦ-2	Постоянный любой полярности	Низкоуглеродистых и низколегированных сталей
Э42-0	УОНИ-13/45	Постоянный обратной полярности	Ответственных и напряженных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей
Э42-Ф	СМ-11, ОЗС-2	Постоянный обратной полярности и переменный	Ответственных конструкций из низкоуглеродистых, среднеуглеродистых и низколегированных сталей
Э42-Ф	АНО-3, АНО-4, ОЗС-4, ОЗС-6	Постоянный и переменный	Низкоуглеродистых сталей
Э42-Ф	МР-3	Постоянный обратной полярности и переменный	Ответственных конструкций из низкоуглеродистых сталей
Э46-Т	ОЗС-3	То же	Низкоуглеродистых сталей
Э50-Ф	УОНИ-13/55	Постоянный обратной полярности	Ответственных конструкцнй из низкоуглеродистых, среднеуглеродных и низколегированных сталей
Э55-Ф	УОНИ-13/55У	То же	Ответственных конструкций из низкоуглеродистых и низколегироваиных сталей
36ОА-Ф	УОНИ-13/65	»	Среднеуглеродистых и низкоуглеродистых хромистых, хромомолибденовых и хромокремнисто-марганцевых сталей
Э85-Ф	УОНИ-13/85	»	Низколегированных сталей повышенной прочности

3.3. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МЕХАНИЗМЫ

Подъемно-транспортное оборудование предназначено для подъема, перемещения и транспортировки внутри МЗМ материалов, узлов и блоков, а также для погрузки в МЗМ готовой продукции на автотранспорт и вывозки ее на объекты монтажа. Ниже приводится наиболее распространенное подъемно-транспортное оборудование, используемое для этих целей.

Краны подвесные электрические одиобалочные грузоподъемностью 1 и 3 т. Краны предназначены для перемещения штучных и тарных грузов в помещениях и управляются с пола кнопочной станцией.

Технические характеристики

Грузоподъемность, т	1
Длина крана, м	3–18
Высота подъема, м	6; 12, 18
Тип электротали	ТЭ1-511, ТЭ1-521, ТЭ1-531

Продолжение

Грузоподъемность, т	3,2
Длина крана, м	3–18
Высота подъема, м	6, 12, 18
Тип электротали	ТЭ3-511, ТЭ3-521, ТЭ3-531

Тали электрические передвижные. Тали предназначены для вертикального подъема, опускания и горизонтального перемещения грузов.

Технические характеристики

Тип тали	ТЭ1-611	ТЭ2-611
Грузоподъемность, т	1,0	2,0
Высота подъема, м	4	3
Мощность электродвигателя, кВт	1,88	2,8

Продолжение

Тип тали	ТЭ3-611	ТЭ3-621
Грузоподъемность, т	3,0	3,0
Высота подъема, м	3	6
Мощность электродвигателя, кВт	4,9	4,5

Тали ручные. Тали ручные червячные (рис. 3.60) и шестеренные (рис. 3.61) предназначены для подъема и опускания штучных грузов. Тали состоят из подвесной обоймы с червячным подъемным механизмом и крюковой подвески.

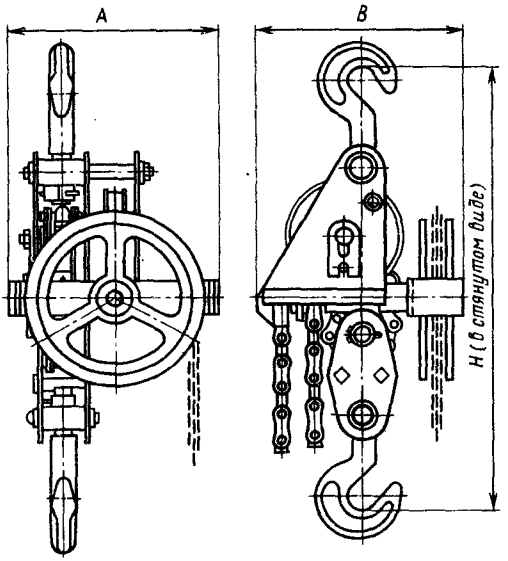


Рис. 3.60. Таль ручная червячная

Технические характеристики талей приведены в табл. 3.32 и 3.33.

Таблица 3.32. **Технические характеристики талей ручных с червячной передачей**

Грузоподъемность, т	Тяговое усилие цепи, Н	Высота подъема груза, м	Размеры, мм (рис. 3.60)			Масса, кг
			H (в стянутом виде)	*A*	*B*	
1	350	3	570	240	270	32
3,2	650	3	860	360	340	75
5	750	3	1060	460	440	145
8	750	3	1200	570	500	270

Таблица 3.33. **Технические характеристики талей ручных шестереинных**

Тип	Грузоподъемность, т	Тяговое усилие цепи, Н	Высота подъема, м	Размеры, мм (рис. 3.61)			Масса, кг
				H (в стянутом виде)	*A*	*B*	
1	0,25	250	3, 6, 9, 12	280	160	150	15
1	0,5	320	3, 6, 9, 12	320	180	210	20
1	1,0	320	3, 6, 9, 12	360	220	250	30
1	2,0	500	3, 6, 9, 12	470	250	280	50
2	3,2	500	3, 6, 9, 12	680	280	330	70
2	5,0	500	3, 6, 9, 12	800	280	350	125

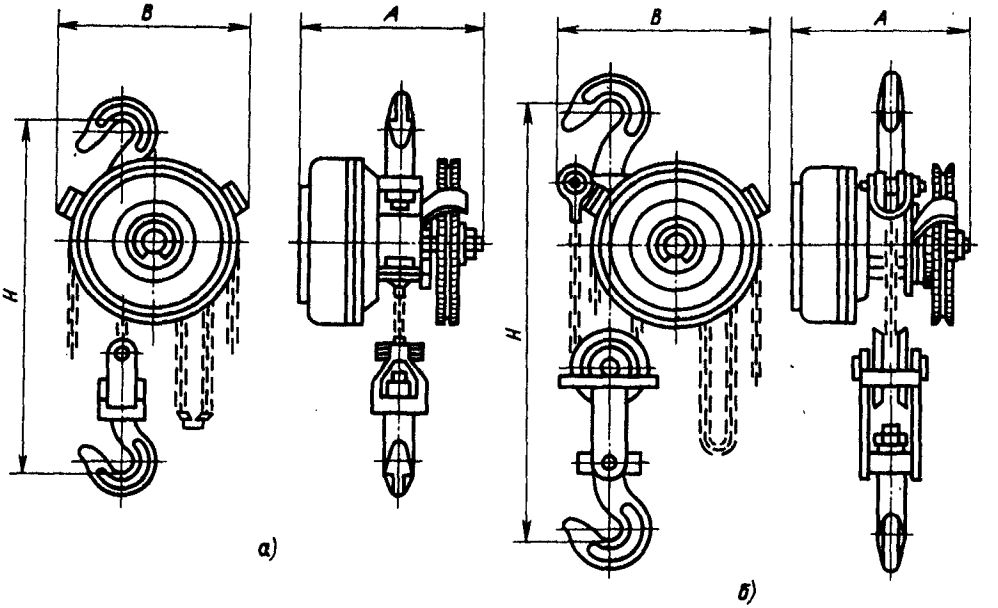


Рис. 3.61. Тали ручные шестеренные:
а – тип 1; *б* – тип 2

Лебедки ручные рычажные. Ручная рычажная лебедка (рис. 3.62) является тяговым механизмом как для подъема, так и для перемещения груза в горизонтальном или наклонном положении. Лебедка состоит из тягового механизма *5*, объемного рычага *1*, каната *3*, с крюком *2* и обоймы *4* для хранения каната.

Рабочим органом лебедки является тяговый механизм, передающий через канат усилие, необходимое для перемещения груза.

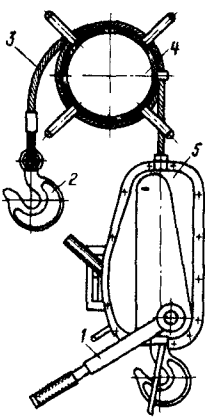


Рис. 3.62. Ручная рычажная лебедка грузоподъемностью 1,5 т

Во время работы лебедку прикрепляют к неподвижной опоре в вертикальном или горизонтальном положении при помощи крюков. Высота закрепления тягового механизма при горизонтальном перемещении или подъеме на угол до 45° – около 15 см над уровнем земли. В случае наклона между 45° и 90° рекомендуется высота закрепления 65 см. Груз поднимают плавными качательными движениями рукояткн переднего хода, опускают рукоятками заднего хода. Лебедка обслуживается 1–2 рабочими.

При использовании полиспастов лебедками можно поднимать грузы, масса которых превышает их тяговое усилие.

Технические характеристики

Тяговое усилие (максимальное), Н	$1{,}5 \cdot 10^4$	$3{,}0 \cdot 10^4$
Диаметр каната, мм	12	17
Длина рабочего каната, м	12	12
Габаритные размеры, корпуса лебедки, мм	620 × × 150 × × 320	718 × × 155 × × 340
Масса лебедки (с канатом), кг	28	51,5

Лебедка монтажная электрическая ЛМ-3,2. Лебедка предназначена для горизонталь-

ного и вертикального перемещений грузов на монтажной площадке.

Технические характеристики

Тяговое усилие, Н	$3{,}2 \cdot 10^4$
Диаметр барабана, мм	205
Длина барабана, мм	1470
Мощность электродвигателей, кВт	12,5
Масса лебедки, кг	835

Направляющие блоки и полиспасты грузоподъемностью 0,5; 1; 2 и 5 т. Направляющие блоки (рис. 3.63, *а*) служат для изменения направления каната при вертикальном подъеме грузов.

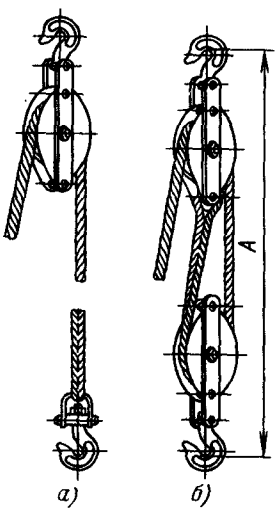


Рис. 3.63. Направляющие блоки (*а*) и полиспасты (*б*) грузоподъемностью 0,5; 1; 2 и 5 т

Таблица 3.34. **Технические характеристики направляющих блоков и полиспастов**

Грузоподъемность, т	Направляющий блок (рис. 3.64, *а*)		Полиспаст (рис. 3.64, *б*)			Масса, кг	Диаметр каната, мм
	Масса поднимаемого груза, кг	Усилие на тяговой ветви каната, Н	Масса поднимаемого груза, кг	Усилие тяговой ветви каната, Н	Длина *А* с подтянутым крюком, мм		
0,5	250	2750	340	1900	690	6,12	6,5
1	500	5500	680	3800	100	17,2	9,5
2	1000	11 000	1350	7600	1250	26	11
5	2500	27 500	3400	19 500	1650	70	15

Полиспасты (рис. 3.63, *б*) предназначены для подъема или горизонтального перемещения грузов, масса которых превышает грузоподъемность лебедок. Полиспаст состоит из двух одноблочных обойм с крюками, соединенных стальным канатом, который последовательно огибает ролики обеих обойм и подводится к барабану лебедки.

Технические характеристики направляющих блоков и полиспастов приведены в табл. 3.34. Примеры использования направляющих блоков и полиспастов для подъема грузов даны на рис. 3.64.

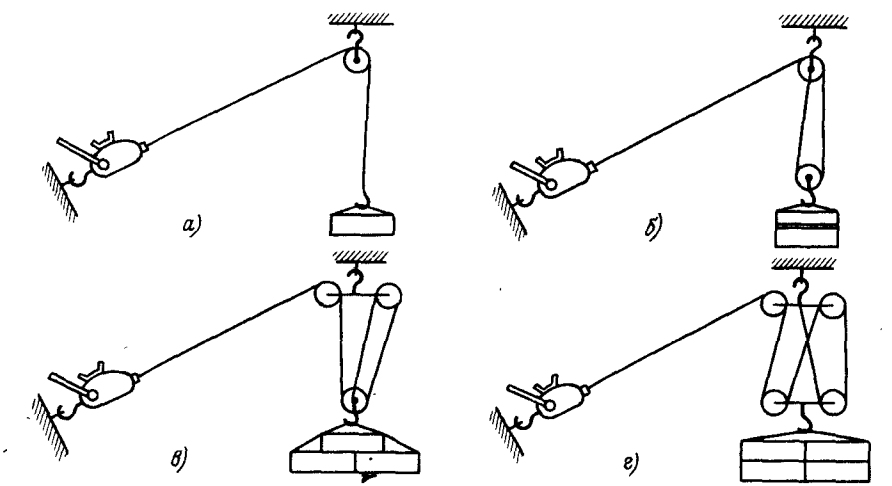


Рис. 3.64. Примеры использования направляющих блоков и системы полиспастов для подъема грузов, масса которых превышает тяговое усилие лебедки:

а — подъем груза 1,5 т с использованием направляющего блока; *б* — подъем груза 3 т с использованием двухкратного полиспаста; *в* — подъем груза 4,5 т с использованием трехкратного полиспаста; *г* — подъем груза 6 т с использованием четырехкратного полиспаста

Механизмы тяговые монтажные МТМ-1,6 и МТМ-3,2. Механизм предназначен для подъема и перемещения грузов при выполнении строительно-монтажных работ и может быть использован при производстве погрузочно-разгрузочных работ. Работа механизма основана на протягивании кабеля с помощью двух пар сжимов, которые попеременно зажимают канат с усилием, пропорциональным нагрузке, и продвигают его в соответствующем направлении.

Рабочим органом является тяговый механизм, имеющий рукоятки переднего и заднего ходов. Механизм обслуживается 1—2 рабочими.

Технические характеристики

Тяговое усилие (максимальное), Н	$1{,}6 \cdot 10^4$	$3{,}2 \cdot 10^4$
Диаметр каната, мм	12	17
Длина каната с крюком, м	12	12
Габаритные размеры, мм	690 × × 130 × × 235	700 × × 159 × × 270
Общая масса механизма, кг	28	50

Стропы. Простейшими грузозахватными приспособлениями являются канатные стропы (рис. 3.65). Наиболее употребительны универсальные и облегченные.

Универсальные стропы бывают кольцевые и одинарные с петлями. Кольцевой строп имеет форму замкнутой петли и сращивается заплеткой. Одинарный канатный строп изготовляют с двумя петлями. Размеры петли зависят от размеров крюка подъемного механизма.

Облегченный строп (рис. 3.65, *а*) изготовляют из отрезков канатов, имеющих на конце крюки или другие элементы для подвешивания груза. Применение облегченного стропа упрощает его крепление к поднимаемому грузу, благодаря чему достигается большая надежность крепления. Облегченный строп может иметь одну или несколько ветвей.

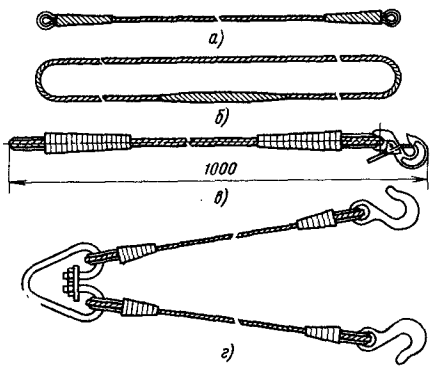


Рис. 3.65. Стропы:
а — облегченного типа; *б* — универсальные кольцевые; *в* — с петлей и крюком; *г* — с крюком

На крюк подъемного механизма универсальные стропы надевают без специальной защиты, облегченные же стропы предохраняют от износа применением устройств различной конструкции.

Цепные стропы использовать не рекомендуется, так как они более тяжелы и менее надежны (разрыв их при дефекте в металле или перегрузке наступает внезапно, в то время как канат разрушается постепенно — рвутся отдельные стальные проволоки).

Домкрат кабельный ДК-3 с тормозом типа ТКБ. Домкрат (рис. 3.66) предназначен для подъема барабана с кабелем и удержания его на весу во время размотки кабеля.

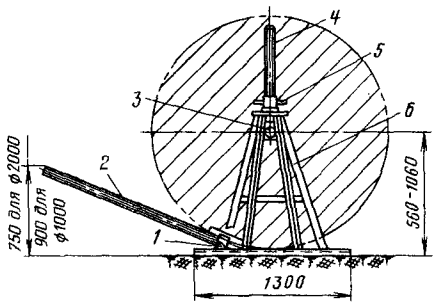


Рис. 3.66. Домкрат кабельный ДК-3 с тормозом типа ТКБ

Домкрат представляет собой сваренную из угловой стали стойку *6*, которая снабжена гайкой *5* с ручками и винтом *4*. В нижней части винта имеется проушина *3*. При вращении гайки рычагом (трубой) длиной 500 — 600 мм винт перемещается по вертикальной оси. Подъем барабана осуществляется двумя домкратами с помощью стержня, продетого через отверстия проушин винтов и барабана. При раскатке кабеля барабан удерживается тормозом *2*, который надевают на трубу *1*, прикрепленную хомутами к домкратам. В комплект поставки входят два домкрата и один тормоз.

Технические характеристики

Грузоподъемность двух домкратов, т	6
Усиление вращения гайки домкрата (при рычаге длиной 600 мм), Н	150—200

Диаметр применяемого кабельного барабана, мм:	
максимальный	2000
минимальный	1000
Габаритные размеры, мм:	
домкрата	1300 × 730 × × 1400
тормоза	1750 × 140 × × 170
Масса, кг:	
одного домкрата	54
тормоза	10

Лестница навесная ЛА7. Лестница предназначена для производства монтажных работ на высоте и снабжена двумя крючками для ее закрепления. Конструкция лестницы сварная из сплава алюминия Д16. Габаритные размеры: высота 4210 мм, ширина основания 480 мм, ширина верха (между крючками) 308 мм. Масса лестницы 11,5 кг.

Лестница-стремянка ЛСМУ1 складная. Лестницу (рис. 3.67) используют как стремянку высотой (до верхней ступеньки в рабочем положении) 2120 мм и как приставную высотой 3180 мм. Грузоподъемность 100 кг, масса 12,5 кг. При транспортировке лестницу складывают и скрепляют штырями.

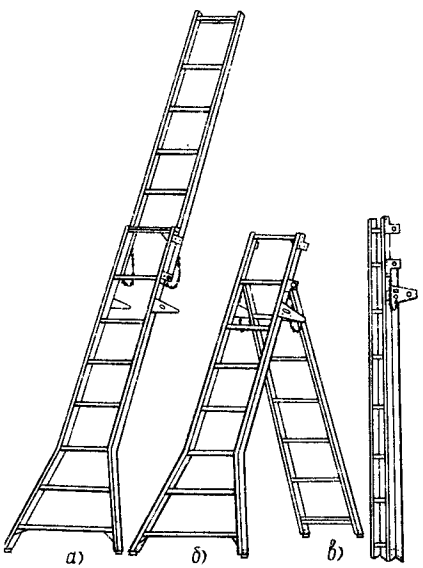


Рис. 3.67. Лестница-стремянка ЛСМУ1:
а – в рабочем положении как лестница приставная; *б* – как лестница-стремянка; *в* – в транспортном положении

Лестница с площадкой Л-312У1. Лестницу (рис. 3.68) используют для работ на высоте до 4,5 м. Грузоподъемность 100 кг, масса 28 кг.

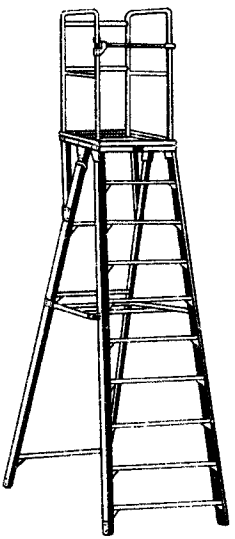


Рис. 3.68. Лестница с площадкой Л-312У1

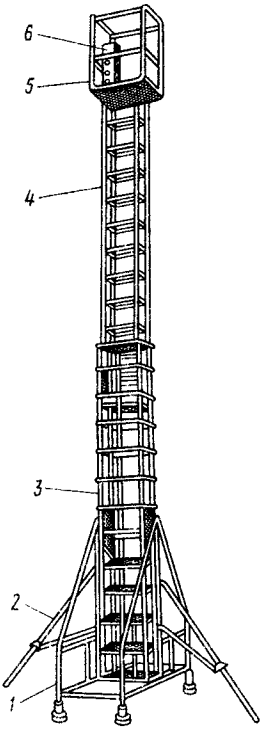


Рис. 3.69. Телескопический подъемник «Темп-У2»

Телескопический подъемник «Темп-У2». Подъемник (рис. 3.69) предназначен для выполнения монтажных работ в промышленных зданиях на высоте 5,5–8,5 мм. Подъемник состоит из тележки *1*, неподвижной *3* и подвижной *4* секций, рабочей площадки *5*, ручной лебедки *6*, тележка смонтирована на четырех колесах, которые имеют тормоза и телескопические устройства для установки подъемника по отвесу. Подъемник подпирается аутригером *2* и затормаживается. Рабочий поднимается на площадку по ступенькам неподвижной секции. Поднимается и опускается подвижная секция вместе с рабочей площадкой ручной лебедкой.

Технические характеристики

Грузоподъемность, кг	150
Скорость перемещения рабочей площадки, м/мин	5
Размеры рабочей площадки (длина × ширина), мм	540 × 610
Габаритные размеры при поднятой рабочей площадке на максимальную высоту, мм	2150 × × 2500 × × 8100
Масса, кг	125

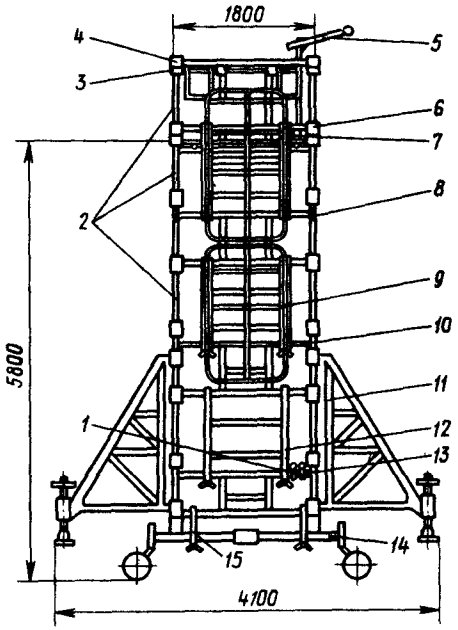


Рис. 3.70. Подмости сборно-разборные ПСР-7У2

Подмости сборно-разборные ПСР-7У2. Подмости (рис. 3.70) предназначены для организации рабочего места монтажника при работе на высоте до 7 м.

Подмости состоят из полуоснования *14*, панелей *13*, стяжек *15*, лестниц *12*, подкосов *11*, диагоналей *10*, ограждений *9*, рабочей площадки *7*, горизонтальных связей *6*, ограждения *3*, ограждения *4* с откидывающимися внутрь люками, кран-балки *5*, тяг *1*, стоек *2* для крепления грузоподъемного механизма.

Технические характеристики

Максимальная высота от уровня пола до настила рабочей площадки, мм	5600
Максимальная вертикальная нагрузка на настил рабочей площадки, кН	2,5
Габаритные размеры рабочей площадки, мм	1800 × 1800
Габаритные размеры подмостей при установленных подкосах, мм	3950 × × 3950 × × 6800
Грузоподъемность кран-балки, кг	80
Масса, кг	350

Автомобильный гидравлический подъемник АГП-12А и АГП-18. Подъемник с гидравлическим приводом от двигателей автомобиля ГАЗ-53А предназначен для подъема двух рабочих с инструментом при выполнении строительно-монтажных или ремонтных работ на высоте. Основной несущей конструкцией гидроподъемника является складывающаяся мачта с люльками (люлькой). Для управления подъемником из люльки в одной из них установлен пульт дистанционного управления.

Технические характеристики

Тип подъемника	АГП-12А	АГП-18
Число люлек	2	1
Наибольшая высота подъема люлек, м	12	18
Грузоподъемность люлек, кг	200	350
Наибольший вылет люлек, м	9	9
Угол поворота мачты, град	360	360
Габаритные размеры, мм	8000 × × 2490 × × 3320	9980 × × 2400 × × 3400
Масса (с автомобилем), кг	6050	7400

Автомобильный кран МКА-6,3. Автомобильный кран предназначен для погрузочно-разгрузочных и монтажных работ. Кран смонтирован на шасси автомобиля ЗИЛ-130. Для повышения устойчивости при работе с грузами кран снабжен выносными опорами. Автокраны выпускают с длинами стрел 8 и 12 м.

Технические характеристики автокрана со стрелой 8 м

Грузоподъемность, т:	
на выносных опорах	6,3 – 1,7
без выносных опор	1,0 – 0,3
при передвижении с грузом на крюке	1,6
Вылет крюка от оси вращения, м:	
на выносных опорах	3,4 – 7
без выносных опор	3,4 – 6,0
Высота подъема крюка, м	8,1 – 5,9
Скорость, м/мин:	
подъема груза	2,6 – 15,6
опускания	0 – 15,6
Изменение вылета крюка, м/мин	15
Частота вращения поворотной части, об/мин	0,3 – 1,86
Скорость передвижения, км/ч:	
рабочая	5
транспортная	75
Радиус поворота крана, м	8,0
Радиус, описываемый хвостовой частью поворотной платформы, м	2,3
Тип двигателя	ЗИЛ-130
Мощность двигателя при 3000 об/мин, кВт	108,78

Технические характеристики автокрана со стрелой 12 м

Грузоподъемность на выносных опорах, т	2,5—0,7
Вылет крюка от оси вращения, м	5—10
Высота подъема крюка, м	12,2—8,9

Кран работает только на выносных опорах; скорости перемещения груза и передвижения, данные двигателя и радиусы поворота такие же, как и у крана со стрелой 8 м.

Автопогрузчики 4043М и 4045ЛМ. Автопогрузчики 4043М и 4045ЛМ – самоходные подъемно-транспортные неподрессоренные машины, предназначены для погрузочно-разгрузочных и транспортных работ на площадках с твердым покрытием пола. Погрузчики имеют следующее смеиное оборудование: вилочные подхваты и безблочную стрелу. Основной рабочий орган – вилочные подхваты. Безблочные стрелы поставляют по дополнительному заказу.

Силовым агрегатом машины является двигатель ГАЗ-52-04. Автопогрузчики имеют передний и задний ход во всех четырех положениях коробки передач. На двигателе установлены два гидронасоса для раздельного обслуживания грузоподъемника и гидроусилителя руля. Управление грузоподъемником выполняется золотниковым распределителем. Автопогрузчики имеют двухместные закрытые кабины.

Технические характеристики

Тип автопогрузчика	4043М	4045ЛМ
Грузоподъемность автопогрузчика при работе вилами и расположении центра тяжести груза от наружных стенок вил 600 мм, кг	3200*	5000**
Наибольшая высота подъема груза от грунта, мм:		
на вилах	4000	4000
крюком стрелы	5200	5190
Скорость подъема на вилах и крюке безблочной стрелы, м/мин	12	10
Наибольшая скорость передвижения по дорогам с твердым покрытием, км/ч	30	25
Двигатель	ГАЗ-52-04	ГАЗ-52-04
Минимальный радиус поворота, мм	3700	3900
Габаритные размеры (с вилочным подхватом), мм	4650×2100×3200	4960×2330×3260
Масса, кг	4780	6350

* При высоте подъема груза до 3200 мм.
** При высоте подъема груза до 2800 мм.

Краны-штабелеры. Краны-штабелеры с управлением с пола предназначены для оборудования механизированных складов. Выпускают три модификации с длиной пролета моста 5, 8 и 11 м.

Технические характеристики

Крана-штабелера опорного типа	КШО-0,25	КШО-0,5	КШО-1,0
Грузоподъемность, кг	250	500	1000
Высота подъема груза, м	4	4	4
Скорость, м/мин:			
передвижения моста	10 и 36	10 и 36	10 и 36
передвижения тележки	12	12	12
подъема груза	8	8	8
Частота вращения колонны, об/мин	4	4	4
Длина вил, мм	630	800	800
Расстояние между вилами, мм:			
максимальное	500	800	800
минимальное	300	300	300
Масса, кг	2110	2240	2720

Технические характеристики

Крана-штабелера подвесного типа	КШП-0,25	КШП-0,5	КШП-1,0
Грузоподъемность, кг	250	500	1000
Высота подъема груза, мм	4	4	4
Скорость, м/мин:			
передвижения тележки	12	12	12
передвижения моста	10 и 36	10 и 36	10 и 36
подъема груза	8	8	8
Частота вращения колонны, об/мин	4	4	4
Длина вил, мм	630	800	800
Расстояние между вилами, мм:			
максимальное	500	800	800
минимальное	300	300	300
Масса, кг	2085	2200	2730

3.4. МОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И ДЕТАЛИ

Для установки приборов и средств автоматизации, прокладки и крепления трубных и электрических проводок, а также соединения их между собой и присоединения к приборам и средствам автоматизации применяются монтажные изделия и детали, серийно выпускаемые в основном заводами Главмонтажавтоматики (ГМА) и Главэлектромонтажа (ГЭМ) Минмонтажспецстроя СССР.

По технологическому назначению монтажные изделия и детали сведены в табл. 3.35–3.75 и рис. 3.71–3.94.

Таблица 3.35. **Соединители ниппельные с торцевым уплотнением**

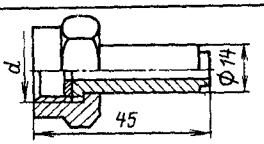
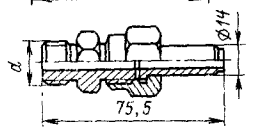
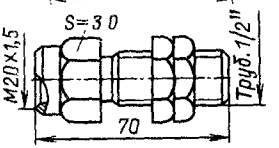
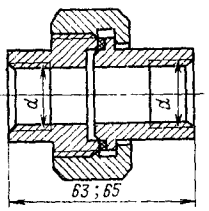
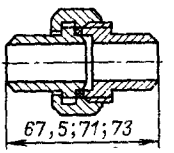
Наименование и назначение	Эскиз	Обозначение	Резьба d	Масса, кг
Навертные на P_y до 25 МПа для присоединения бесшовных труб 14×2 мм по ГОСТ 8734–75 к приборам и аппаратам с наружной присоединительной резьбой		НСН14×М20	М20×1,5	0,25
		НСН14×$^1/_{2''}$	Труб. $^1/_{2''}$	0,2
То же, ввертные к приборам и аппаратам с внутренней присоединительной резьбой		НСВ14×М20	М20×1,5	0,15
		НСВ14×$^1/_{2''}$	Труб. $^1/_{2''}$	0,156
		НСВ14× ×К Труб.$^1/_{2''}$	К Труб. $^1/_{2''}$	0,156
				
Навертные переборочные на P_y до 16 МПа для крепления манометров и вентилей на металлоконструкции		НСВ14×К$^1/_{2''}$	К $^1/_{2''}$	0,18
		СНП-М20× × Труб. $^1/_{2''}$	—	0,237
Навертные на P_y до 1,6 МПа для разъемного соединения водогазопроводных труб по ГОСТ 3262–75		СГН-20	Труб. $^3/_{4''}$	0,407
		СГН-25	Труб. 1"	0,526
То же приварные		СГП-15	—	0,23
		СГП-20	—	0,36
		СГП-25	—	0,45

Таблица 3.36. **Соединители с шаровым ниппелем на $P_y = 16$ МПа**

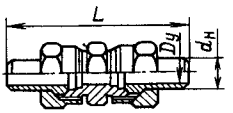
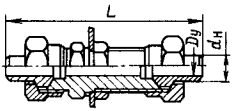
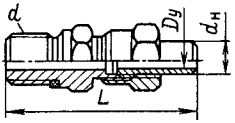
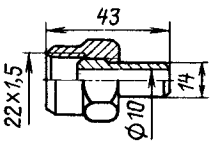
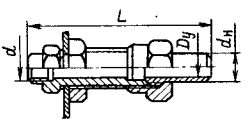
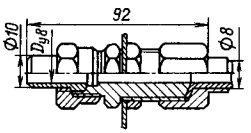
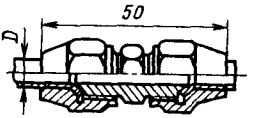
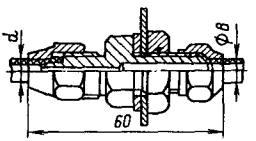
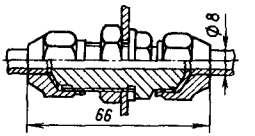
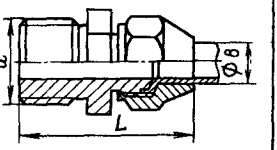
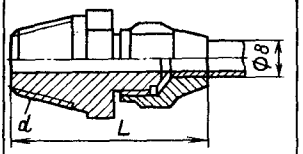
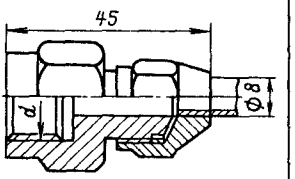
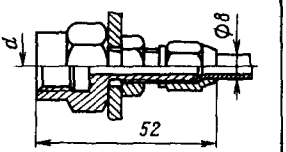
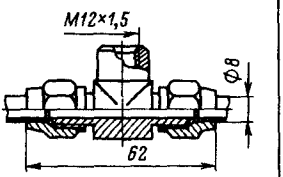
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм				Масса, кг
			D_y	$d_н$	d	L	
Проходные		СШП-10	8	10	–	93	0,089
		СШП-14	10	14	–	104	0,20
		СШП-22	20	22	–	112,5	0,38
Переборочные проходные		СШПП-10	8	10	–	116	0,114
		СШПП-14	10	14	–	129	0,27
		СШПП-22	20	22	–	141,5	0,456
Концевые ввертные		СШВ10-К $^1/_{4''}$	8	10	К $^1/_{4''}$	64	0,08
		СШВ10-К Труб. $^1/_{4''}$	8	10	К Труб. $^1/_{4''}$	64	0,08
		СШВ14-К $^1/_{4''}$	10	14	К $^1/_{4''}$	66	0,13
		СШВ14-К $^1/_{2''}$	10	14	К $^1/_{2''}$	70,5	0,15
		СШВ14-К Труб. $^1/_{2''}$	10	14	К Труб. $^1/_{2''}$	70,5	0,15
		СШВ22-К $^1/_{2''}$	20	22	К $^1/_{2''}$	73,5	0,19
		СШВ22-К Труб. $^1/_{2''}$	20	22	К Труб. $^1/_{2''}$	73,5	0,19
		СШВ10-Труб. $^1/_{4''}$	8	10	Труб. $^1/_{4''}$	63	0,085
		СШВ14-Труб. $^1/_{2''}$	10	14	Труб. $^1/_{2''}$	72	0,2
		СШВ14-М20 × 1,5	10	14	М20 × 1,5	72	0,2
		СШВ22-Труб. $^1/_{2''}$	20	22	Труб. $^1/_{2''}$	77	0,3
		СШВ22-М20 × 1,5	20	22	М20 × 1,5	77	0,3
Навертные		СШН-М22 × 1,5	–	–	–	–	0,068
Переборочные навертные		СШПН10-М12 × 1,5	8	10	М12 × 1,5	80	0,12
		СШПН10-М20 × 1,5	8	10	М20 × 1,5	89	0,84
		СШПН14-М20 × 1,5	10	14	М20 × 1,5	96	0,90
Переборочный переходной со стальной трубы на медные или полиэтиленовую		СШПП10 × 8М	–	–	–	–	0,14

Таблица 3.37. **Соединители с развальцовкой труб на** P_y *до 6,4 МПА*

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм		Масса, кг
			d	*L*	
Проходной		СМВ8	–	–	0,05
Переборочные проходные с медной трубы на полиэтиленовую		8М × 6П 8М × 8П	6 8	– –	0,07 0,072
Переборочный проходной		СМВ8	–	–	0,07
Ввертные с цилиндрической резьбой		СМВ8-М20 СМВ8-Труб. $^1/_{4}''$ СМВ8-Труб. $^1/_{2}''$	М20×1,5 Труб. $^1/_{4}''$ Труб. $^1/_{2}''$	52 42 52	0,092 0,055 0,097
То же с конической резьбой		СМВ8-К $^1/_{8}''$ СМВ8-К $^1/_{4}''$ СМВ8-К $^1/_{2}''$ СМВ8-К Труб. $^1/_{2}''$	К $^1/_{8}''$ К $^1/_{4}''$ К $^1/_{2}''$ К Труб. $^1/_{2}''$	40 42 50 50	0,035 0,04 0,085 0,1
Навертные		СМН8-М20 СМН8-Труб. $^1/_{2}''$	М20×1,5 Труб. $^1/_{2}''$	– –	0,09 0,11
Переборочные навертные		СМПН8-М12 СМПН8-М20	М12×1,5 М20×1,5	– –	0,09 0,11
Тройниковый присоединительный		СМТП8	–	–	0,07

Продолжение табл. 3.37

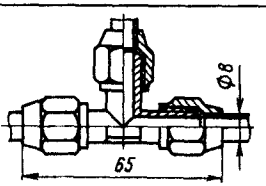
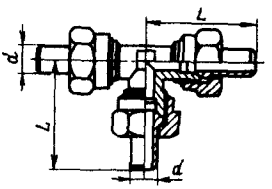
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм		Масса, кг
			d	*L*	
Тройниковые переходные		СШТ-10 СШТ-14	10 14	54 60	0,128 0,303
Тройнниковый проходной		СМТ8	–	–	0,078

Таблица 3.38. **Переходные стальные детали**

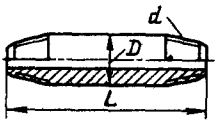
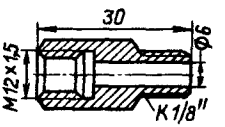
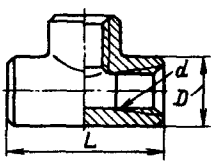
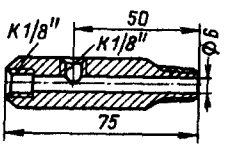
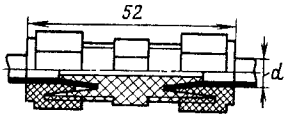
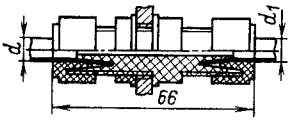
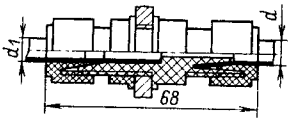
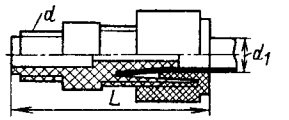
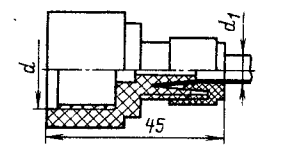
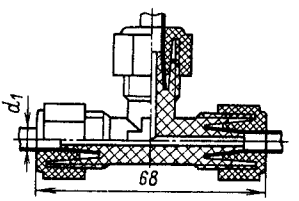
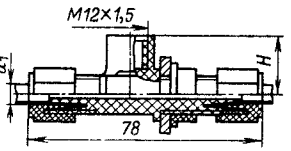
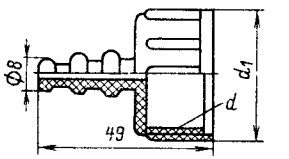
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
			d	*D*	*L*	
Ниппель на $P_y = 16$ МПа		Н160-К $^1/_8$″ Н160-К $^1/_4$″ Н160-К Труб. $^1/_4$″	К $^1/_8$ К $^1/_4$″ К Труб. $^1/_4$″	11 14 14	50 60 60	0,03 0,06 0,063
Футорки на $P_y = 1{,}6$ МПа		Н160-К $^1/_2$″ Н160-К Труб. $^1/_2$″ К $^1/_8$″ × М12	К $^1/_2$″ К Труб. $^1/_2$″ –	14 20 –	60 60 –	0,14 0,14 0,03
Тройник на $P_y = 16$ МПа		К $^1/_4$″ К $^1/_2$″ К Труб. $^1/_2$″	К $^1/_4$″ К $^1/_2$″ К Труб. $^1/_2$″	21 32 32	45 62 62	0,1 0,32 0,34
Корпус соединителя универсальный		КСУ-К $^1/_8$″ КСУ-К $^1/_4$″	– –	– –	– –	0,12 0,12

Таблица 3.39. **Соединители пластмассовые для пластмассовых труб**

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм		Масса, кг
			d	d_1	
Проходные для соединения двух труб одного диаметра на $P_y = 0{,}6$ МПа		ПС6	6	–	0,0056
		ПС8	8	–	0,008
Проходные переборочные для соединения		ПСП6 × 6	6	6	0,0082
		ПСП8 × 8	8	8	0,0109
		ПСП8 × 6	8	6	0,0109
Переборочные переходные с медной трубы на пластмассовую		ПСМ6 × 6	6	6	0,0089
		ПСМ8 × 6	8	6	0,0089
		ПСМ8 × 8	8	8	0,0109
Ввертные с конической резьбой, $L = 41$ мм при $d = К\,1/8''$; $L = 45$ мм при $d = К\,1/4''$; $L = 50$ мм для остальных d		ПСВ6 × К 1/8″	К 1/8″	6	0,0035
		ПСВ6 × К 1/4″	К 1/4″	6	0,005
		ПСВ8 × К 1/8″	К 1/8″	8	0,005
		ПСВ8 × К 1/4″	К 1/4″	8	0,0093
		ПСВ6 × Труб. 1/2″	Труб. 1/2″	6	0,0096
		ПСВ8 × Труб. 1/2″	Труб. 1/2″	8	0,013
		ПСВ6 × Труб. 1/4″	Труб. 1/4″	6	0,0096
		ПСВ8 × Труб. 1/4″	Труб. 1/4″	8	0,013
Навертные		ПСН6 × М20	М20 × 1,5	6	0,098
		ПСН8 × М20	М20 × 1,5	8	0,011
		ПСН6 × Труб. 1/2″	Труб. 1/2″	6	0,098
		ПСН8 × Труб. 1/2″	Труб. 1/2″	8	0,011
Тройниковые		ПСТ6	–	6	0,011
		ПСТ8	–	8	0,014
Тройниковые присоединительные		ПСТП6	Н-18	6	0,0102
		ПСТП8	Н-19	8	0,0169
Наконечники переходные на $P_y = 1{,}6$ МПа		НП-1/2″	Труб. 1/2″	29	0,0067
		НП-3/4″	Труб. 3/4″	34	0,0075
		НП-1	Труб. 1″	42	0,0105

Продолжение табл. 3.39

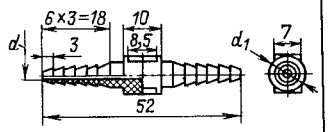
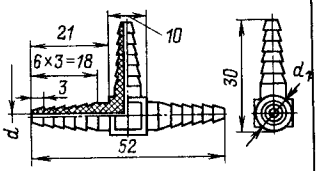
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм		Масса, кг
			d	d_1	
Соединители пластмассовые проходные на $P_y = 0{,}25$ МПа		СП6	2,6	8	0,0007
		СП8	3,1	10	0,0011
Соединители пластмассовые тройниковые на $P_y = 0{,}25$ МПа		СПТ6	2,6	8	0,0016
		СПТ8	3,0	10	0,0019

Таблица 3.40. **Пробки и колпачки-заглушки**

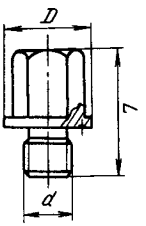
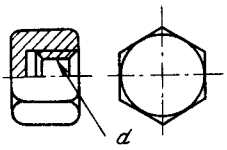
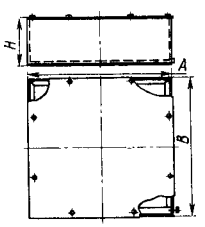
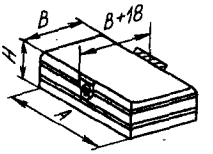
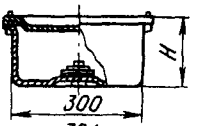
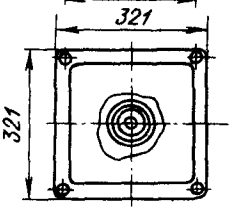
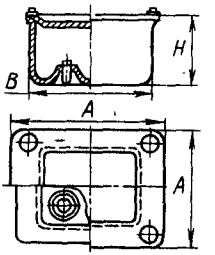
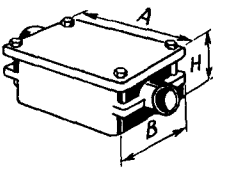
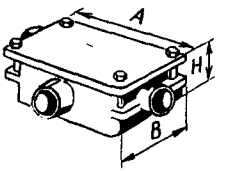
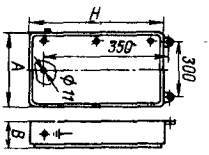
Наименование	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
			d	D	L	
Пробки с цилиндрической резьбой на $P_y = 25$ МПа		П-М18×1,5	М18×1,5	36	35	0,11
		П-М18×2	М18×2	36	35	0,11
		П-М20×1,5	М20×1,5	36	35	0,15
		П-М22×1,5	М22×1,5	36	35	0,16
		П-М24×1	М24×1	36	35	0,16
		П-М24×1,5	М24×1,5	36	35	0,16
		П-М27×1,5	М27×1,5	42	40	0,26
		П-М27×2	М27×2	42	40	0,26
		П-М30×1,5	М30×1,5	42	40	0,30
		П-М33×2	М33×2	48	45	0,38
		П-М36×1,5	М36×1,5	48	45	0,41
Колпачки-заглушки		К3-Труб. 1/2″	Труб. 1/2″	—	—	0,08
		К3-Труб. 3/4″	Труб. 3/4″	—	—	0,11
		К3-Труб. 1″	Труб. 1″	—	—	0,16

Таблица 3.41. **Коробки и ящики протяжные**

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
			A	B	H	
Коробки протяжные (ПК) для протягивания электрических проводов, прокладываемых в стальных защитных трубах Отверстия для ввода труб выполняются на МЗМ по чертежам проекта производства работ Степень защиты IP30 по ГОСТ 14254—80		ПК300×90	300	300	90	5,2
		ПК430×90	430	430	90	9,1

Продолжение табл. 3.41

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
			A	*B*	*H*	
То же, но степень защиты JP40		КП160 × 120	160	160	120	1,06
		КП250 × 120	250	250	120	2,51
То же		КП300-1У2	–	–	103	3,5
		КП300-1Т1	–	–	103	3,5
		КП300-1Т2	–	–	103	3,5
		КП300-2У2	–	–	101	3,45
		ПП300-2Т3	–	–	101	3,45
						
То же, но степень защиты JP54		У994У2	129	110	81	0,5
		У995У2	171	150	101	0,98
		У996У2	221	200	101	1,80
То же, но степень защиты JP31		У994МУ3	129	110	81	0,48
		У995МУ3	171	150	101	0,97
		У996МУ3	221	200	101	1,70
Металлические литые проходные прямые коробки для протяжки проводов. Степень защиты JP55		КП-3/4″ У3,5	126	67	63	1,11
		КП-1″ У3,5	166	76	76	1,84
То же, но тройниковые		КТ-3/4″ У3,5	126	82	63	1,19
		КТ-1″ У3,5	166	96	76	1,92
Ящики протяжные. Степень защиты JP54		К654У2	400	400	200	10,5
		К655У2	600	400	200	13,9
		К656У2	600	600	200	19,3
		К657У2	800	600	300	28,9
		К658У2	1200	800	300	49,5

Продолжение табл. 3.41

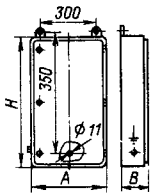
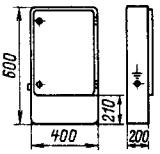
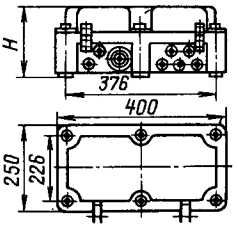
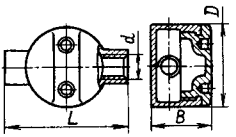
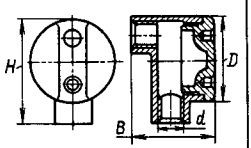
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм A	B	H	Масса, кг
То же, но степень защиты JP31		К654МУ3	400	400	200	10,5
		К655МУ3	600	400	200	13,9
		К656МУ3	600	600	200	19,3
		К657МУ3	800	600	300	28,9
		К658МУ3	1200	800	300	49,5
Ящики протяженные 600 × 400 × 200. Степень защиты JP54		К659У2	—	—	—	13,8
То же, но степень защиты JP31		К659МУ3	—	—	—	13,8
Коробка приборная пластмассовая для протяжки электропроводок и установки электроаппаратуры Степень защиты JP54		КПП1	—	—	155	2,138
		КПП2	—	—	176	3,068

Таблица 3.42. **Коробки чугунные взрывозащищенные протяжные**

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Условный проход присоединяемой трубы	Резьба трубная d, дюймы	Размеры, мм D	L	B	Масса, кг
Коробки проходные прямые для электропроводок в стальных водогазопроводных трубах во взрывоопасных зонах классов B-I, B-Ia, B-Iб, B-Iг, B-II и B-IIa		КПП-20У1	20	3/4	90	134	65	1,5
		КПП-25У1	25	1	105	160	72	2,3
		КПП-40У1	40	1 1/2	130	184	95	3,4
		КПП-50У1	50	2	160	226	110	7,2
То же, но проходные через дно		КПД-20У1	20	3/4	90	112	87	1,5
		КПД-25У1	25	1	105	132	99	2,2
		КПД-40У1	40	1 1/2	130	157	122	3,3
		КПД-50У1	50	2	160	193	143	6,0

Продолжение табл. 3.42

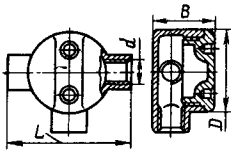
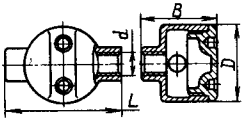
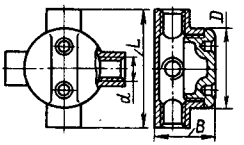
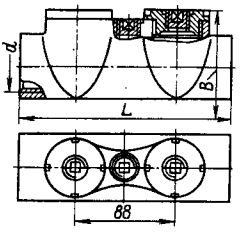
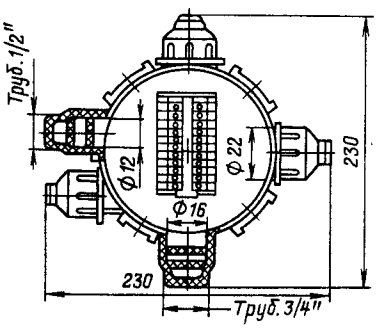
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Условный проход присоединяемой трубы	Резьба трубная d, дюймы	Размеры, мм			Масса, кг
					D	L	B	
То же, но тройниковые		КТО-20У1	20	3/4	90	134	65	1,6
		КТО-25У1	25	1	105	160	72	2,3
		КТО-40У1	40	1 1/2	130	184	95	3,5
		КТО-50У1	50	2	160	226	110	6,5
То же, но тройниковые с ответвлением через дно		КТД-20У1	20	3/4	90	134	87	1,6
		КТД-25У1	25	1	105	160	99	2,3
		КТД-40У1	40	1 1/2	130	184	122	3,5
		КТД-50У1	50	2	160	226	144	6,3
То же, но крестовые		ККО-20У1	20	3/4	90	134	65	1,7
		ККО-25У1	25	1	105	160	72	2,5
		ККО-40У1	40	1 1/2	130	184	95	3,7
		ККО-50У1	50	2	160	226	110	6,9
Коробки проходные для выполнения разделительных уплотнений с локальным испытанием		КПЛ-20У1	20	3/4	—	186	60	1,8
		КПЛ-25У1	25	1	—	186	67	1,9
		КПЛ-40У1	40	1 1/2	—	196	81	2,1
		КПЛ-50У1	50	2	—	196	93	2,2

Таблица 3.43. **Коробки соединительные**

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
			A	B	H	
Коробки соединительные пластмассовые для соединения и разветвления кабелей с медными жилами сечением до 2,5 мм² и алюминиевыми жилами сечением до 4 мм². Степень защиты JP54		КСП-12	—	—	—	0,47

Продолжение табл. 3.43

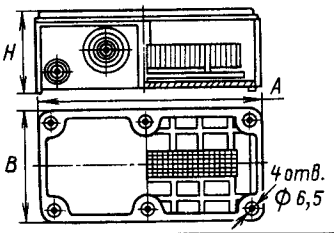
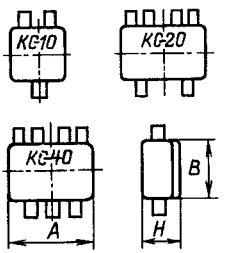
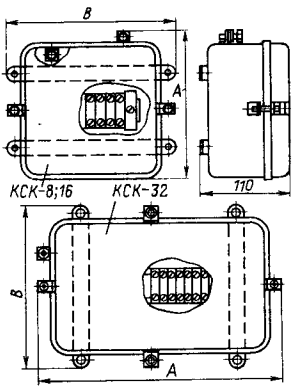
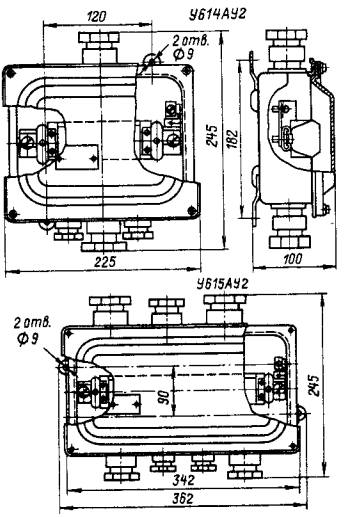
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
			A	*B*	*H*	
То же, но степень защиты JP65		КСП-30 КСП-50	250 400	212 250	78 105	2,2 4,0
Коробки соединительные стальные. Степень защиты JP54		КС-10 КС-20 КС-40	202 300 340	200 202 302	110 110 125	1,8 1,54 2,78
То же, но степень защиты JP44		КСК-8 КСК-16 КСК-32	186 300 340	202 202 302	— — —	1,6 2,4 3,9
Коробки для соединения и разветвления контрольных кабелей с жилами сечением до 6 мм², прокладываемых открыто во взрывоопасных зонах классов B-Iа, B-Iб, B-Iг, B-IIа. Степень защиты JP54		У614АУ2 (на 10 зажимов)	—	—	—	2,0
		У615АУ2 (на 20 зажимов)	—	—	—	3,2

Таблица 3.44. **Соединители металлические для металлорукавов и стальных защитных труб**

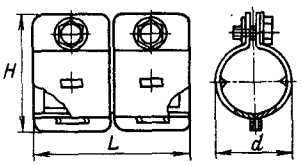
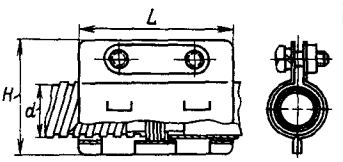
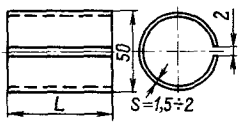
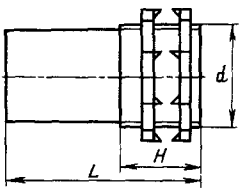
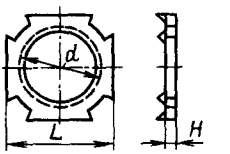
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
			L	*H*	*d*	
Муфты ТР для безрезьбового соединения гибких металлорукавов со стальными или бумажно-металлическими трубами. Снабжены двумя втулками для оконцевания труб		ТР-2У3	58	44	23	0,11
		ТР-4У3	58	50	30	0,12
		ТР-5У3	62	66	38	0,19
		ТР-7У3	98	79	54	0,37
		ТР-8У3	98	90	64	0,48
		ТР-9У3	150	115	81	1,08
		ТР-10У3	150	125	93	1,14
Муфты МС для безрезьбового соединения металлорукавов и труб		МС-1	50	46	18	0,078
		МС-2	50	52	22	0,088
		МС-3	60	66	25	0,13
Гильзы для неуплотненного безрельсового соединения труб методом приварки. Применяются для помещений с нормальной средой		Г-15	60	26	–	0,06
		Г-20	60	32	–	0,07
		Г-25	60	38	–	0,09
		Г-40	60	54	–	0,13
		Г-50	60	65	–	0,15
Патрубки вводные для ввода в металлические корпуса электроустройств (шкафов, ящиков, коробок и т. д.), тонкостенных труб, металлорукавов и стальных защитных труб. С трубами и рукавами патрубки соединяются муфтами серии ТР или МС		У476У3	55	25	3/4"	0,073
		У477У3	55	25	1"	0,113
		У478У3	68	25	1 1/2"	0,264
		У479У3	90	30	2"	0,42
Гайки заземляющие для закрепления защитных водопроводных труб в протяжных коробках и обеспечения между ними электрического контакта		К480У3	27	3	1/2"	0,005
		К481У3	32	3	3/4"	0,007
		К482У3	41	4	1"	0,016
		К483У3	50	4	1 1/4"	0,023
		К484У3	60	5	1 1/2"	0,048
		К485У3	70	5	2"	0,055
		К486У3	90	6	2 1/2"	0,117

Таблица 3.45. **Соединители пластмассовые для металлорукавов**

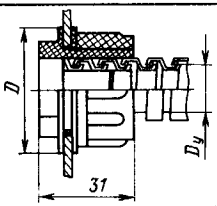
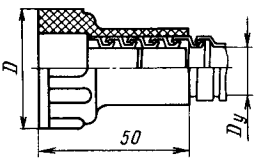
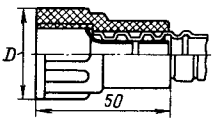
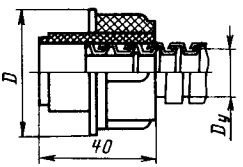
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	D, мм	$D_у$ металлорукава	d трубы	Масса, кг
«Металлорукав-короб» Для ввода металлорукава в короб		СМК-12 СМК-15 СМК-18	36 40 44	12 15 18	– – –	0,018 0,0214 0,0266
«Металлорукав-труба» Для соединения металлорукава с трубой на клее (лаке)		СМТ-12 × 15 СМТ-15 × 20 СМТ-18 × 25	30 35	12 15	1/2″ 3/4″	0,0098 0,012
То же, но на резьбе			42	18	1″	0,0144
«Металлорукав-прибор» Для ввода металлорукава в приборы		СМП-12 × 1/2″ СМП-15 × 3/4″	36 40	12 15	1/2″ 3/4″	0,017 0,0207

Таблица 3.46. **Вводы кабельные унифицированные**

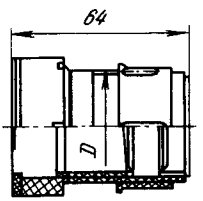
Назначение	Эскиз	Тип	D, мм	Масса, кг
Для ввода электрокабелей в коробки КСП и КС		ВКУ-1-12 ВКУ-1-16 ВКУ-1-22 ВКУ-1-32 ВКУ-1-40 ВКУ-2-12 ВКУ-2-16 ВКУ-2-22 ВКУ-2-32 ВКУ-2-40	1/2″ 3/4″ 1″ 1 1/2″ 2″ 1/2″ 3/4″ 1″ 1 1/2″ 2″	0,05 0,06 0,075 0,16 0,225 0,05 0,06 0,75 0,16 0,226

Таблица 3.47. **Втулки и заглушки пластмассовые**

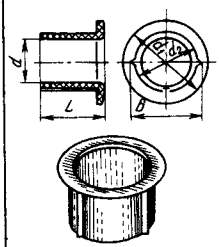
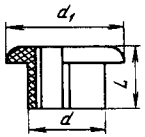
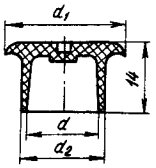
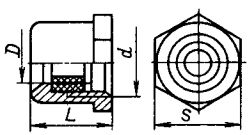
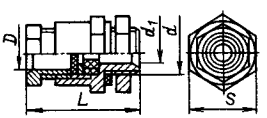
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Для труб с внутренним диаметром, мм	Условный проход труб		Размеры, мм					Масса 1000 шт., кг
				мм	дюймы	d_1	d	d_2	L	B	
Втулки для защиты изоляции электропроводок от механических повреждений об острие кромки торцов защитных труб		В17УХЛ2	15–16	15	1/2	22	12	14	10	17	0,6
		В22УХЛ2	20–22	20	3/4	28	17,5	19,5	10	22,5	1,1
		В28УХЛ2	26–28	25	1	34	22,5	25,5	15	28,5	1,8
		В42УХЛ2	40–42	40	1 1/2	49	36	39	20	42,5	3,8
		В54УХЛ2	52–54	50	2	61	48	51	25	54,5	6,8
		В69УХЛ2	66–69	70	2 1/2	76,5	61,5	65,6	30	69,5	13,0
		В82УХЛ2	79–82	80	2	89,5	74	78	30	82,5	15,8
То же, но полуразъемные		Д15	15–16	15	1/2	22	17	–	12	–	1
		Д20	20–22	20	3/4	28	22,5	–	12,5	–	2
		Д25	26–28	25	1	34	28,5	–	15,5	–	2,6
		Д40	40–42	40	1 1/2	49	43	–	23,5	–	10
		Д50	52–54	50	2	61	55	–	29,5	–	16
Заглушки для временного закрывания концов труб (от попадания строительного мусора)		ЗК-22	15–16	15	1/2	21,2	33	23,1	–	–	2,0
		ЗК-27	20–22	20	3/4	26,2	38	28,1	–	–	2,8
		ЗК-33,5	26–28	25	1	32,7	45	34,8	–	–	3,9
		ЗК-48,5	40–42	40	1 1/2	47,7	60	49,8	–	–	5,8
		ЗК-60	52–54	50	2	59,2	68	61,6	–	–	8,0

Таблица 3.48. **Сальники для уплотнения прохода электрических проводок**

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Наружный диаметр кабеля, мм	Резьба, d	Размеры, мм				Масса 1000 шт., кг
					L	S	D	d_1	
Сальники трубные из алюминия для установки на патрубках и трубах, снабженных наружной трубной резьбой. Степень защиты JP65 по ГОСТ 14254–80		У258У2	8–16	3/4″	30	32	16	–	39
		У259У2	16–22	1″	35	41	22	–	76
		У260У2	22–32	1 1/2″	50	55	32	–	190
Сальники привертные из алюминия для установки в отверстиях ящиков, шкафов, коробок и т. п. изделий со стенкой толщиной не более 5 мм. Степень защиты JP65		У261У2	6–12	М18	43	27	14	12	45
		У262У2	8–16	М22	47	32	16	16	70
		У263У2	16–22	М30	58	36	25	22	117

Продолжение табл. 3.48

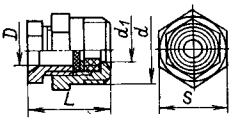
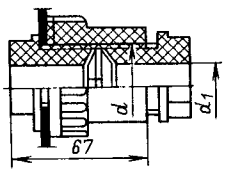
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Наружный диаметр кабеля, мм	Резьба, d	Размеры, мм				Масса 1000 шт., кг
					L	S	D	d_1	
Сальники ввертные из алюминия для установки на патрубках и трубах, снабженных внутренней трубной резьбой, а также в отверстиях изделий со стенкой толщиной более 5 мм. Степень защиты JP65		У264У2	6 – 12	3/4″	33	27	14	12	34
		У265У2	8 – 16	1″	36	36	20	6	47
		У266У2	16 – 22	1 1/2″	43	46	25	22	90
Сальники привертные пластмассовые для установки в отверстиях металлических перегородок и стенках ящиков, шкафов, коробок и т. п.		С12	6 – 10	1/2″	–	–	–	12	51
		С16	10 – 14	3/4″	–	–	–	16	69,5
		С22	14 – 20	1″	–	–	–	22	93
		С32	20 – 30	1 1/2″	–	–	–	32	158

Таблица 3.49. **Наконечники и проводники заземляющие**

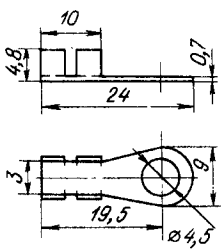
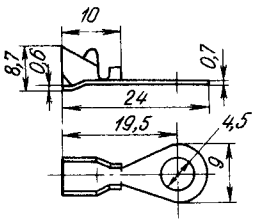
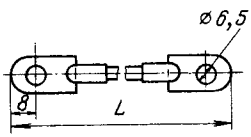
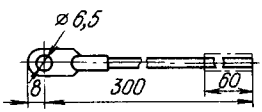
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Масса 1000 шт., кг
Наконечники для оконцевания многопроволочных жил кабелей и проводов сечением до 4 мм²		НЕММ7.750-516-20	0,13
То же		НЕММ7.750-519-11	0,11
Проводник заземляющий с двумя наконечниками для заземления приборов на щитах. Цифра в шифре типа проводника обозначает его длину		П-350	30
		П-550	60
		П-750	80
Проводник заземляющий с одним наконечником для заземления брони кабеля		П-1	30

Таблица 3.50. **Муфты резиновые кольцевые ККР**

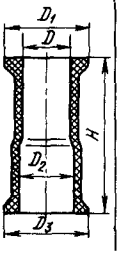
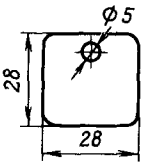
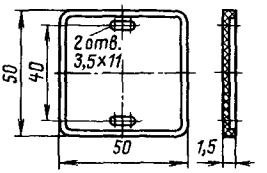
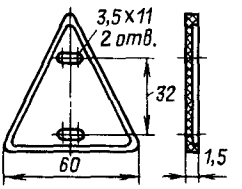
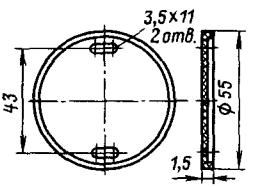
Назначение	Эскиз	Тип	Тип бандажирующей манжеты	Наружный диаметр оконцовываемого кабеля, мм	Размеры бандажирующей манжеты, мм					Масса комплекта, кг
					H	D	D_1	D_2	D_3	
Для оконцевания контрольных кабелей. Поставляются в виде комплектов деталей и материалов		ККР-1У3	БМ-I	13 – 14	35	6,4	13	8,8	15	–
		ККР-2У3	БМ-II	14 – 15	35	7,2	13	10,0	16	–
		ККР-3У3	БМ-III	13 – 14	35	7,4	14	–	–	–
		ККР-4У3	БМ-IV	14 – 15	35	9,0	15	–	–	–
		ККР-5У3	БМ-V	15 – 18	40	9,2	17	11,4	19	0,74
		ККР-6У3	БМ-VI	18 – 20	40	10,3	18	12,9	21	0,75
		ККР-7У3	БМ-VII	20 – 22	40	12,5	21	14,2	22	0,76
		ККР-8У3	БМ-VIII	22 – 28	45	15,0	23	17,0	25	0,78
		ККР-9У3	БМ-IX	28 – 30	50	18,8	26	22,3	32	0,85
		ККР-10У3	БМ-X	30 – 33	55	24,5	35	29,0	39	0,92

Таблица 3.51. **Изделия для маркировки и оконцевания жил кабелей, проводов и труб**

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Масса 1000 шт., кг
Бирки маркировочные для силовых кабелей до 1000 В		У153У3,5	0,72
То же		У134У3,5	2,7
То же, но для контрольных кабелей и труб		У136У3,5	1,7
Бирки маркировочные для силовых кабелей свыше 1000 В		У135У3,5	2,5

Продолжение табл. 3.51

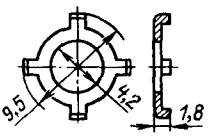
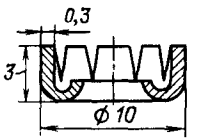
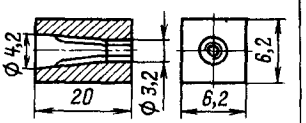
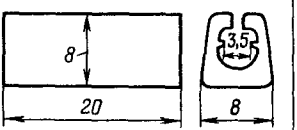
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Масса 1000 шт., кг
Шайбы-звездочки для предохранения жил проводов и кабелей сечением 2,5 мм² от выдавливания при подсоединении к зажимам под винт М4		Ш3	1,0
Оконцеватель шайбовый для многопроволочных жил проводов и кабелей сечением до 4 мм²		ОШ	0,2
Оконцеватель проводов для оконцевания и маркировки жил проводов и кабелей до 2,5 мм²		ОП	1,8
То же, но до 4 мм²		У541У3,5	1,8

Таблица 3.52. **Электромонтажные трубки ХВТ и колпачки**

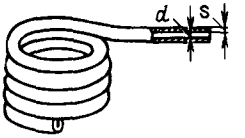
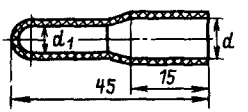
Наименование и название	Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса 1 м (для колпачков 1000 шт.), кг
			d	d_1	S	
Электромонтажные трубки для изоляции оголенных участков жил и маркировки проводов и кабелей до 1000 В		ХВТ-3УХЛ2,5	3	—	0,4	0,006
		ХВТ-5УХЛ2,5	5	—	0,6	0,014
		ХВТ-6УХЛ2,5	6	—		0,016
		ХВТ-8УХЛ2,5	8	—		0,021
		ХВТ-10УХЛ2,5	10	—	0,7	0,031
		ХВТ-12УХЛ2,5	12	—		0,037
		ХВТ-14УХЛ2,5	14	—		0,043
		ХВТ-16УХЛ2,5	16	—	0,9	0,056
		ХВТ-18УХЛ2,5	18	—		0,08
		ХВТ-20УХЛ2,5	20	—	0,15	0,1
		ХВТ-22УХЛ2,5	22	—		0,11
Колпачки полиэтиленовые для изоляции места соединения проводов и жил кабелей сечением до 4 мм² при напряжении до 600 В		К440УХЛ2	9	7,0	—	1,2
		К441УХЛ2	12	9,0	—	1,5
		К444УХЛ2	15	10,0	—	1,5

Таблица 3.53. **Гибкие вводы для защитных труб электропроводок**

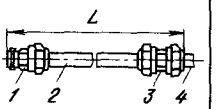
Наименование	Эскиз	Тип	*L*, мм	Для труб с наружным диаметром, мм	Резьба штуцера вводной муфты, дюймы	Минимальный радиус изгиба, мм	Масса, кг
Вводы состоят из металлорукава *2* с полимерным покрытием и вводной *1* и трубной *3* муфт. Вводная муфта служит для соединения с оболочкой электротехнических изделий, трубная – для соединения с трубой *4*. Полимерное покрытие повышает механическую прочность металлорукава. Степень защиты IP40 по ГОСТ 14254–80		К1080У3	425	25–27	3/4	130	0,36
		К1081У3	655				0,45
		К1082У3	925				0,55
		К1083У3	425	32–34	1	250	0,69
		К1084У3	655				0,87
		К1085У3	925				1,14
		К1086У3	655	47–49	1 1/2	250	1,0
		К1087У3	925				1,2
		К1088У3	940	59–61	2	250	1,7

Таблица 3.54. **Полки кабельные**

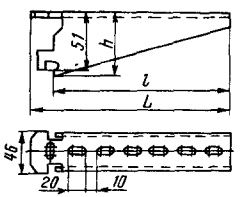
Эскиз	Тип	Нагрузка, Н		Размеры, мм			Масса, кг
		рабочая	предельно допустимая рабочая + + масса человека	*L*	*l*	*H*	
	К1160У3 К1160цУТ1,5 К1170У3 К1170цУТ1,5	175	975	177	160	51	0,20
	К1161У3 К1161цУТ1,5 К1171У3 К1171цТ1,5	276	1075	267	250	61	0,37
	К1162У3 К1162цУТ1,5 К1172У3 К1172цУТ1,5	400	1200	367	350	63	0,51
	К1163У3 К1163цУТ1,5 К1173У3 К1173цУТ1,5	500	1300	467	450	73	0,91

Таблица 3.55. **Кабельные стойки**

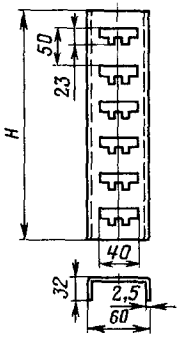
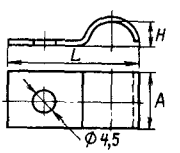
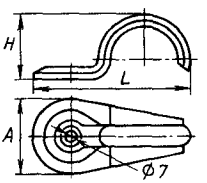
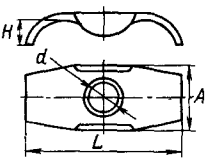
Эскиз	Тип	Число отверстий для установки полок	*H*, мм	Масса, кг
	К1150У3	8	400	0,60
	К1150цУТ1,5	8	400	0,60
	К1151У3	12	600	0,84
	К1151цУТ1,5	12	600	0,84
	К1152У3	16	800	1,04
	К1152цУТ1,5	16	800	1,04
	К1153У3	24	1200	1,67
	К1153цУТ1,5	24	1200	1,67
	К1154У3	36	1800	2,57
	К1154цУТ1,5	36	1800	2,57

Таблица 3.56. **Изделия для крепления труб и кабелей**

Наименование и назначение	Эскиз	Обозначение	Размеры, мм				Масса 1000 шт., кг
			L	*A*	*H*	*d*	
Скобы однолапковые для крепления труб или кабелей наружным диаметром от 6 до 16 мм		СО-6	19	12	5,0		1,5
		СО-8	21		6,5		1,9
		СО-10	22		8,0		2,1
		СО-12	25	16	10,1		2,3
		СО-14	27		12,0		2,7
		СО-16	29		14		4,0
Скобы однолапковые для крепления труб или кабелей наружным диаметром от 22 до 60 мм		СО-22	50	20	23		12
		СО-27	66	25	29		26
		СО-34	74	28	36		36
Скобы безлапковые для крепления труб или кабелей наружным диаметром от 6 до 16 мм		$БС_2$-6	20	15	3		24
		$БС_2$-8	24	15	4		30
		$БС_2$-10	29	15	5		35
		$БС_2$-12	33	15	6	6,5	42
		$БС_2$-14	41	18	7		120
		$БС_2$-16	46	18	8		130
Скобы безлапковые для крепления двух труб или кабелей наружным диаметром от 22 до 60 мм		$БС_2$-22	55	20	11	9	11
		$БС_2$-27	66	20	13,5	9	14
		$БС_2$-34	83	20	17	10	38
		$БС_2$-48	116	30	24	11	90
		$БС_2$-60	147	30	30	11	100

Продолжение табл. 3.56

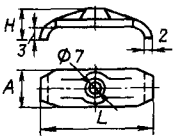
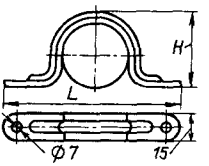
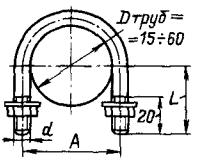
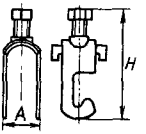
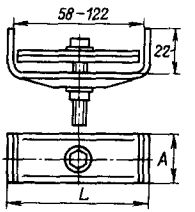
Наименование и назначение	Эскиз	Обозначение	Размеры, мм				Масса 1000 шт., кг
			L	*A*	*H*	*d*	
Скобы безлапковые для пакетного крепления труб и кабелей наружным диаметром 6, 8 и 10 мм		БСП-46	46	20	10		17
		БСП-62	62				22
		БСП-78	78	20	11		27
		БСП-94	94				32
		БСП-113	113				38
		БСП-129	129	25	12		43
		БСП-145	145				48
Скобы двухлапковые для крепления труб или кабелей наружным диаметром от 22 до 60 мм		СД-22	68		24		15
		СД-27	71		27		19
		СД-34	80		34		21
		СД-48	100		48		38
		СД-60	116		62		45
Хомуты для крепления труб наружным диаметром от 15 до 60 мм		Х-15	24	22		М6	21
		Х-25	28	32		М6	25
		Х-30	32	40		М8	60
		Х-35	34	44		М8	65
		Х-50	42	60		М8	80
		Х-60	48	70		М8	90
Прижимы для крепления труб и кабелей диаметром от 15 до 50 мм к металлоконструкциям		ПКТ-26	110	30			66
		ПКТ-50	140	55			172
Обоймы пакетные для сборки однорядных, двухрядных или трехрядных пакетных блоков трубных соединительных линий из медных или стальных труб наружным диаметром 6 и 8 мм		ОП58-22	62	25			100
		ОП76-22	80	25			110
		ОП90-22	96	30			190
		ОП110-22	116	30			230
		ОП122-22	128	30			240

Таблица 3.57. **Полоски-пряжки**

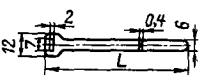
Эскиз	Тип	*L*, мм	Масса 1000 шт., кг
	К395УХЛ2	110	0,8
	К396УХЛ2	90	0,5
	К397УХЛ2	70	0,5
	К398УХЛ2	50	0,3

Таблица 3.58. **Дюбели пластмассовые**

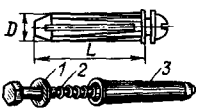
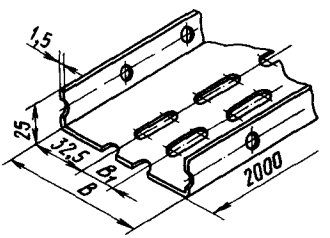
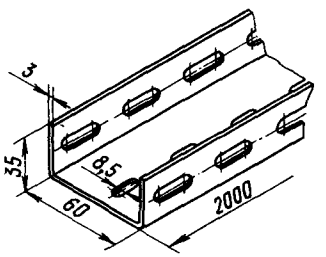
Наименование	Эскиз	Тип	Размеры шурупа, мм	Наибольшая толщина закрепляемой детали, мм	Силы выдергивания при статической нагрузке, направленной вдоль оси дюбеля, кН		Размеры, мм		Масса 1000 шт., кг
					в кирпиче	в бетоне	L	D	
Для крепления скоб и закладных изделий к бетонным и кирпичным основаниям. Дюбель сотоит из пластмассового корпуса *3* и шурупа *2* с шайбой *1*		У656У3	4 × 30	7	0,7	0,9	25	6	3,4
		У658У3	5 × 40	10	1,5	2,0	35	8	7,1
		У661У3	8 × 80	15	3,5	8,0	60	14	37,3
		У663У3	12 × 100	15	7,0	12,0	80	20	102,8
		У678У3	5 × 60	10	1,5	2,0	45	8	9,9

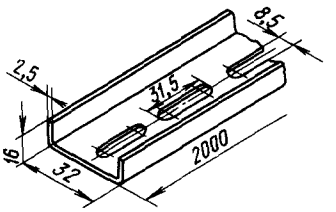
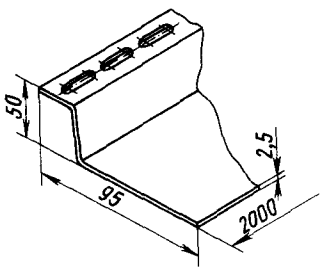
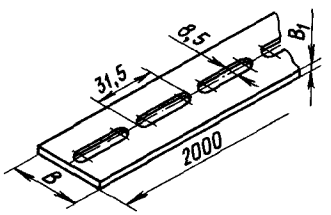
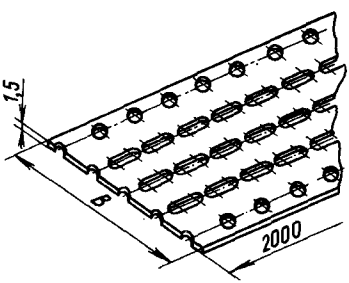
Таблица 3.59. **Монтажные ленты ЛМ с кнопками**

Комплект (рис. 3.80)		Лента					Кнопка						
Тип	Масса, кг	Тип	Размеры, мм			Масса 1000 м, кг	Тип	Размеры, мм					Масса 1500 шт., кг
			b	d	t			D_1	D	L	l	h	
ЛМ5УХЛ2	14,3	Л301УХЛ2	10	2,2	10	11,3	3,5-МСУХЛ2	3,5	6	4,8	2	0,8	0,3
ЛМ10УХЛ2	30,0	Л301-02УХЛ2	15	3	15	28,5	6-МСУХЛ2	6,0	12	9,0	5	1,6	1,5

Таблица 3.60. **Изделия перфорированные для прокладки кабелей и труб**

Эскиз	Наименование и тип	Размеры, мм		Масса, кг
		B	B_1	
	Лоток перфорированный:			
	ЛП85	85	20	1,4
	ЛП145	145	40 × 2	2,0
	ЛП225	225	40 × 2	28
	Швеллер перфорированный ШП 60 × 35	—	—	2,65

Продолжение табл. 3.60

Эскиз	Наименование и тип	Размеры, мм		Масса, кг
		B	B_1	
	То же, для ШП 32 × 16	—	—	1,15
	Профиль Z-образный ZП2000	—	—	0,55
	Полоса перфорированная: ПП30 ПП40	 30 40	 3 4	 0,65 0,95
	То же для: ПП190 ПП270	 190 270	 — —	 2,0 2,8

Продолжение табл. 3.60

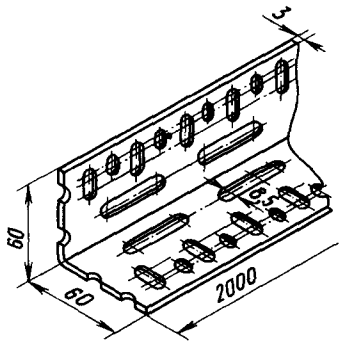
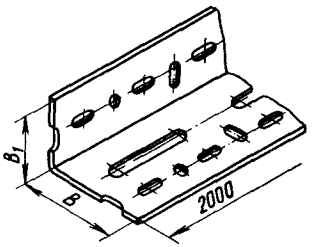
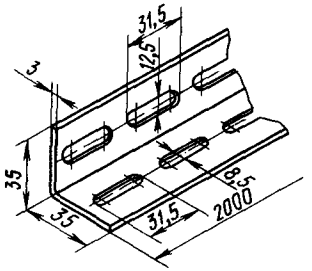
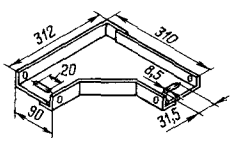
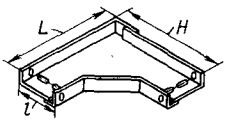
Эскиз	Наименование и тип	Размеры, мм		Масса, кг
		B	B_1	
	Уголок перфорированный УП 60×60	–	–	2,1
	То же для:			
	УП 60×40	60	40	1,65
	УП 42×25	42	25	0,7
	То же для УП 35×35	–	–	1,4

Таблица 3.61. **Угольники и тройники перфорированные для соединения лотков ЛП**

Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
		L	*H*	*l*	
	УП85	–	–	–	0,73
	УП145	372	370	150	1,83
	УП225	452	450	230	2,33

Продолжение табл. 3.61

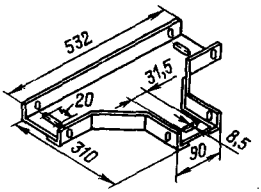
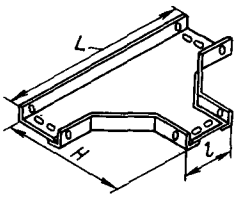
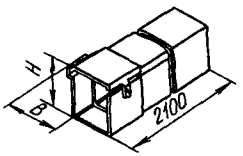
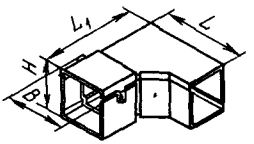
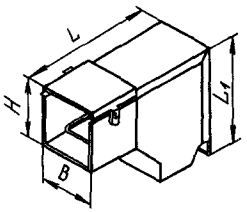
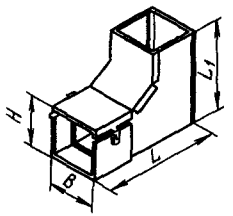
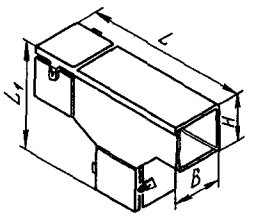
Эскиз	Тип	Размеры, мм			Масса, кг
		L	*H*	*l*	
	ТП85	—	—	—	1,26
	ТП145 ТП225	592 675	370 450	150 230	2,06 3,16

Таблица 3.62. **Лотки НЛ и соединительные элементы к ним**

Тип	Наименование	Масса	Номер рисунка
	Секции прямые (для прямых участков трассы) размерами *A*; *L*, мм:		
НЛ5-П2У3	50, 2000	2,37	3,81, *а*
НЛ5-П3У3	50, 3000	3,42	
НЛ10-П2У3	100, 2000	3,77	
НЛ10-П3У3	100, 3000	5,46	
НЛ20-П2У3	200, 2000	6,11	3.81 *б*
НЛ20-П3У3	200, 3000	8,25	
НЛ40-П2У3	400, 2000	7,40	
НЛ40-П3У3	400, 3000	10,17	
НЛ-У45У3	Секции угловые (для разветвления и поворотов трассы)	0,66 3,56	3,82
НЛ-СПУ3	Соединитель переходной (для перехода трассы с ширины 400 мм на 200 мм)	0,81	3.83, *а*
НЛ-ССШУ3	Соединитель шарнирный (для соединения лотков в вертикальной плоскости под углом до 90°)	0,27	3.83, *б*

Таблица 3.63. **Короба стальные и фасонные части к коробам**

Наименование и эскиз	Тип	Размеры, мм				Масса, кг
		B	*H*	*L*	L_1	
Короба стальные прямые горизонтальные	ПГ-100	135	106,5	—	—	12,8
	ПГ-150	185	156,5	—	—	18,2
	ПГ-200	235	206,5	—	—	23,6
						
Угольники горизоитальные	УГ-100	135	106,5	307	408	5,5
	УГ-150	185	156,5	357	458	8,0
	УГ-200	235	206,5	407	508	11,0
						
Угольники вертикальные для поворота короба вниз	УВ-100-1	135	106,5	408	307	4,92
	УВ-150-1	185	156,5	458	357	7,33
	УВ-200-1	235	206,5	508	407	9,89
						
То же, но для поворота короба вверх	УВ-100-2	135	106,5	406	306	4,88
	УВ-150-2	185	156,5	456	355	7,18
	УВ-200-2	235	206,5	506	405	9,16
						
Тройники вертикальные	ТВ-100	135	106,5	611	408	6,32
	ТВ-150	185	156,5	661	458	9,06
	ТВ-200	235	206,5	711	508	11,01
						

Продолжение табл. 3.63

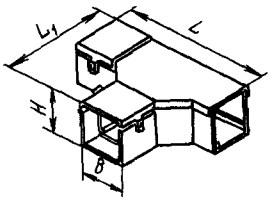
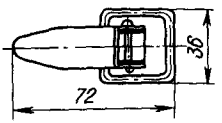
Наименование и эскиз	Тип	Размеры, мм				Масса, кг
		B	*H*	*L*	L_1	
Тройники горизонтальные 	ТГ-100	135	106,5	611	408	5,66
	ТГ-150	185	156,5	661	458	8,25
	ТГ-200	235	206,5	711	508	11,11
Замок-защелка для коробов 	33	—	—	—	—	0,048

Таблица 3.64. **Трубы с фаской винипластовые**

Назначение	Эскиз	Тип	*D*, мм	Масса, кг
Для прокладки прямых участков защитных труб		У41УХЛ3	20	0,57
		У42УХЛ3	25	0,87
		У43УХЛ3	32	1,47
		У44УХЛ3	40	2,31
		У45УХЛ3	50	3,57

Таблица 3.65. **Соединительные муфты винипластовые**

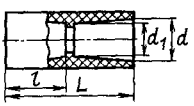
Назначение	Эскиз	Тип	Для труб с наружным диаметром, мм	Размеры, мм				Масса, кг
				L	*l*	d_1	*d*	
Для соединения труб (табл. 3.63) и уголков (табл. 3.65) с трубами		У297УХЛ3	20	54	25,0	18	22,0	0,017
		У276УХЛ3	25	62	29,5	23	26,5	0,020
		У277УХЛ3	32	78	37,5	30	34,0	0,033
		У278УХЛ3	40	96	46,5	37	42,5	0,060
		У279УХЛ3	50	110	53,0	48	54,0	0,090

Таблица 3.66. **Уплотнительные втулки**

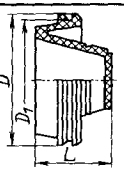
Назначение	Эскиз	Тип	Для труб с наружным диаметром, мм	Размеры, мм			Масса, кг
				D	D_1	*L*	
Для уплотнения мест ввода винипластовых труб (табл. 3.63) в коробки (см. табл. 3.68)		У292УХЛ3	20, 25 32	48	45	26	0,02
		У293УХЛ3	40,50	72	68	37	0,04

Таблица 3.67. **Соединительные уголки винипластовые**

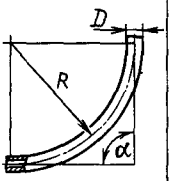
Назначение	Эскиз	Тип	α	Размеры, мм		Масса, кг
				D	*R*	
Для выполнения поворотов винипластовых защитных трубопроводов		У294УХЛ3	90°	20	200	42
		У280УХЛ3		25	200	49
		У281УХЛ3		32	200	75
		У282УХЛ3		40	300	100
		У283УХЛ3		50	300	140
		У382УХЛ3	135°	20	200	45
		У383УХЛ3		25	200	51,0
		У384УХЛ3		32	200	79,0
		У385УХЛ3		40	300	110,5
		У386УХЛ3		50	300	152,0

Таблица 3.68. **Протяжные коробки**

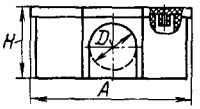
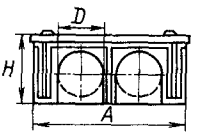
Назначение	Эскиз	Тип	Для труб с наружным диаметром, мм	Количество присоединяемых труб	Размеры, мм			Масса, кг
					A	*H*	*D*	
Для протяжки соединения и разветвления проводов и кабелей. Степень защиты IP30 по ГОСТ 14254—80		У272УХЛ3	20, 25, 32	До 4	116	65	44	0,151
		У273УХЛ3	40, 50		146	91	66	0,279
		У274УХЛ3	20, 25, 32	До 8	166	65	44	0,362
		У275УХЛ3	40, 50		216	91	66	0,702

Таблица 3.69. **Трубные клицы**

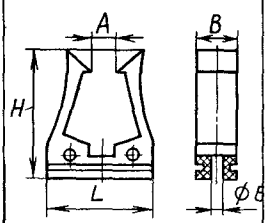
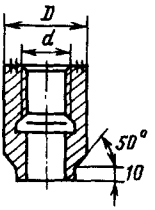
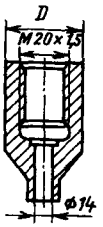
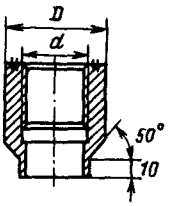
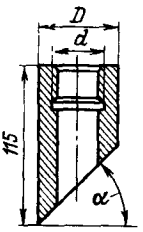
Назначение	Эскиз	Тип	Для труб с наружным диаметром, мм	Размеры, мм				Масса 1000 шт., кг
				A	*L*	*H*	*B*	
Для крепления винипластовых защитных труб. Клицы крепятся к строительным конструкциям винтами, шурупами и т. п.		Л75У3	25	14	43	53	16	14
		Л76У3	32	16	56	64	18	21
		Л77У3	40	26	66	71	18	25
		Л78У3	50	33	76	87	18	36

Таблица 3.70. **Бобышки из углеродистых сталей**

Наименование и эскиз	Обозначение	Резьба d	D, мм	Масса, кг
Бобышки прямые на P_y до 25 МПа при температуре до 450 °С 	БМ18 × 1,5-55 БМ18 × 1,5-100	М18 × 1,5	30	0,17 0,36
	БМ18 × 2-55 БМ18 × 2-100	М18 × 2	30	0,17 0,36
	БМ22 × 1,5-55 БМ22 × 1,5-100	М22 × 1,5	34	0,2 0,43
	БМ24 × 1-55 БМ24 × 1,5-55	М24 × 1 М24 × 1,5	36	0,22 0,3
	БМ27 × 1,5-55	М27 × 1,5	42	0,3
	БМ30 × 1,5-55 БМ30 × 2-55 БМ30 × 2-100	М30 × 1,5 М30 × 2	45	0,32 0,32 0,7
	БМ36 × 1,5-55	М36 × 1,5	52	0,41
То же, с внутренним уплотнением 	БМ20 × 1,5-55 БМ20 × 1,5-100	М20 × 1,5 М20 × 1,5	32 32	0,23 0,48
Бобышки прямые на P_y до 20 МПа 	БП1-М20-55 БП1-М27-55 БП1-М33-55 БП1-М27-100 БП1-М33-100	М20 × 1,5 М27 × 2 М33 × 2 М27 × 2 М33 × 2	32 42 48 48 48	0,2 0,35 0,74 0,55 1,49
Бобышки, скошенные под углом 45°, на P_y до 25 МПа при температуре до 450 °С 	БМ45°М18 × 1,5 Б45°М18 × 2	М18 × 1,5 М18 × 2	30	0,27
	Б45°М22 × 1,5	М22 × 1,5	34	0,40
	Б45°М24 × 1 Б45°М24 × 1,5	М24 × 1 М24 × 1,5	36	0,43
	Б45°М27 × 1,5	М27 × 1,5	42	0,5
	Б45°М30 × 1,5 Б45°М30 × 2	М30 × 1,5 М30 × 2	45	0,66
	Б45°М36 × 1,5	М36 × 1,5	52	0,82

Продолжение табл. 3.70

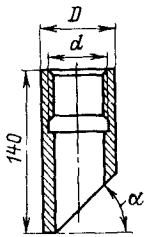
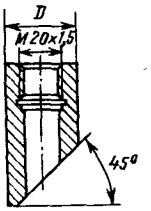
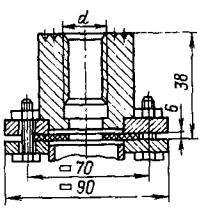
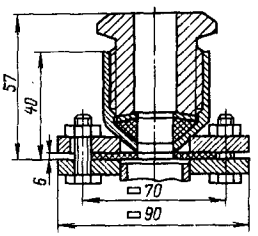
Наименование и эскиз	Обозначение	Резьба d	D, мм	Масса, кг
Бобышки, скошенные на P_y до 20 МПа 	БС1-М20-115 БС1-М27-115 БС1-М33-115	М20×1,5; α = 45° М27×2; α = 45° М33×2; α = 60°	32 42 48	0,204 0,63 0,92
То же, с внутренним уплотнением 	Б45°М20×1,5	М20×1,5	32	0,52

Таблица 3.71. **Элементы оправ закладных**

Наименование и значение	Эскиз	Тип	Масса, кг
Бобышка с фланцем для установки термоэлектрических преобразователей и термометров сопротивления с резьбой d штуцера М20×1,5; М27×2; М33×2 		БФ-М20 БФ-М27 БФ-М33	0,78 0,71 0,62
Сальник с фланцем для установки термоэлектрических преобразователей и термометров сопротивления без штуцера 		СФ	0,94

Продолжение табл. 3.71

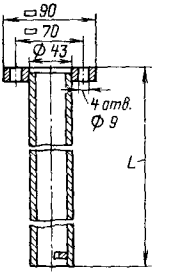
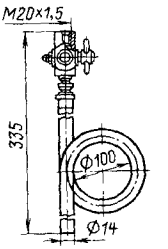
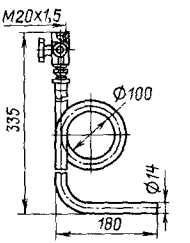
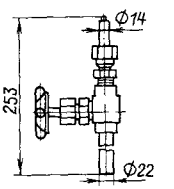
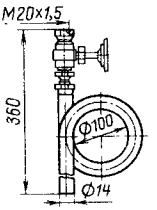
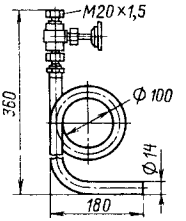
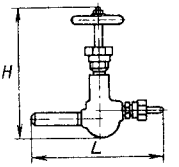
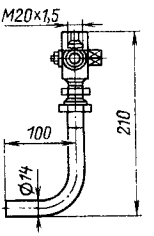
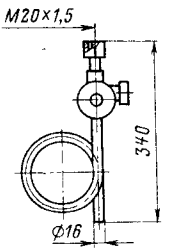
Наименование и значение	Эскиз	Тип	Масса, кг
То же при установке в кирпичной стене; цифра в обозначении типа равна размеру L		197-С 312-С 432-С 502-С 547-С 662-С 777-С 892-С	0,84 1,19 1,56 1,78 1,92 2,27 2,63 2,98

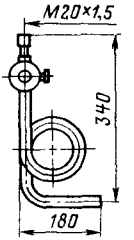
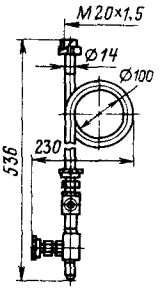
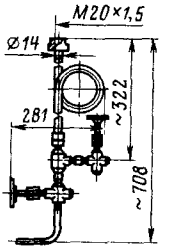
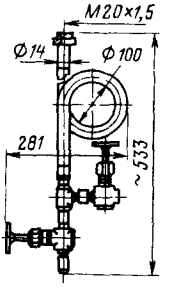
Таблица 3.72. **Отборные устройства для измерения давления и разрежения**

Наименование и значение	Эскиз	Тип	Масса, кг
Отборное устройство прямое для измерения давления на $P_y = 1{,}6$ МПа (16 кгс/см²); $t \leqslant 225$ °С		16-225П	0,9
Отборное устройство угловое для измерения давления на $P_y = 1{,}6$ МПа; $t \leqslant 225$ °С		16-225У	1,0
Отборное устройство прямое для измерения давления на $P_y = 6{,}4$ МПа; $t \leqslant 200$ °С		64-200П	1,223

Продолжение табл. 3.72

Наименование и значение	Эскиз	Тип	Масса, кг
Отборное устройство прямое для измерения давления на $P_y = 10$ МПа; $t \leqslant 200$ °С		100-200П	1,37
Отборное устройство угловое для измерения давления при $P_y = 10$ МПа; $t \leqslant 200$ °С		100-200У	1,9
Отборное устройство для измерения давления при $P_y = 1{,}0$ МПа, тип вентиля 15 КЧ18Р, $H = 110$ мм, $L = 225$ мм; при $P_ц = 1{,}6$ МПа; $H = 110$ мм, $L = 225$ мм; при $P_y = 1{,}6$ МПа, вентиль 15 кч18п, $H = 110$ мм; $L = 225$ мм: при $P_y = 2{,}5$ МПа, вентиль 15нж6бк-1, $H = 170$ мм, $L = 198$ мм		10-50 16-200 25-300	1,08 1,15 1,6
Отборное устройство для измерения давления на $P_y = 1{,}6$ МПа; $t \leqslant 80$ °С		16-80	1,2
Отборное устройство прямое для измерения давления на $P_y = 20$ МПа; $t \leqslant 450$ °С		200-450	1,6

Продолжение табл. 3.72

Наименование и значение	Эскиз	Тип	Масса, кг
Отборное устройство угловое для измерения давления на $P_y = 20$ МПа; $t \leqslant 450$ °С		200-450У	1,7
Отборное устройство прямое для измерения давления нефтепродуктов на $P_y = 16$ МПа; $t \leqslant 120$ °С		160-120П	2,0
Отборное устройство прямое для измерения давления нефтепродуктов на $P_y = 16$ МПа; $t \leqslant 400$ °С		160-400П	2,8
Отборное устройство угловое для измерения давления нефтепродуктов на $P_y = 16$ МПа, $t \leqslant 120$ °С (для 160–120У) и $t \leqslant 400$ °С (для 160–400У)		160-120У 160-400У	2,65 3,4

Продолжение табл. 3.72

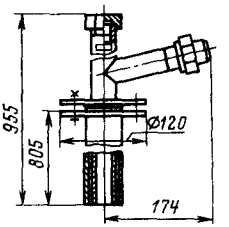
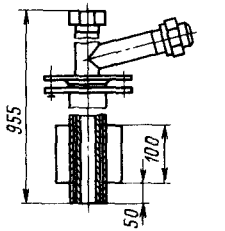
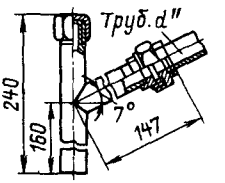
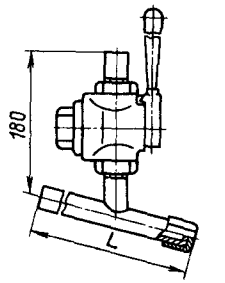
Наименование и значение	Эскиз	Тип	Масса, кг
Отборное устройство для измерения разрежения. Установка в кирпичной стене, исполнение I		955-1	8,2
То же, исполнение II		955-II	9,6
Отборное устройство разрежения для чистых газов: при $D_y = 20$ мм $d =$ Труб. 3/4″; при $D_y = 25$ мм, $d =$ Труб. 1″; при $D_y =$ $= 40$ мм, $d =$ Труб. $1\frac{1}{2}$″ (тип соответствует размеру D_y)		20 25 40	1,1 1,5 2,5
Отборное устройство давления с тормозным краном: при $D_y = 15$ мм, $L =$ $= 259$ мм, при $D_y = 20$ мм $L = 269$ мм		$D_y - 15$ $D_y - 20$	1,548 2,352

Таблица 3.73. **Штуцера приварные**

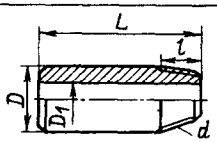
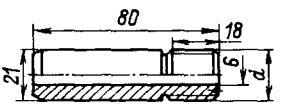
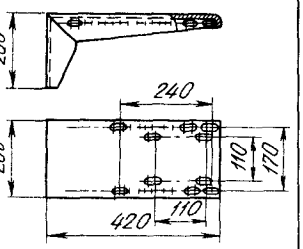
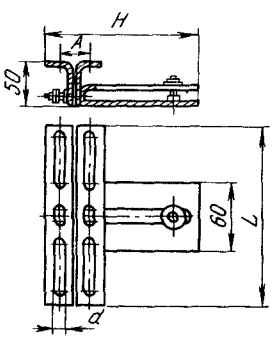
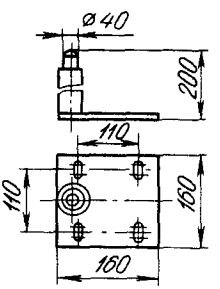
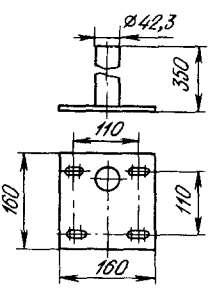
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Размеры, мм					Масса, кг
			d	D	D_1	L	l	
Штуцера приварные, $P_y =$ $= 16$ МПа, $t =$ $= 400$ °С, для отбора импульса давления и разрежения		Ш-К $\frac{1}{8}$″	К$\frac{1}{8}$″	11	5	50	7	0,3
		Ш-К $\frac{1}{4}$″	К$\frac{1}{4}$″	14	5	60	9,5	0,066
		Ш-К Труб. $\frac{1}{4}$″	К Труб. $\frac{1}{4}$″	14	5	60	9,5	0,066
		Ш-К $\frac{1}{2}$″	К$\frac{1}{2}$″	22	10	80	13,5	0,019
		Ш-К Труб. $\frac{1}{2}$″	К Труб. $\frac{1}{2}$″	22	10	80	13,2	0,019
То же, но с цилиндрической резьбой		Шц-Труб. $\frac{1}{2}$″	Труб. $\frac{1}{2}$″	–	–	–	–	0,2
		Шц-Труб. $\frac{1}{4}$″	Труб. $\frac{1}{4}$″	–	–	–	–	0,2

Таблица 3.74. **Кронштейны и подставки**

Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Масса, кг
Кронштейн для установки приборов ДМ-П, ДМ-Э, ДМ-ЭР, ДП, ДС-П, ДС-Э, ДСС, ДС-ЭР, 13ДД11, ДСП, ДС-711Р, ДС-712Р, ДКО-3702, ДМ-23573, ДМ-23574, НС-П, МС-П, МП-П, ТС-П, ВС-П, ТНС-П, МВС-П, МАС-П, НС-Э, МС-Э, МП-Э, ТС-Э, ВС-Э, ТНС-Э, МВС-Э, МАС-Э, ППДМ, МПЭ-МИ, ДСЭ-МИ, ДСЭР-М, 13ДИ10, 13ДИВ10, 13ДА10, 13ДИ30, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДА30, 13ДА13, 13ДИ14, 13ДИ40, 13ДИ13		КП-58	4,2
Кронштейн универсальный для установки приборов. Для КУ-1, размеры, мм: $A = 32$, $L = 210$, $H = 147$, $d = 8{,}5$; для КУ-2: $A = 32$, $L = 80$, $H = 147$, $d = 8{,}5$, для КУ-3: $A = 26$, $L = 100$, $H = 142$, $d = 5{,}5$		КУ-1 КУ-2 КУ-3	0,795 0,445 0,515
Подставка для установки дифманометров ДП		ДП	1,18
Подставка для установки приборов ГСП типов МВС-П, МС-Э, МАС-П, ДМ-ЭР, МП-П, МАС-Э, ДМ-П, ДМ-Э, ВС-Э, ВС-П, МС-П, МП-Э, МВС-Э, НС-Э, НС-Н, ТС-П, ТС-Э, ТНС-П, ТНС-Э, 13ДД11		ГСП	1,4

Продолжение табл. 3.74

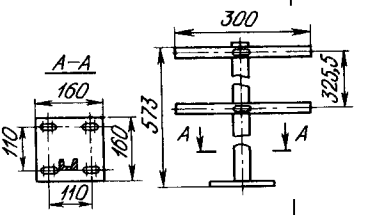
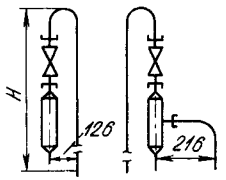
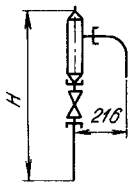
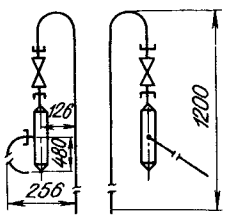
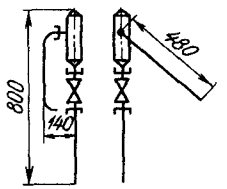
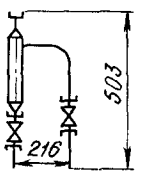
Наименование и назначение	Эскиз	Тип	Масса, кг
Подставка для установки приборов давления и разрежения типов ТГ-11Р, ТГ-712Р, ТГ2С-711, ТГ2С-712, ТГС-711, ТГС-712, ТЖ-711Р, ТЖ-712Р, ТЖ2С-711, ТЖ2С-712, ТЖС-711, ТЖС-712, МТ-711Р, МТ-712Р, МТС-711, МТС-712, МТ2С-711, МТ2С-712, МВТ-711Р, МВТ-712Р, МВТС-711, МВТС-712, МВТ2С-711, МВТ2С-712		ППК-1	10,0

Таблица 3.75. **Узлы обвязки для приборов давления и разрежения**

Наименование обвязки и эскиз	Тип обвязки	Тип обвязываемого прибора	Масса, кг
	ОП-101	ДСЭ-МИ, ДСЭР-М, МПЭ-МИ, 13ДД11, Н-1200 мм	2,74
	ОП-102	ДМ-П, ДМ-Э, ДМ-ЭР, ДСС, ДСП, ДС-711Р, ДС-712Р, ДС-П, ДС-Э, ДС-ЭР, ДМ-23573, ДМ-23574, ДП, Н-1700 мм	3,04
	ОП-103	ДП, Н-2200 мм	3,34
	ОП-104	13ДД11, МПЭ-МИ, ДСЭР-М, ДСЭ-МИ, *H*-800 мм	2,2
	ОП-105	ДСС, ДСП, ДС-711Р, ДС-712Р, ДП, ДС-П, ДМ-П, ДС-Э, ДС-ЭР, ДМ-ЭР, ДМ-23573, ДМ-23574, ДКО-3702, ППДМ-23014, ППДМ-23015, ДМ-Э, *H*-1400 мм	2,5
	ОП-106	ДП, *H*-1700 мм	2,8
	ОП-107	МП-П, МП-Э, МС-П, МС-Э, ТС-П, ТС-Э, НС-П, НС-Э, ВС-П, ВС-Э, ТНС-П, ТНС-Э, МВС-П, МВС-Э, МАС-П, МАС-Э, 13ДИ30, 13ДИ13, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДА30, 13ДА13, 13ДИ14, 13ДИ40	

Продолжение табл. 3.75

Наименование обвязки и эскиз	Тип обвязки	Тип обвязываемого прибора	Масса, кг
	ОП-108	МП-П, МП-Э, МС-П, МС-Э, ТС-П, ТС-Э, НС-П, НС-Э, ВС-П, ВС-Э, ТНС-П, ТНС-Э, МВС-П, МВС-Э, МАС-П, МАС-Э, 13ДИ10, 13ДИ30, 13ДИ13, 13ДИВ10, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДА10, 13ДИ14, 13ДА13, 13ДА30, 13ДИ40	2,34
	ОП-Э	МТС-711, МТС-712, МВТС-712, МБТС-711, МТ2С-711, МТ2С-712, МВТ2С-711, МВТ2С-712, АМУ-1, АМУ-2, АМВУ-1, ОБМГН-100, ОБМГВ-160, ОБМВ1-100, ОБМВ1-160, ОБМ1-100, ОБМ1-160, ОБВ1-100, ОБВ1-160, МТП-100, МТП-160, МВТП-160, МП-5, МВТП-100, МТИ-1216, МТИ-1218, ВТИ-1218, МЭД-22364, МЭД-22365, ВЭ-16рб	3,1

ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Изделия применяют для монтажа стальных, медных и пластмассовых импульсных и командных труб, а также для их подсоединения к приборам, аппаратуре, запорной арматуре и т. п.

Бирки маркировочные наборные. Для маркировки труб с наружным диаметром 6 мм применяют бирки БМН6-0 – БМН6-9 (рис. 3.71, *а*) и с наружным диаметром 8 мм – бирки БМН8-0 – БМН8-9 (рис. 3.71, *б*). В обозначениях типа бирок цифра, указанная через дефис, – цифра, изображенная на маркировочной бирке. Масса маркировочной бирки для труб 6 мм – 0,0019 кг, для труб 8 мм – 0,0028 кг.

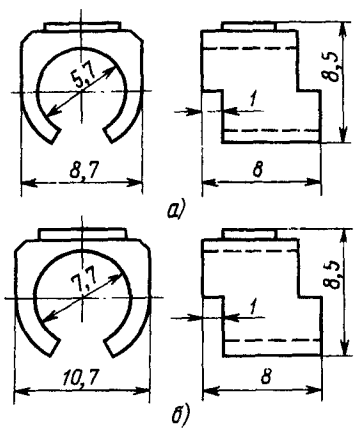


Рис. 3.71. Бирки маркировочные наборные

Сосуды влагоотделительные. Применяют для сбора конденсата (влаги) в нижних точках импульсных газовых трубных проводок на условное давление P_y до 0,6 МПа. Сосуды типа В-1 применяют для проводок из водогазопроводных Труб. $^1/_2$" (рис. 3.72),

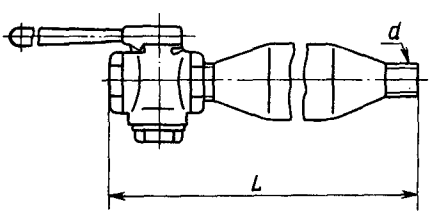


Рис. 3.72. Сосуд влагоотделительный

размер $L = 470$ мм, резьба d Труб. $^1/_2$", масса 2,3 кг. Сосуды типа В-2 применяют для проводок из водогазопроводных Труб. $^3/_4$", размер $L = 690$ мм, резьба d Труб. $^3/_4$", масса 4,4 кг.

Коробки соединительные для пневмокабелей. Применяют для соединения пневмокабелей и перехода с магистральных кабельных трубных проводок на индивидуальные проводки одиночными трубами. Коробки КС-7 имеют семь переборочных трубных соедини-

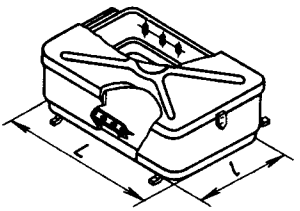


Рис. 3.73. Коробка соединительная для пневмокабелей

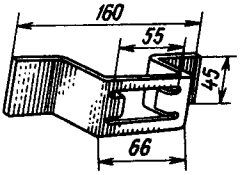


Рис. 3.75. Скоба К1157ЦУТ1,5

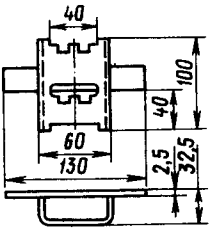


Рис. 3.76. Основание для установки одной полки

телей, размер $L = 260$ мм (рис. 3.73), $l = 160$ мм, масса 1,27 кг. Коробки КС-14 имеют 14 переборочных трубных соединителей, размер $L = 400$ мм, $l = 260$ мм, масса 2,7 кг.

ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОК

Изделия для электрических проводок предназначены для протяжки, соединения и маркировки электрических жил кабелей и проводов, подключения их к приборам и средствам автоматизации, а также для монтажа опорных и защитных устройств электрических проводок от механических повреждений.

Изделия для прокладки и крепления труб, проводов и кабелей. Для прокладки труб, проводов и кабелей применяют различного назначения металлические сборные опорные конструкции, перфорированные металлические изделия и короба (табл. 3.54). Для крепления используют специальные скобы, полоски с пряжками, ленты с кнопками и т. п.

Кабельные сборные конструкции применяют также для установки лотков и коробов. Конструкции состоят из кабельных стоек, полок, скоб и подвесок.

В комплекте с кабельными сборными конструкциями поставляют специальные ключи К1156У3 и К1156УТ1,5 для закрепления полок на кабельных стойках. Конструкция ключей и их применение для закрепления стоек показаны на рис. 3.74. Стойки к строительным конструкциям крепят сваркой или пристрелкой с применением скоб К1157У3 или К1157ЦУТ1,5 (рис. 3.75).

При установке одного ряда кабельных полок используют основания для установки одной полки, показанные на рис. 3.76.

Для прокладки по одному кабелю в ряду применяют закладные подвески К340У2, К341У2 и К343У2 (рис. 3.77, *а*), устанавливаемые на перфорированных стойках (швеллерах) К347У2 (рис. 3.77, *б*). Подвески имеют размеры К340У2: $D = 20$ мм, $B = 20$ мм, $b = 17$ мм; К341У2: $D = 36$ мм, $B = 30$ мм, $b = 20$ мм; К342У2: $D = 50$ мм, $B = 40$ мм, $b = 20$ мм. Масса подвески 0,06 кг. Масса стойки К347У2 1,66 кг.

Ленту перхлорвиниловую перфорированную К226УХЛ2 с кнопкой К227УХЛ2 применяют для бандажирования пучков проводов (кабелей), крепления одиночных проводов и кабелей или пучков проводов и кабелей к различным конструкциям, а также для маркировочных бирок к кабелю. Ленту (рис. 3.78, *а*) скрепляют пластмассовой кнопкой К227УХЛ2 (рис. 3.78, *б*). Длину ленты не нормируют. Лента поставляется в рулонах (рис. 3.78, *в*), изготовляется из пластмассы.

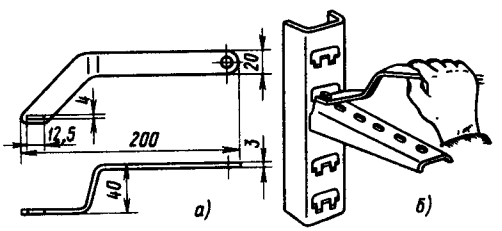


Рис. 3.74. Ключи К1156У3, К1156У2,5 (*а*) и их применение (*б*)

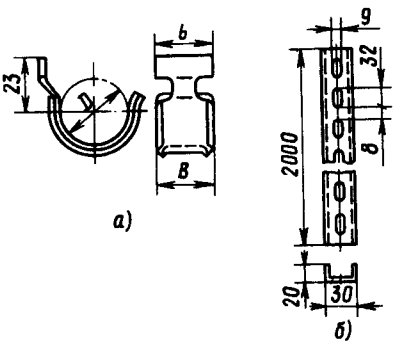


Рис. 3.77. Подвески закладные К340У2, К341У2, К342У2 (*а*) и стойки (швеллеры) К347У2 (*б*)

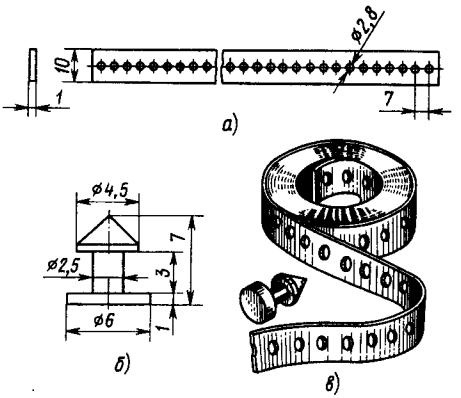


Рис. 3.78. Лента перхлорвиниловая перфорированная с кнопкой:
а – лента К226УХЛ2; *б* – кнопка К227УХЛ2; *в* – общий вид

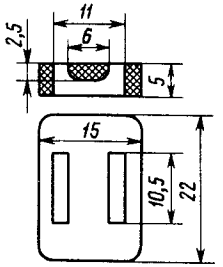


Рис. 3.79. Закладная пряжка Л165УХЛ2

Масса 1000 м ленты 12,5 кг, 1000 шт. кнопок 0,1 кг.

Полоски-пряжки (табл. 3.58) применяют для бандажирования пучков проводов и закрепления одиночных проводов, кабелей и пучков проводов к различным конструкциям; изготовляют из алюминия.

Закладную пряжку Л165УХЛ2 (рис. 3.79) применяют для скрепления лент К226УХЛ2 и полосок-пряжек К395УХЛ2 – К398УХЛ2 при закреплении ими кабелей и пучков проводов на монтажных перфорированных металлических изделиях; изготовляют из пластмассы. Масса 1000 шт. 1,1 кг.

Монтажные ленты ЛМ с кнопками. Применяют для бандажирования пучков проводов и кабелей и крепления пучков, одиночных проводов и кабелей к различным конструкциям. Поставляются ленты в виде комплекта (лента 1000 м и 1500 кнопок по ГОСТ 17563 – 80, рис. 3.80, табл. 3.59).

Лента выдерживает растягивающую силу 120 Н, направленную вдоль ее оси. Соединение ленты с кнопкой выдерживает растягивающую силу 100 Н, направленную перпендикулярно оси ленты, которая должна быть свернута в цилиндр диаметром не более 50 мм.

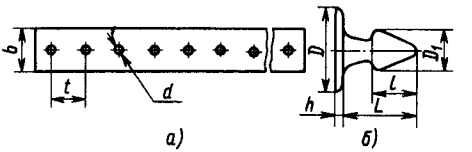


Рис. 3.80. Монтажная лента ЛМ (*а*) с кнопкой (*б*)

Изделия перфорированные. Предназначены для применения в качестве установочных конструкций при монтаже приборов измерения и средств автоматизации (табл. 3.60 и 3.61).

Лотки НЛ для открытой прокладки проводов и кабелей. В номенклатуру лотков входят готовые для сборки элементы, обеспечивающие создание трассы с необходимыми поворотами и разветвлениями в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Интенсивность распределения нагрузки при расстоянии между опорами 2000 мм и ширине лотка 50 мм – не менее 50 Н/м; при ширине лотка 100 мм – 100 Н/м; при ширине лотка 200 мм – 300 Н/м; при ширине лотка 400 мм – 600 Н/м. Лотки шириной 200 и 400 мм также выдерживают дополнительную сосредоточенную нагрузку 800 Н. Допускается снижение интенсивности распределенной нагрузки при увеличении расстояния между опорами. Номенклатура элементов лотков приведена в табл. 3.62. Соединяют элементы лотков болтами. При этом между ними обеспечивается непрерывная электрическая связь. Крепление лотков предусмотрено к кронштейнам, на подвесках и сборных кабельных конструкциях.

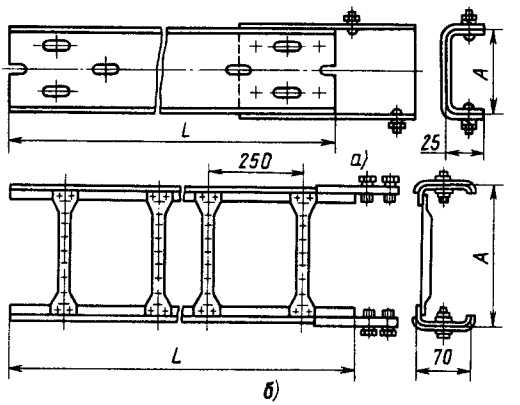


Рис. 3.81. Прямые лотки НЛ

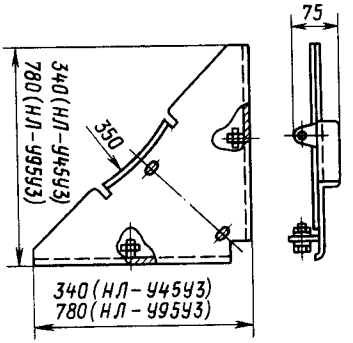


Рис. 3.82. Угловые лотки НЛ-У45У3 и НЛ-У95У3

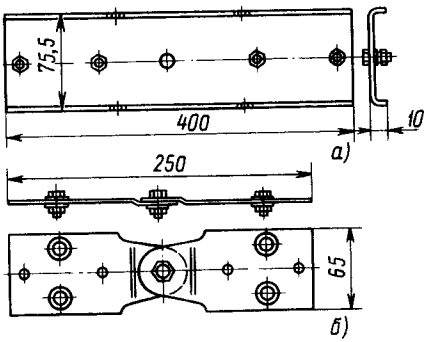


Рис. 3.83. Соединители к лоткам НЛ

Лотки сварные К420 и К422. Лотки представлены на рис. 3.84, *а*. Лотки имеют размеры К420: $B = 430$ мм, $b = 400$ мм, масса 7,8 кг; К422 – $B = 230$ мм, $b = 200$ мм, масса 6,6 кг.

Мосты шарнирные МШ490. Для удобства при транспортировке мосты (рис. 3.84, *б*) могут складываться. Масса моста 8,25 кг.

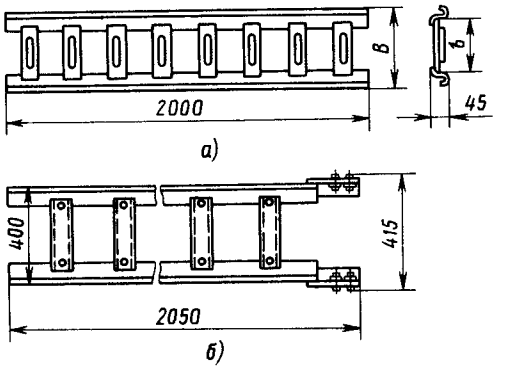


Рис. 3.84. Лотки сварные К420, К422 (*а*) и мосты шарнирные МШ400 (*б*)

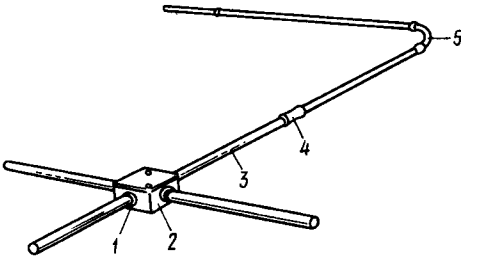


Рис. 3.85. Пример соединений защитных винипластовых труб

Изделия для электропроводок в винипластовых трубах. Предназначены для монтажа трубопроводов из винипластовых труб с наружными диаметрами 20, 25, 32, 40 и 50 мм и выполнения в них электропроводок.

Для соединения винипластовых труб (рис. 3.85) и затяжки в них электрических кабелей и проводов используют трубы с фаской *3* (табл. 3.64), соединительные муфты *4* (табл. 3.65), соединительные уголки *5* (табл. 3.66), уплотнительные втулки *1* (табл. 3.67) и протяжные коробки *2* (табл. 3.68). Трубы крепят к основанию с помощью трубных клиц (табл. 3.69).

Изделия и конструкции для установки приборов и средств автоматизации. Для установки первичных измерительных преобразователей на технологическом оборудовании, аппаратах и технологических трубопроводах применяют типовые конструкции из углеродистых сталей.

Кронштейны и подставки. Применяют для установки дифманометров и приборов Государственной системы приборов (ГСП). Кронштейны крепят к строительным основаниям болтами или пристрелкой. Подставки закрепляют на кронштейне или на полу болтами с гайкой. Приборы устанавливают на подставках или непосредственно на кронштейне (табл. 3.74).

Узлы обвязки для приборов давления и разрежения. Применяют для обвязки дифманометров и приборов давления (разрежения) системы ГСП (табл. 3.75).

ИЗДЕЛИЯ К ЩИТАМ И ПУЛЬТАМ

Изделия для коммутации приборов и средств автоматизации. Для соединения проводов и жил кабеля сечением до 4 мм^2 в электрических цепях с номинальным напряжением до 500 В при токе до 10 А применяют зажимы наборные типа ЗН-Н и ЗН-П (рис. 3.86, *а* и *б*). Зажим ЗН-П (с пере-

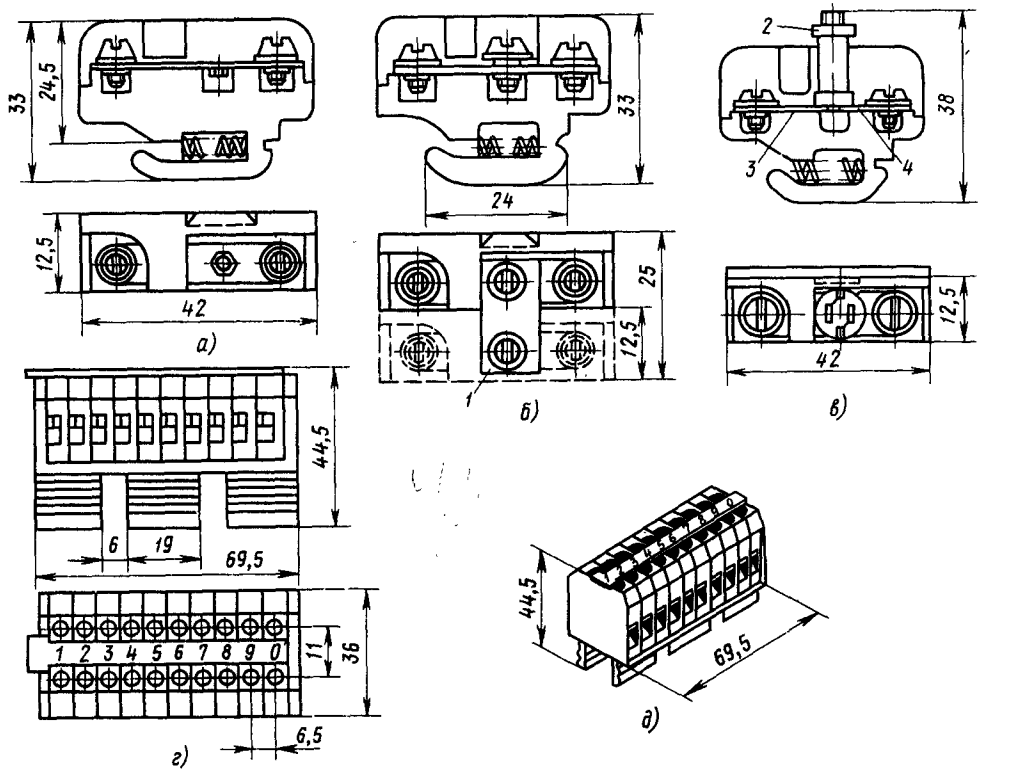


Рис. 3.86. Зажимы коммутационные:

а – нормальные типа ЗН-Н; *б* – с перемычкой типа ЗН-П; *в* – с подгоночными катушкамн типа ЗН; *г* – блок коммутационных зажимов типа БЗ-10; *д* – общий вид блока БЗ-10; *1* – перемычка; *2* – подгоночная катушка; *3* и *4* – выводные пластины подгоночной катушки

мычкой) в отличие от ЗН-Н (нормальный) используют при необходимости выполнения перемычки между двумя соседними зажимами. Зажимы наборные ЗН-2,5, ЗН-5, ЗП-7,5, ЗН-15 и ЗН-25 (рис. 3.86, *в*) с подгоночной катушкой предназначены для включения дополнительного сопротивления в электрическую цепь и подгонки сопротивления цепи до расчетного значения. Сопротивление выполняют из манганинового провода, намотанного на каркас в виде катушки. Каркас с намотанным манганиновым проводом называют *подгоночной катушкой*. Последняя имеет два ввода в виде пластин с резьбовыми отверстиями для ввертывания зажимных винтов. Цифры в обозначении типа зажима соответствуют номинальному значению сопротивления подгоночной катушки (например, зажим ЗН-5 имеет подгоночную катушку сопротивлением 5 Ом). Подгоняют сопротивление под расчетное значение путем отмотки манганинового провода (например, если для расчетного значения сопротивления цепи сопротивление подгоночной катушки должно быть 4,5 Ом, то следует установить в цепь зажим ЗН-5, отмотав от его подгоночной катушки часть манганинового провода сопротивлением 0,5 Ом).

Для соединения провода и жил кабелей сечением от 0,5 до 2,5 мм^2 медных и до 4 мм^2 алюминиевых в электрических цепях с номинальным напряжением переменного тока до 380 В и постоянного тока до 440 В при токе до 10 А применяют зажимы ЗКА-2,5. Цифра 2,5 обозначает максимальное сечение подсоединяемого медного провода в квадратных миллиметрах. Эти зажимы выпускают блоками БЗ-10 (рис. 3.86, *г*). Цифра в обозначении типа блока зажимов соответствует числу зажимов ЗКА-2,5 в блоке.

Зажимы наборные ЗН-Н, ЗН-П, ЗН и блоки БЗ-10 устанавливают на специальных рейках коммутационных зажимов (рис. 3.87, а) типов РЗ-3 (размер $L = 65$ мм), РЗ-6 ($L = 105$ мм), РЗ-8 ($L = 130$ мм), РЗ-12 ($L = 182$ мм), РЗ-16 ($L = 233$ мм), РЗ-20 ($L = 290$ мм) и Р-32 ($L = 433$ мм). Цифра в обозначении типа рейки зажимов соответ-

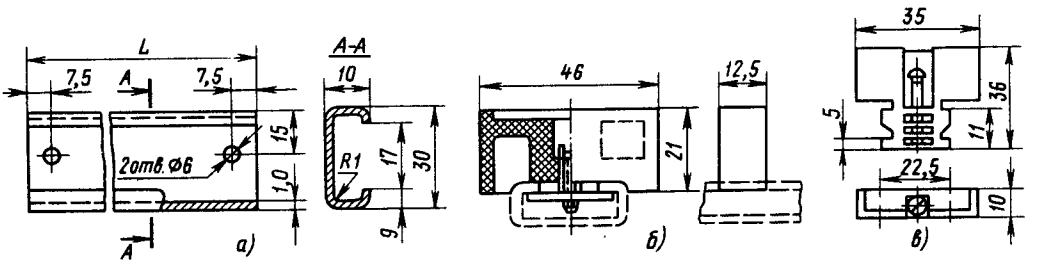


Рис. 3.87. Рейка коммутационных зажимов (*а*), колодка маркировочная КМ-4 (*б*) и упор к блоку зажимов (*в*)

ствует числу зажимов ЗН-Н, ЗН-П или ЗН, устанавливаемых на рейке. Для устранения перемещения зажимов по рейке на концах ряда устанавливают колодки маркировочные КМ-4 (рис. 3.87, *б*), а для фиксации блоков БЗ-10 применяют специальные упоры (рис. 3.87, *в*).

В случае необходимости на блоках БЗ-10 могут быть установлены специальные подгоночные катушки КП-1-2,5, КП1-5, КП-1-7,5, КП1-15 и КП1-25 (рис. 3.88, *а*), а также перемычки типа П (рис. 3.88, *б*).

Колодки маркировочные КМ-4 одновременно используют для нанесения маркировки ряда зажимов.

При необходимости подсоединения проводов с одной стороны под зажим, а с другой – под пайку применяют колодку восьмиклеммную (рис. 3.89), которую крепят к основанию с помощью двух винтов.

Для размещения надписей у приборов

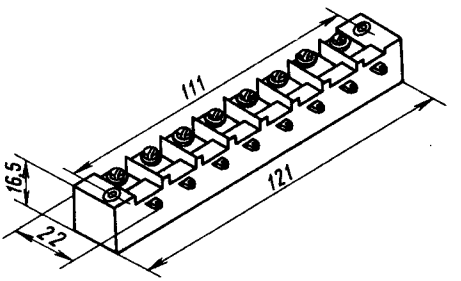


Рис. 3.89. Колодка восьмиклеммная

и аппаратуры применяют рамки для надписей (рис. 3.90) типов РПМ 30 × 15 (размер $L = 33$ мм, $B = 18$ мм и $L_1 = 16$ мм), РПМ 55 × 15 ($L = 58$ мм, $B = 18$ мм и $L_1 = 38$ мм) и РПМ 66 × 26 ($L = 70$ мм, $B = 29$ мм и $L_1 = 38$ мм).

Кольца фронтальные КФ-160 (рис. 3.91)

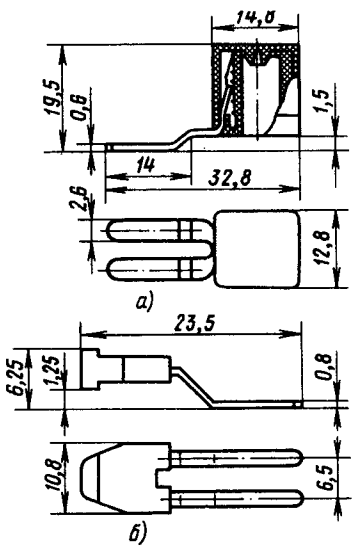


Рис. 3.88. Катушка подгоночная (*а*) и перемычка (*б*) к блоку зажимов БЗ-10

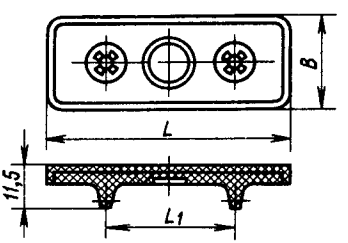


Рис. 3.90. Рамка для надписей

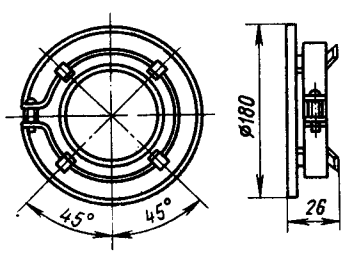


Рис. 3.91. Кольцо фронтальное КФ-160

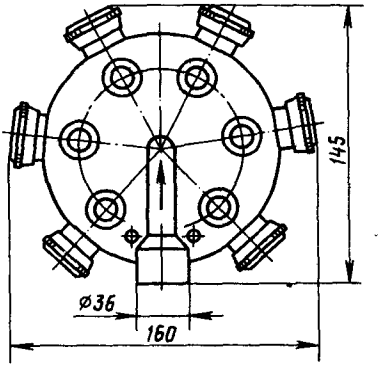


Рис. 3.92. Блок вентилей запорных диафрагмовых пластмассовых БВПД-6

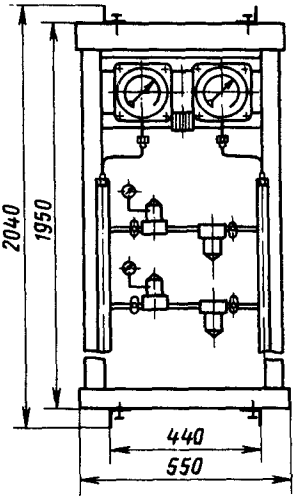


Рис. 3.93. Блок группового питания приборов сжатым воздухом БПВ-4

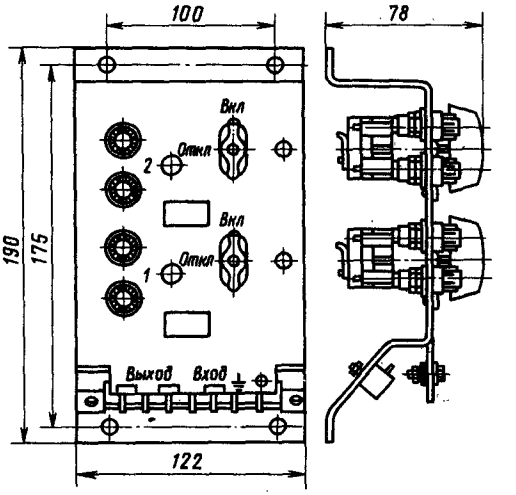


Рис. 3.94. Щиток электропитания ЭЩП-2М

применяют для крепления на панелях щитов приборов с диаметром корпуса 160 мм при их утопленном монтаже.

Блок вентилей БВПД-6 используют для подключения к источнику питания сжатым воздухом приборов пневмоавтоматики. Блок (рис. 3.92) имеет шесть запорных диафрагмовых пластмассовых вентилей и соответственно один общий вход и шесть выходов. Присоединительная резьба Труб. $^1/_2$", масса 0,3 кг.

Блок группового питания приборов сжатым воздухом БПВ-4 (рис. 3.93) применяют для питания приборов пневмоавтоматики сжатым воздухом, масса 32 кг.

Щиток электропитания ЭЩП-2М (рис. 3.94) предназначен для включения и отключения, а также защиты цепей питания напряжением до 250 В, током до 10 А.

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

МОНТАЖ ЩИТОВ, ПУЛЬТОВ И СТАТИВОВ

4.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ ЩИТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Особенности принятой системы автоматизации и ее иерархии, а также особенности автоматизируемого технологического процесса (установки), включая его топологию, условия окружающей среды, обусловливают оптимальные места размещения щитовых конструкций с приборами и средствами автоматизации. В результате щитовые конструкции устанавливают либо непосредственно в технологических помещениях — местные, агрегатные и частично блочные щиты, а также пульты, либо в специальных

помещениях – центральные, вспомогательные (аппаратиые), а также блочные щиты, пульты. Поскольку техиологическое оборудование размещают как на открытых площадках, так и внутри технологических помещений, климатические факторы окружающей среды, воздействующей иа щиты, бывают самыми различными, определяющими их конструктивные особенности, условия нормального функционирования установленных в них приборов и средств автоматизации. Специальные помещения в зависимости от их функциональиого назначения (аппаратные, для датчиков, операторские, диспетчерские и т. п.) характеризуются разными габаритиыми размерами, местом расположения, микроклиматом.

В операторских (диспетчерских) помещениях, как правило, сосредоточены вся аппаратура, необходимая для оперативного контроля и управлеиия, миемосхема техиологического процесса. В соответствии с принятой структурой управления на крупных объектах предусматриваются центральные пункты управлеиия (ЦПУ) предприятия (производства) и пункты контроля и управления отдельных производств (установок, линий). Каждый пункт обслуживается одним или несколькими операторами.

Аппаратиые служат для размещеиия неоперативных техиических средств автоматизации, таких как регуляторы неприборного исполнения, функциональные блоки, релейные и другие вспомогательные электро- и пневмоаппараты, устанавливаемые на объемных и плоских стативах, релейных щитах и щитах со сборками контактиых зажимов. Аппаратные не имеют постоянного обслуживающего персонала.

Места установки щитовых конструкций как в технологических, так и в специальиых помещеииях должны отвечать требованиям, обусловливающим нормальные условия монтажа и эксплуатации приборов и средств автоматизации. В соответствии с требованиями СНиП 3.05.07–85 до иачала монтажа щитовых коиструкций в указанных помещениях строительно-монтажные работы по установке технологического оборудования и трубопроводов должны быть доведены до состояния, обеспечивающего безопасное ведение монтажных работ в условиях, соответствующих действующим санитариым нормам. В специальных помещеииях должны быть выполнены все строительные и отделочные работы, в том числе сооружены постоянные сети, подводящие к месту монтажа электроэнергию, сжатый воздух и воду; каиалы и перекрытия; борозды и ниши для электрических и трубных проводок, подходящих к щитам, пультам и стативам; закладные части для установки и закрепления щитовых конструкций; леса и подмости, а также выполнеиы проемы в стенах для проходов трубиых и электрических проводок в помещение и монтажные проемы для транспортирования щитовых конструкций в помещеиие, причем их габаритные размеры и расположение должны обеспечивать возможность подачи в помещение укрупнеииых щитовых конструкций – секций, блоков, включая и объемные.

При монтаже щитов и пультов в технологических помещениях в последних должна поддерживаться температура окружающего воздуха ие ниже +5 °С, если моитажно-эксплуатационными инструкциями на приборы и аппараты, установленные в щитах и пультах, не оговорено другое значение нижнего предела температуры. Места установки щитовых коиструкций должны удовлетворять требованиям эксплуатации монтируемых на щитах приборов (стойкость к вибрации, влияиие окружающей среды и т. д.).

Монтаж щитов и пультов в технологических помещениях может быть начат только после письменного разрешения заказчика (генподрядчика), гарантирующего сохранность смонтированных на щитах и пультах приборов, аппаратов и коммутации.

ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ

Размещение, размеры, эксплуатационные условия специальных помещений, рассчитанных на установку в иих щитов, пультов и стативов с приборами и средствами автоматизации, выполняют в соответствии с требованиями РТМ 25 298-83, ч. 3 Минприбора СССР, а также ВСН 205-84 Миимонтажспецстроя СССР. Выбор места размещения щитовых помещений – операторных, диспетчерских, аппаратных и др., встроенных в технологические помещеиия или выносных (в отдельно стоящих зданиях, пристройках и т. д.), – должен в каждом конкретном случае осуществляться с учетом особенностей технологического процесса, норм и противопожарных требований строительного проектирования, компоновочных и строительных решеннй, принятых в различных отраслях промышленности, удобства управления автоматизируемым объектом, простоты обслуживания систем автоматизации и экономических факторов. В техиологических здаииях специальиые помещеиия целесообразио размещать над аппаратиыми залами. Для про-

изводства с расположением технологического оборудования на открытых площадках, где для щитовых помещений предусматривают отдельно стоящие здания, аппаратный зал размещают над пунктом управления. Между этими помещениями располагают кабельный полуэтаж, через который осуществляют ввод внешних электрических и трубных проводок. При небольших количествах неоперативных технических средств автоматизации щитовые конструкции для их установки размещают в пространстве за центральным щитом. Начавшееся в настоящее время внедрение в практику проектирования систем автоматизации технологических процессов микропроцессорной техники и волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) обусловит ликвидацию вспомогательных аппаратных помещений, кардинальное сокращение объема кабельных линий связи, уменьшенне числа щитовых конструкций с нескольких десятков (для крупных производств и предприятий) до нескольких единиц. Соответственно сократятся размеры специальных помещений (операторских, диспетчерских), что сократит объемы монтажных работ на объекте при монтаже специальных помещений. Однако при любых размерах помещений и типах приборов и аппаратов, примененных в данной системе автоматизации, эти помещения не разрешается размещать в подвальных и цокольных этажах, над помещеннями с производством, сопровождающимся выделением избытков тепла (более 80 кДж/м^3·ч) или вредных газов, паров, пыли, а также под помещениями с мокрым технологическим процессом.

На помещения операторских и диспетчерских пунктов не должна распространяться вибрация от технологического оборудования и сооружений свыше установленных пределов.

Специальные помещения не следует располагать над или под вентиляционными устаиовками, а также рядом с этими устройствами, кондиционерами, насосными, компрессорными, машинами ударного действия и другими источниками вибрации и шума; в необходимых случаях принимают технические меры для снижения вибрации и шума до допустимых значений (специальные фундаменты, амортизаторы и т. п.). Нельзя допускать возникновения шумов внутри помещения (дребезжание предметов, вибрация стен, стекол и т. п.). Наиболее раздражающими являются звуки с частотой 4000 Гц и выше. Звуки низкой частоты (ниже 30 Гц) менее вредны.

В помещениях, в которых устанавливают громкоговорители, уровень шума не должен быть выше 70 дБ.

Помещения не располагают в местах, на которые распространяется действие сильных магнитных полей от промышленного электрооборудования и электроустаиовок, например над или под распределительными устройствами, рядом с ними, а также с подстанциями, электрическими печами и т. п. Допустимая напряженность внешнего магнитного поля в местах расположения специальных щитовых помещений — не более 400 А/м.

Площадь щитового помещения определяется с учетом площади рабочей зоны, заключенной между щитами, пультами, стативами, экранами промышленного телевидения, дисплеями (или другими устройствами информации) и рабочим столом, зоны отдыха, расположенной рядом с рабочей зоной со стороны фронта щитов или пультов, а также проходов для обслуживания монтажной стороны щитов (пультов). Рекомендуемая ширина щитового помещения (6, 9 или 12 м) должна соответствовать размерам стандартных строительных конструкций. В отдельных случаях, например при установке в щитовом помещении открытых щитов, ширина помещения может быть уменьшена.

Площадь помещения предусматривается с учетом возможного последующего расширения. Высота помещения определяется высотой щитов, но не должна быть менее 3 м. При использовании индустриальных помещений допускается высота 2,7 м.

Проходы для обслуживания монтажной стороны щитов в ряде случаев являются эвакуационными. При отсутствии с обеих сторон прохода открытых токопроводящих частей на высоте до 2,2 м от пола ширина прохода должна быть не менее 0,8 м. В отдельных местах проходы могут быть стеснены (до 0,6 м) выступающими строительными конструкциями. При наличии токоведущих частей с одной стороны прохода ширина прохода от наиболее выступающих открытых токоведущих частей до противоположной стены (или оборудования, не имеющего открытых токоведущих частей) должна быть не менее: 1 м при напряжении до 600 В и длине щита до 7 м; 1,2 м при напряжении до 600 В и длине щита более 7 м; 1,5 м при напряжении выше 600 В.

Расстояние между наиболее выступающими открытыми токоведущими частями, расположенными по обе стороны прохода, должно быть не менее 1,5 м при напряжении

ниже 600 В, 2 м при напряжении выше 600 В.

Голые токоведущие части, находящиеся на расстояниях менее указанных ниже, должны быть ограждеиы.

Щитовые помещения оборудуются установками отопления и вентиляции. Содержание пыли в воздухе помещений не должно превышать 2 мг на 1 $м^3$. Предельное содержание вредных аэрозолей не должно превышать значений, указанных в приложении 2 «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий» СН 245–72 и инструкции СН 512-86.

Для помещений без окон предусматривается автоматическое включение резервного устройства приточно-вытяжной вентиляции в случае аварийного отключения основного устройства вентиляции. Если вентиляция не может обеспечить требуемых параметров воздушной среды, необходимо предусматривать кондиционирование воздуха.

Освещение специальных помещений должно обеспечить: а) равномерное освещение поверхностей щитов и пультов, а также рабочего стола (или пульта) оператора (диспетчера); б) устранение прямой и обратной блесткости; в) отсутствие теней; г) отсутствие пульсаций светового потока; д) постоянство освещенности во времеии; е) спектральные характеристики источников света, близкие к спектру дневного света; ж) минимальные контрасты в помещении.

При выборе источников искусственного освещения предпочтение отдают люминесцентным светильникам. Аварийное освещение для продолжения работы предусматривают в помещениях в случаях, когда нарушение нормальной работы и обслуживания щитов, пультов и стативов при погасании основного рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар, отравление или другую опасность для здоровья и жизни людей, длительное расстройство технологического процесса, массовый брак или порчу оборудования в производственных помещениях. Светильники аварийного освещения для продолжения работы должны быть подключены к независимому источнику питания.

Цветовое окружение оператора должно быть организовано так, чтобы оно способствовало снижению утомления и сохранению определенного уровня работоспособности в течение наиболее длительиого времени, созданию наилучших условий различения показаний приборов, дисплеев, улучшению ориентировки и увеличению скорости и точности реакции в условиях дефицита времени.

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА СПЕЦИАЛЬНОЕ ПОМЕЩЕНИЕ

Строительиой частью рабочей документации по заданию организации (автора документации части автоматизации) должны предусматриваться закладные конструкции в строительных основаниях (полу, стенах, перекрытиях) для установки и закрепления щитовых конструкций, а также двойные полы, каналы, приямки, проходы и т. п. Двойные полы, каналы, приямки н подобные устройства для монтажа щитовых конструкций и проводок к ним, сооружаемые в специальном помещении, должны быть перекрыты защитными плитами с нетокопроводящим покрытием. Двойные съемные полы предусматривают при необходимости прокладки под щитами значительного числа кабелей (проводов). Для этой же цели сооружают кабельные полуэтажи. В последних устанавливают стеллажи для укладки проводок с такнм расчетом, чтобы можно было легко производить осмотр, а при необходимости н нх перекладку. Полуэтаж должен иметь звукоизоляцию и вентиляцию. Специальные помещения должны сообщаться с помещением кабельного полуэтажа лестницей. При наличии кабельного полуэтажа в междуэтажном перекрытии предусматривают проемы под каждым щитом или пультом, обеспечивающие удобство обслуживания аппаратов, приборов и проводок внутри щитовых конструкций.

Для установки местных и агрегатных щитов в строительном задании предусматривается установка в строительных основаниях закладных элементов (деталей). Непараллельность рабочих плоскостей последних относительно плоскости чистого пола не должна превышать значений, обусловливающих отклонение вертикальных линий щитов более чем на 1°. Это условие обеспечивается в том случае, когда перепады высот сторон закладного элемента будут не более 15 мм на 1 м фронта установки. Допустимо небольшое искривление линии протяженного закладного элемента (швеллера, угольника), если его прогиб не превышает допуска на установочные размеры, указанные в установочном чертеже.

Подвод электрических и трубных проводок, расположенных сверху щитов, производят по конструкциям, закрепленным на стенах или непосредственно на щитах. Проводки под щитами прокладывают в каналах, трубах, а также по лотковым или сборным кабельным конструкциям в двойном полу.

Распространены два варианта установки

щитов на двойном полу: ниже отметки двойного пола (рис. 4.1) и на отметке двойного пола (рис. 4.2). При установке щита ниже отметки двойного пола задняя обслуживаемая часть щита оказывается утопленной на глубину 250—300 мм. Однако это не вызывает

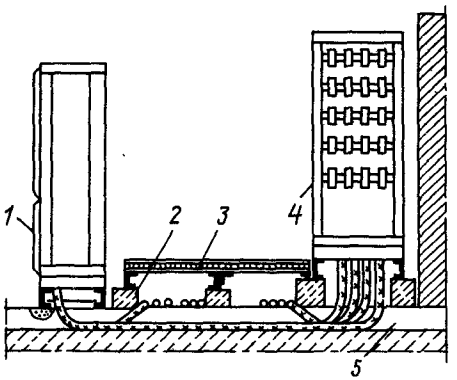


Рис. 4.1. Установка щита управления ниже отметки двойного пола:

1 — щит панельный с каркасом; *2* — бетонная опора; *3* — настил двойного пола; *4* — статив с аппаратами; *5* — отметка черного пола

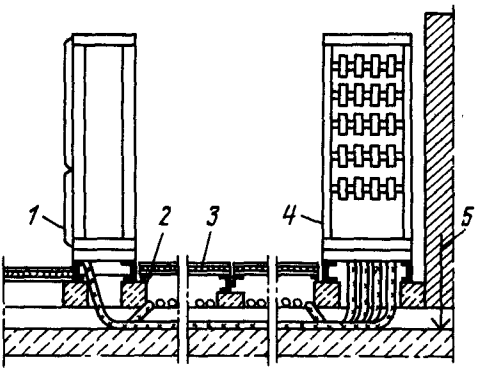


Рис. 4.2. Установка щита управления на отметке двойного пола:

1 — щит панельный с каркасом; *2* — бетонная опора; *3* — настил двойного пола; *4* — статив с аппаратами; *5* — отметка черного пола

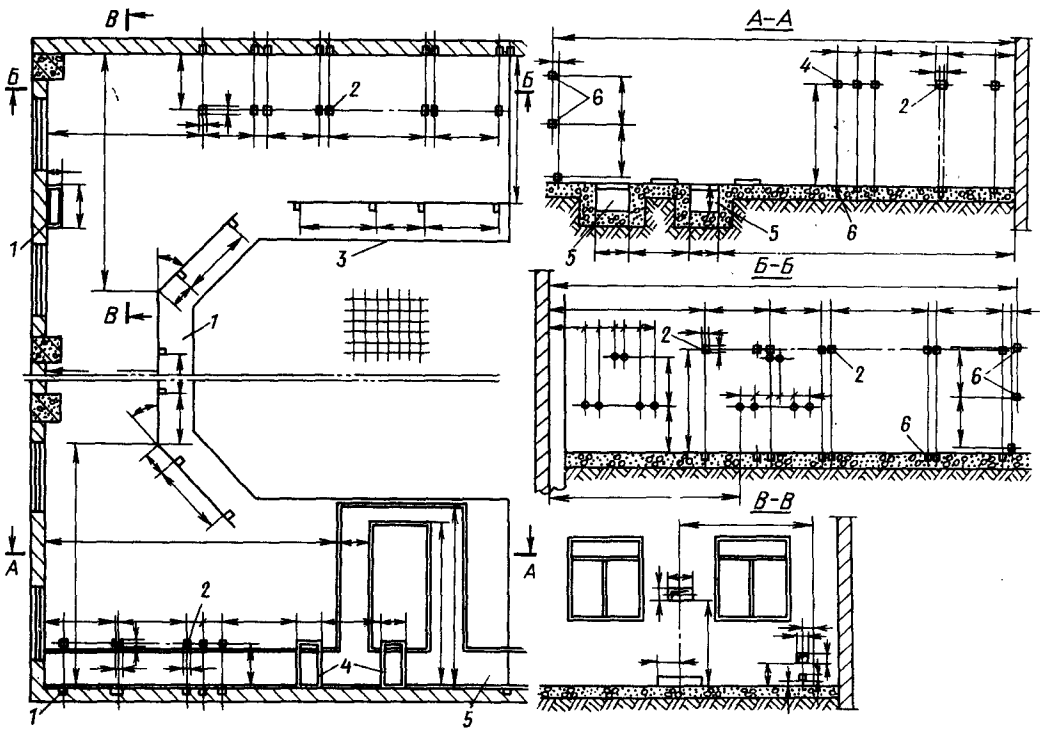


Рис. 4.3. Пример строительного задания щитового помещения, расположенного на нулевой отметке:

1 — рама под шкаф переборочных соединителей; *2* — закладная деталь; *3* — фасад щита; *4* — рамы под стативы с аппаратами; *5* — кабельный канал; *6* — анкерные болты

эксплуатационных неудобств, так как доступ к контактным зажимам в местах крепления кабелей и труб к другим устройствам, расположенным в нижней части щита, не затруднен.

Дополнительный подъем пола перед фасадом щита при данном варианте установки не требуется. При устаиовке щита ниже отметки двойного пола на черном полу защитового пространства целесообразно устраивать каналы глубиной 50 – 70 мм, шириной 300 – 500 мм, расположенные перпендикулярно оси щита управления. Наличие таких каналов дает возможиость осуществить проход кабелей под раму щита, а также прокладку взаимно пересекающихся кабелей в разных плоскостях. Каналы выполняют в слое бетона, укладываемого на черный пол по всей площади защитового пространства, и их устройство совмещают с установкой в слое бетона закладных элементов для крепления поддерживающих конструкций (рам, направляющих) в случае их применения. При установке щитов на отметке двойного пола они оказываются приподнятыми над отметкой черного пола, что вызывает необходимость либо подъема пола по всей площади помещения, либо устройства ступенчатой возвышенности перед фасадом щита шириной 2 – 2,5 м. К недостаткам установки щитов по данному варианту следует отнести устройство ступенчатой возвышенности, снижающей удобство обслуживания щитов; поднятие пола по всей площади помещения ведет к удорожанию строительства из-за сложной конструкции пола.

При расположении щитового помещения на первом этаже здания для прокладки кабелей предусматривают кабельные каналы в защитовом пространстве и под щитом управления. Площадь сечения каналов выбирают в зависимости от числа прокладываемых кабелей. Глубина каналов должна быть не более 500 мм. Наряду с устройством каналов необходимо предусматривать установку опорных конструкций и закладных элементов для монтажа щитовых конструкций.

В строительном задании должны быть также предусмотрены проемы для ввода электрических и трубных проводок в помещение и монтажные проемы для подачи щитовых конструкций, включая укрупненные секции последних, укомплектованные приборами, аппаратами и проводками.

В качестве примера на рис. 4.3 показаны фрагменты строительного задания на щитовое помещение, расположенное на нулевой отметке.

4.2. МОНТАЖ ЩИТОВ, ПУЛЬТОВ И СТАТИВОВ

До начала работ по монтажу щитов, пультов и стативов необходимо проверить строительную и технологическую готовность проектной отметки, к этому времени должны быть выполиены подготовительные работы, смонтированы металлоконструкции для установки малогабаритных щитов и плоских стативов. К таким металлоконструкциям отиосятся перфорированные, например Z-образные, профили для установки иа стеие; хомуты для обвязки колонн; подставки для установки на полу. Целесообразность установки подставок до закрепления на них малогабаритиых щитов определяется условиями монтажа, сложившимися на конкретном объекте. Указанные установочные металлоконструкции закрепляют либо на предварительно установленных закладных элементах, либо с помощью СМП, пластмассовых дюбелей или сваркой. Электрические и трубные проводки должны быть проложены и подведены к местам установки щитовых конструкций. Концы электрических и пневматических кабелей укладывают так, чтобы, во-первых, они не мешали установке и закреплению щитов, во-вторых, была исключена возможность их механического повреждения при такелаже щитов, пультов и стативов, а также при их фиксации электросваркой к закладным элементам. Не должны создавать помех монтажу щитовых конструкций концы металлических труб, проложенных к месту установки щитов, пультов и стативов. Щиты должны быть размещены на площади установки так, чтобы исключалась необходимость дополнительных такелажных работ при их монтаже.

Конкретные места размещения щитовых конструкций обусловливают их установку на различных строительных осиованиях (рис. 4.4). Особенности последних, а также конструкция опорных частей щитов, пультов и стативов определяют метод их закрепления (рис. 4.5). Существуют два основных метода закрепления: разборный и неразборный, характерные для большинства видов щитовых конструкций. Для плоских стативов и вспомогательных панелей применяют комбинированный метод, при котором опорная рама изделия приваривается к закладным элементам, а корпус изделия фиксируется резьбовыми соединениями.

Щитовые конструкции должны поставляться на объект в законченном для монтажа виде, а именно: с аппаратами и установочными изделиями; с внутренней электриче-

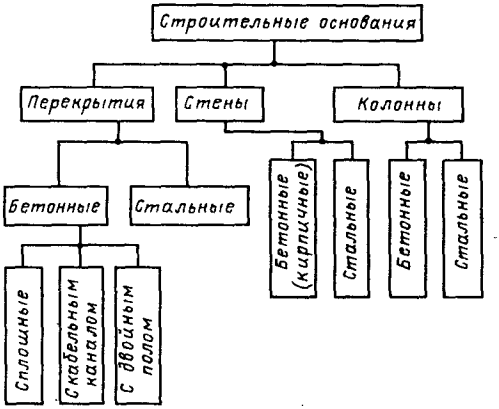
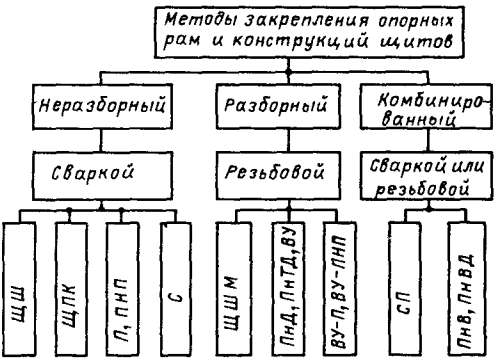


Рис. 4.4. Классификация строительных оснований, на которых монтируют щиты, пульты и стативы



Рнс. 4.5. Методы закрепления щитов, пультов и стативов к строительным основаниям

ской и трубной проводками, подготовленными к подключению внешних цепей, а также приборов, устанавливаемых на объекте; с конструкциями для установки и крепления приборов, аппаратов и подводимых электрических и трубных проводок; с крепежными изделиями для сборки и установки щитовых конструкций на объекте. В комплект поставки щитовой конструкции должны входить паспорт, чертеж общего вида с таблицами соединений и подключений, ключ от замка двери.

При приемке щитов, пультов и стативов необходимо обратить внимание на видимые дефекты, возникающие в процессе транспортирования и хранения: нарушение защитных покрытий и наличие коррозии на элементах конструкции щита, резьбовых соединениях, а также на деталях для установки приборов и аппаратов и на контактных поверхностях приборов, аппаратов и установочных изделий; ослабление резьбовых соединений (контактных, крепежных, включая трубные соединители, и т. п.). Ослабление или самоотвинчивание крепежных соединений может привести к падению приборов, аппаратов и конструкций, сопровождающемуся повреждением даиных и других приборов и аппаратов; вмятинам, трещинам надрывам и другим остаточным деформациям элементов щита, приборов и аппаратов; изломам и трещинам паяных соединений; повреждениям электрических и трубных проводок, заеданию подвижных частей сборочных единиц (дверей, рам и т. д.). Обнаруженные дефекты должны быть устранены до начала монтажа щитовой конструкции на объекте.

При монтаже щиты, пульты и стативы должны быть установлены в вертикальное положение, перед закреплением их необходимо выверить по уровню и отвесу. Допустимое отклонение при этом не должно быть более 1° в любую сторону. Каркасы и вспомогательные элементы составных щитов должны быть скреплены между собой разъемными соединениями. Зазоры между соединяемыми поверхностями не должны превышать 2 мм на 1 м длины. Крепление каркасов и вспомогательных элементов смежных щитов, пультов, стативов между собой выполняют в два этапа после выверки по уровню и отвесу. На первом этапе выполняют предварительное совмещение (с помощью бородка) отверстий в стойках каркаса смежных щитов, стативов. Овальность отверстий позволяет, не вынимая бородка, вставить в это же отверстие винт, после чего наживить гайку для щитов ЩПК, ЩШ и стативов С; эту работу рекомендуется начинать с отверстий на задних стойках и верхней раме каркаса как наиболее доступных. На втором этапе после установки всех винтов последние равномерно затягивают. Установку декоративных панелей ПнД-ЩПК и ПнТД-ЩПК следует выполнять после крепления щитов между собой и окончательного крепления их к закладным элементам. Работу рекомендуется выполнять, используя монтажные площадки ПМ-800 или стремянки. При необходимости установки приборов на объекте эту работу выполняют после крепления щитовых конструкций к закладным элементам. Сварные швы в местах крепления должны быть зачищены. На места сварки должны быть нанесены лакокрасочные покрытия. Дефекты, образовавшиеся в процессе монтажа щитовых конструкций, должны быть устранены. Ослабленные резьбовые соединения должны быть затянуты до упора.

Затяжку резьбовых соединений выполняют с помощью гаечных ключей и отверток. Применение для этих целей универсальных инструментов (пассатижей, плоскогубцев и т. п.) не допускается. Нарушенные контактные соединения должны быть восстановлены так, чтобы качество восстановленного соединения было идентично ненарушенному соединению. Следует также восстановить лакокрасочные покрытия в случае их повреждения при монтаже щитовой конструкции.

По окончании монтажных работ каждый щит, пульт или статив должен быть подвергнут тщательной приемке. В процессе последней необходимо проверить: комплектность щитовой конструкции; правильность ее размещения, крепления составных частей между собой и к закладным элементам; качество установки и крепления приборов, введенных кабелей и труб. Щитовые конструкции считают подготовленными к сдаче в эксплуатацию, если проведенные в полном объеме проверки дали положительный результат.

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЩИТОВ, ПУЛЬТОВ И СТАТИВОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Местные и агрегатные щиты в соответствии с требованиями СНиП 3.05.07–85 располагают в чистых и сухих помещениях, не подверженных воздействию агрессивных сред, в местах, удобных для наблюдения за управляемым технологическим оборудованием. Проходы между обслуживаемыми сторонами щитов, пультов и стативов и оборудованием или стенами, а также между ними и дверьми щитовых конструкций должны быть не менее 0,8 м (в отдельных местах допускается уменьшение ширины проходов до 0,6 м); высота прохода в свету – не менее 1,9 м; расстояние между стенами и необслуживаемыми щитами шкафного типа не регламентируется. Расстояние между малогабаритными щитами, устанавливаемыми на одной стене или конструкции, не регламентируется. При установке малогабаритных шкафных щитов на стене расстояние между щитом и стеной должно быть минимальным, но не менее 100 мм.

Примыкающие к стене щиты, состоящие из щитов, открытых с двух сторон, и имеющие дверь секционные щиты длиной по фронту более 7 м должны иметь два выхода. При длине более 60 м нужны дополнительные выходы, чтобы расстояние (по длине) между выходами не превышало 30 м. Ширина дверей должна быть не менее 0,75 м, высота – не менее 1,9 м.

Малогабаритные щиты размещают на такой высоте, чтобы горизонтальные оси приборов, установленных на щитах, находились в пределах следующих расстояний от пола: показывающие приборы и сигнальная арматура – 800–2100 мм, самопишущие приборы – 1000–1600 мм, органы управления – 700–1600 мм. При этом обеспечиваются необходимые удобства монтажа и эксплуатации щитов, а также приборов и аппаратов, установленных на них (рис. 4.6).

Установка щитовых конструкций на различных строительных основаниях показана на рис. 4.6 и 4.7, иллюстрирующих наиболее прогрессивный и производительный способ закрепления – приваркой к простым закладным элементам, устанавливаемым заподлицо с уровнем чистого пола. Массовое применение сварки стало возможным благодаря высокой заводской готовности щитов и стативов по ОСТ 36.13–76, поставляемых заводами-изготовителями вместе с опорными рамами. Опорные рамы для пультов (в силу их конструктивных особенностей) изготавливают в процессе подготовки строительства. Закладные элементы на сплошных бетонных основаниях, на которых наиболее часто крепят щитовые конструкции, представляют собой стальную пластину с приваренными к ней «усами» для замоноличивания. Такая конструкция не требует высокой точности установки как самого элемента, так

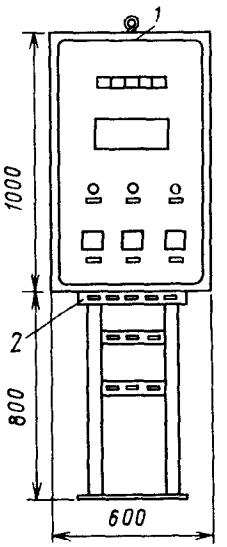


Рис. 4.6. Пример установки малогабаритного щита:
1 – щит; *2* – стойка

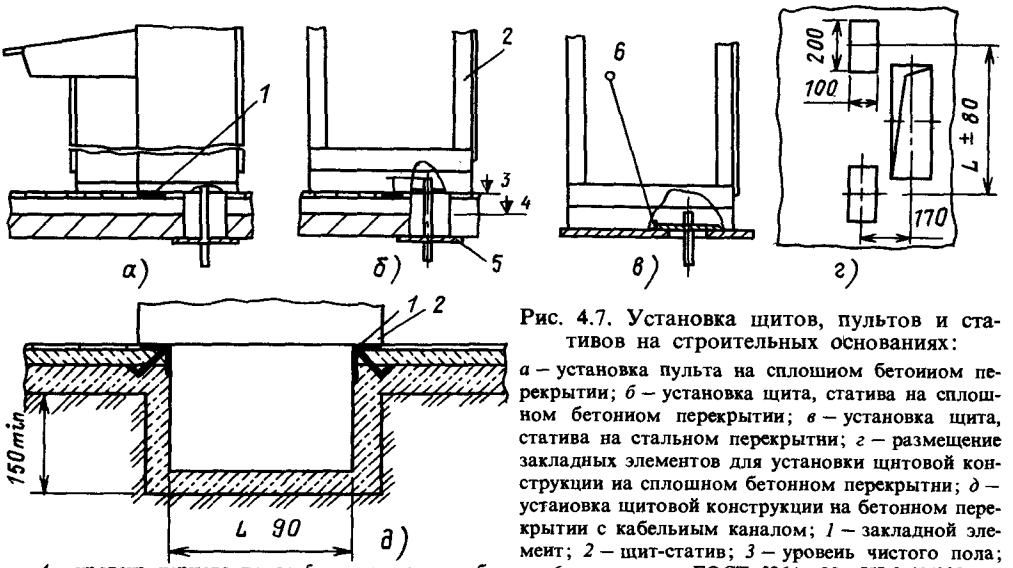


Рис. 4.7. Установка щитов, пультов и стативов на строительных основаниях:

а – установка пульта на сплошном бетонном перекрытии; *б* – установка щита, статива на сплошном бетонном перекрытии; *в* – установка щита, статива на стальном перекрытии; *г* – размещение закладных элементов для установки щитовой конструкции на сплошном бетонном перекрытии; *д* – установка щитовой конструкции на бетонном перекрытии с кабельным каналом; *1* – закладной элемент; *2* – щит-статив; *3* – уровень чистого пола; *4* – уровень чернового пола; *5* – плита с патрубками; *6* – сварка по ГОСТ 5264–80–НІ-3-40/200

и щитовой конструкции, что очень важно, если учесть возможности общестроительных организаций, работающих с точностью, измеряемой сантиметрами, тогда как при болтовом закреплении щитов требовалась точность в миллиметрах и даже их долях (рис. 4.7, 4.8). Величиной *L* на рис. 4.7 обозначена ширина или глубина щитовой конструкции. Допуски на рис. 4.7 показаны в миллиметрах. Малогабаритные щиты в зависимости от расположения могут быть установлены также на кирпичной, железобетонной стенах или на колонне с креплением дюбелями или шпильками.

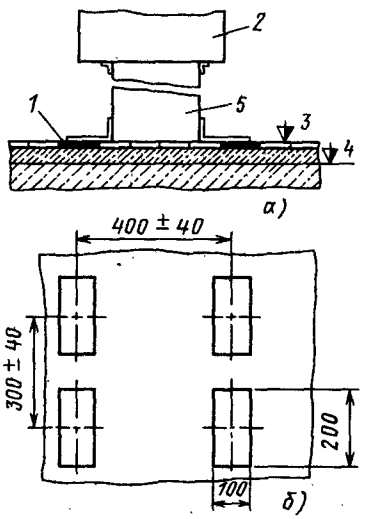


Рис. 4.8. Установка малогабаритного щита на сплошном бетонном перекрытии:

1 – закладной элемент; *2* – щит; *3* – уровень чистого пола; *4* – уровень чернового пола; *5* – подставка

При наличии вибрации, которая может нарушить нормальную работу приборов или аппаратов, щиты оборудуют амортизаторами или устанавливают на отдельных основаниях.

Местные агрегатные щиты нормального исполнения, устанавливаемые во взрывоопасных или пожароопасных зонах, необходимо продувать воздухом, избыточное давление которого внутри продуваемого щита должно составлять не менее 250 Па. Щиты, находящиеся под избыточным давлением, должны иметь блокировку, отключающую щит или подающую сигнал в случае уменьшения избыточного давления.

Для контроля и управления агрегатами, расположенными в технологических помещениях с агрессивной средой и сильно запыленной или влажной атмосферой, щиты и пульты устанавливают в отдельных помещениях или кабинах, изолированных от атмосферы цеха; во избежание проникания пыли там поддерживается избыточное давление.

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЩИТОВ, ПУЛЬТОВ И СТАТИВОВ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Компоновка центральных щитов и пультов зависит от их общей длины по фронту,

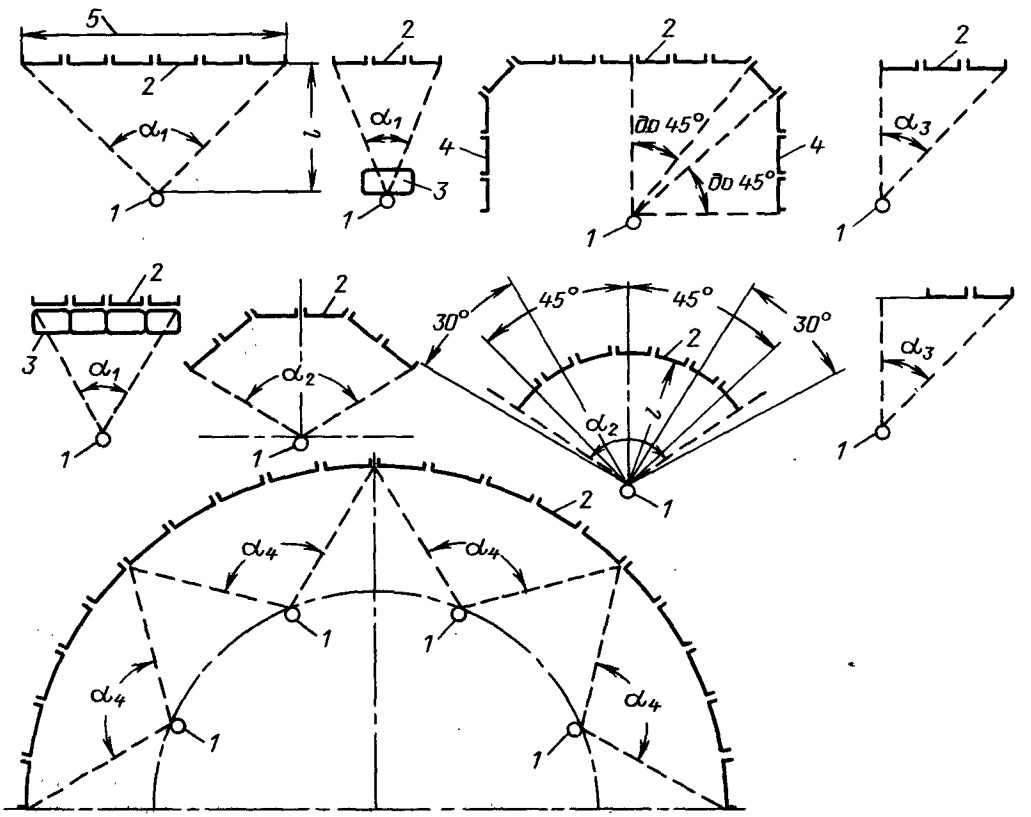


Рис. 4.9. Примеры расположения щитов и пультов относительно рабочего места диспетчера (оператора):

1 — рабочее место оператора; *2* — щит; 3 — пульт; *4* — панели щита для установки приборов редкого использования; *5* — размер фронта панелей; *l* — дистанция наблюдения; α_1 — угол обзора оптимальный 30°, допустимый 90°; α_2 — угол обзора допустимый до 120°; α_3 — угол обзора допустимый до 45°; α_4 — рекомендуемый угол обзора 90°

характера и частоты использования средств информации и органов управления, установленных на них. Исходя из изложенных условий применяют следующие варианты компоновки щитов. Щиты прямоугольной формы применяют, когда они обозреваются с рабочего места оператора под допустимыми углами обзора. Оптимальный угол обзора в горизонтальной плоскости 30° (зона эффективной видимости); допустимый угол обзора в горизонтальной плоскости 90° при расположении рабочего стола или постоянно обслуживаемого пульта оператора (диспетчера) против середины фронта щита (рис. 4.9).

Рекомендуемая дистанция обзора и считывания показаний приборов с мелкой шкалой и ножевидной стрелкой 1—2 м, приборов с хорошо видимыми шкалами и указателем 2—4 м, для мнемонических схем 4—5 м. В каждом конкретном случае дистанция обслуживания рассчитывается по наиболее важным приборам, информация с которых часто считывается.

При выполнении расчета дистанции обслуживания угловой размер считываемых цифровых знаков шкалы следует принимать равным 20—40′; угловой размер деления шкалы равен 8—9′. Угловой размер основных символов мнемосхемы должен быть не менее 20′. При угле обзора прямолинейного щита, превышающем 90°, боковые панели разворачивают по отношению к оператору. При компоновке щитов следует стремиться к тому, чтобы каждая панель щита была перпендикулярна линии глаз оператора. Оптимальной является многогранная форма щита, вписывающегося в часть дуги окружности (рис. 4.9).

При обслуживании щита с приборами, информация с которых часто считывается

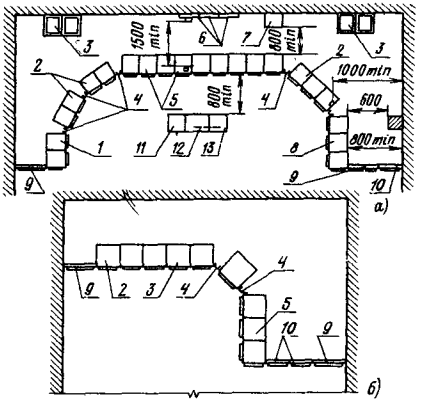


Рис. 4.10. Примеры компоновки центрального щита:

а – многогранный фронт щита; *б* – угловой фронт щита; *1* – щит панельный с каркасом двухсекционный, закрытый с левой стороны, ЩПК-2-3Л; *2* – щит панельный с каркасом двухсекционный с поворотными рамами ЩПК-2; *3* – статив двухсекционный С-2; *4* – вставка угловая ВУ; *5* – щит панельный с каркасом трехсекционный ЩПК-3; *6* – статив плоский СП; *7* – щит шкафной малогабаритный ЩШМ; *8* – щит панельный с каркасом трехсекционный, закрытый справа, ЩПК-3-3П; *9* – панель вспомогательная с дверью ПнВ-Д; *10* – панель вспомогательная ПнВ; *11* – пульт левый П-Л; *12* – пульт средний П-С; *13* – пульт правый П-П

одним оператором (диспетчером), радиус части окружности, в которую вписывается щит, не должен быть более 5 м. Рабочее место оператора (диспетчера) располагается в центре окружности. Рекомендуемый угол обзора многогранного щита для одного оператора – до 120°, максимальный 180°. При этом на крайних щитах устанавливают средства информации, используемые наиболее редко.

Номенклатура панельных щитов с каркасом, а также вспомогательных щитов конструкций позволяет выполнять центральный щит практически любой формы в плане (рис. 4.10). При этом рекомендуется: повороты щита по фронту выполнять под углом 15, 30, 45°; примыкание торцевой части щита к фронтальной выполнять под углом 90°.

В отдельных случаях, обусловленных требованиями технической эстетики, допускается примыкание торцевой части щита к фронтальной с углом поворота, отличным от 90°.

Повороты пультов по фронту следует выполнять под углами 15 и 45°. Повороты фронта центрального щита и пультов должны быть выполнены с применением угловых вставок (рис. 4.10, 4.11).

При установке щитов разных типов и поставщиков в линии фронта центрального щита необходимо обеспечивать идентичность выполнения их фасадов в части цветового решения, отделки поверхности, надписей и т. п.

Для установки щитов и стативов в специальных помещениях предусматривают двойные полы (рис. 4.12), позволяющие прокладывать линии связи в пределах помещения в любых необходимых направлениях. В небольших помещениях, например ло-

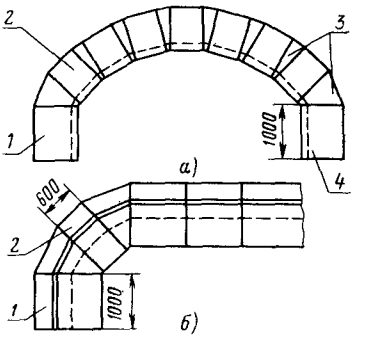


Рис. 4.11. Примеры компоновки пультов:

а – многогранный фронт пульта; *б* – угловой фронт пульта; *1* – левый пульт; *2* – средний пульт; *3* – угловая вставка с пультом; *4* – правый пульт

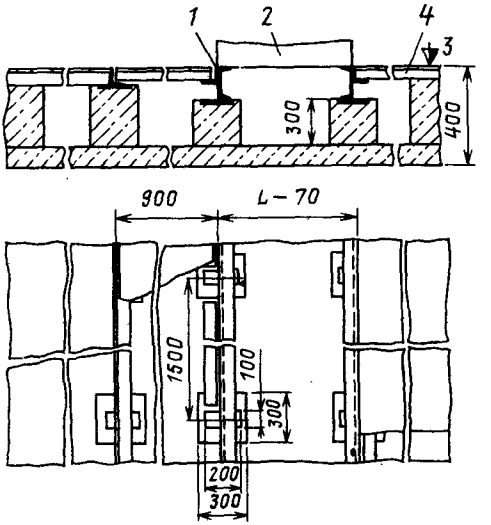


Рис. 4.12. Установка щита, пульта, статива над двойным полом в специальном помещении:

1 – закладной элемент; *2* – щит, пульт, статив; *3* – уровень чистого пола; *4* – съемная плита пола

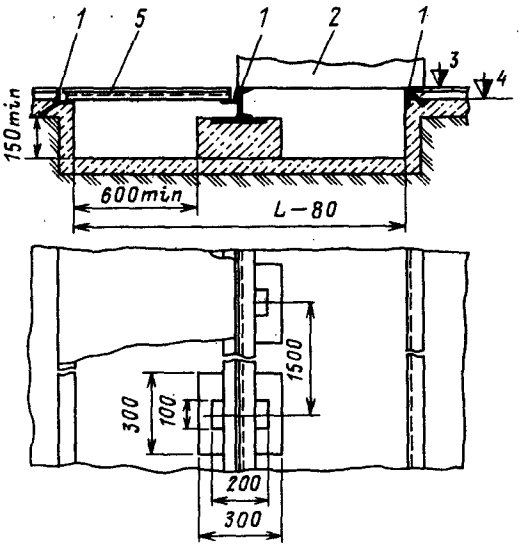


Рис. 4.13. Установка щита, пульта, статива над каналом в специальном помещении:
1 – закладной элемент; *2* – щит, пульт, статив; *3* – уровень чистого пола; *4* – уровень черного пола; *5* – съемная плита пода

кальных помещениях управления, аппаратных и т. п., щитовые конструкции устанавливают над каналами (рис. 4.12). Размер *L* на рис. 4.12 обозначает глубину щита, а на рис. 4.13 – ширину канала. Допуски на рисунках приведены в миллиметрах.

4.3. ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА ЩИТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В общем объеме работ по монтажу приборов и средств автоматизации монтаж щитов является одним из наиболее сложных и ответственных видов работ. В первую очередь это относится к монтажу многопанельных щитов в специальных помещениях. С учетом важности и сложности этой работы монтажными организациями, а также конструкторскими и промышленными предприятиями Минмонтажспецстроя СССР проводилась и проводится большая работа по существенному повышению индустриализации монтажных работ, а также повышению заводской готовности щитовых конструкций. Широко практикуется монтаж щитов укрупненными секциями (блоками). В последнее время получила распространение поставка на объект комплектных помещений со смонтированными в них щитами, пультами и стативами, а также электрическими и трубными проводками.

МОНТАЖ ЩИТОВ УКРУПНЕННЫМИ СЕКЦИЯМИ (БЛОКАМИ)

Несмотря на то что приборостроительной промышленностью в настоящее время начат выпуск щитовых приборов, имеющих малые габаритные размеры фасадной части, еще широко применяются относительно крупногабаритные приборы, в основном самопишущие. Применение последних обусловливает наличие большого числа щитов в операторских (диспетчерских) помещениях. В связи с этим в целях экономии трудозатрат на объекте монтажа в настоящее время широко применяется укрупнение панелей щитов в секции (блоки) в МЗМ монтажных управлений. Перемычки проводок между секциями разделывают с обеих сторон, подключают к одной из секций и сворачивают в бухты. В таком виде укрупненные секции щитов автотранспортом доставляются на объект монтажа. В настоящее время наряду с линейными укрупненнымн секциями создают и внедряют объемные секции, в которые входят два ряда щитовых конструкций: в первом (фасадном) ряду находятся панельные щиты с каркасом, во втором – стативы с аппаратурой, выполняющей вспомогательные функции, но схемно связанной со щитами. В необходимых местах во втором ряду секции устанавливают щиты сборок контактных зажимов и переборочные щиты, подготовленные к присоединению внешних электрических и трубных проводок. В каждой секции выполнены все перемычки между щитовыми коиструкциями, а также подготовлены пучки проводов и пакеты труб для связи секций между собой. Наличие опорных рам в щитовых конструкциях, выполненных по ОСТ 36.13–76, исключает необходимость создания специальных металлоемких рам для сборки на них секций. Достаточно связать жестко опорные рамы щитов и стативов между собой – и секция приобретает необходимую жесткость. Для прокладки электрических проводок в секции под опорными рамами размещают лотковые конструкции, образующие канал (два вертикально установленных лотка с перемычками между собой).

По верхней части щитовых конструкций прокладывают лотки для трубных проводок.

Монтаж щитовых коиструкций укрупненными секциями существенно сокращает трудоемкость при монтаже и повышает качество монтажных работ.

МОНТАЖ КОМПЛЕКТНЫХ ОПЕРАТОРСКИХ ПУНКТОВ (КОП) И КОМПЛЕКТНЫХ ПУНКТОВ ДАТЧИКОВ (КПД)

Пункты КОП и КПД представляют собой бескаркасные помещения, образованные ограждающими сендвич-панелями, устанавливаемыми на стальной объемной раме-основании, со смонтированными в помещении щитами, пультами, стативами, электрическими и трубными проводками, со средствами отопления, освещения и вентиляции, подготовленные к подключению внешних цепей и приборов, устанавливаемых на объекте. Разработанная структура построения этих пунктов, способов их применения, монтажа в них щитовых конструкций, средств автоматизации и проводок позволяет обеспечивать широкое их применение при сооружении вновь строящихся и реконструируемых промышленных объектов. Исходя из условий доступности операций такелажа и транспортирования, а также из числа щитовых конструкций, необходимых для одной локальной установки, созданы следующие типоразмеры пунктов: 3 × 4,5; 3 × 6; 3 × 9 м при постоянной высоте 3,3 м. Комплектные помещения (пункты) рассчитаны на применение в следующих условиях: температура окружающей среды — от −40 до +40 °С; влажность воздуха 80 % при температуре 20 °С; окружающая среда не взрывоопасная, не содержит агрессивных паров и газов, разрушающе действующих на материал, из которого изготовлены пункты; уровень шума в месте установки должен быть не более 105 дБ. Пункты КОП и КПД собирают из стеновых панелей четырех типоразмеров (глухих, оконных, дверных и вентиляционных), имеющих одинаковые установочные размеры, а следовательно, и полную взаимозаменяемость. Также унифицированы и кровельные панели. Стеновые и кровельные панели представляют собой легкие алюминиевые конструкции, заполненные пенополиуретаном или минеральной ватой. Такая конструкция ограждающих панелей обеспечивает необходимую тепло- и звукоизоляцию. Стыки стеновых панелей и притворы дверей уплотнены. Пол выполнен из съемных и несъемных половых щитов, покрытых линолеумом. Микроклимат внутри пунктов создают с помощью внутрицеховой вентиляционной системы или местного кондиционера, установленного в помещении КОП. Для этого в вентиляционных панелях предусмотрены специальные прямоугольные отверстия в верхней и нижней частях панели, закрытые в случае ненадобности съемными накладками, конструкция которых аналогична основному полю панели. Отопление внутри КПД выполняют, как правило, электрическим, однако возможно водяное отопление. Рама-основание комплектных пунктов выполнена из стальных конструкций и имеет высоту 400 мм для обеспечения возможности прокладки и эксплуатации в ней электрических и трубных проводок. Щиты в КОП размещают продольно либо поперечно. При поперечном размещении щитов в КОП наряду со щитами можно устанавливать пульты.

Для присоединения внешних электрических и трубных проводок к КОП предусмотрены вводные коммутационные поля — соответственно электрические и пневматические. На них сосредоточены сборки контактных зажимов и переборочных соединителей. Коммутационные поля организованы унифицированными модулями (по два на каждое поле). Конструкция коммутационного поля рассчитана на монтаж внешних проводок снаружи помещения. Это обстоятельство, а также сосредоточение проводок в одном месте упрощают монтаж последних, исключают возможность загрязнения помещения КОП, повреждения приборов и средств автоматизации, смонтированных внутри помещения. Применение коммутационного поля обусловливает применение для внешних электрических проводок многожильных электрических кабелей, исключает необходимость попанельного распределения внешних кабельных связей, позволяет поставлять на объект КОП, смонтированную «под ключ». Ввод проводок в КОП осуществляют через раму-основание, имеющую для этой цели стальную накладку, расположенную в нижней плоскости рамы. В накладке закрепляют требуемое вводное устройство (сальник, переборочный соединитель, патрубок и т. п.). Ввод трубных и электрических проводок в КПД выполняют через стальную плиту-накладку в стеновой вентиляционной панели.

Такелаж комплектных помещений осуществляют с помощью специальной траверсы, исключающей перекосы и деформации ограждающих панелей, равномерно распределяющей нагрузку.

Монтажные управления осуществляют в своих МЗМ сборку комплектных помещений, монтаж в них щитовых конструкций, приборов и средств автоматизации, электрических и трубных проводок, а также светильников, электронагревателей и проводок к ним в соответствии с рабочей документацией. Собранные и укомплектованные КОП

и КПД доставляют к месту монтажа также силами монтажных управлений. В защитовом пространстве КОП при необходимости размещают стативы с аппаратами, схемно связанными со щитами и пультами.

Разнообразие технологических процессов и объем производств требуют не только малых операторских с фроитами щитов до 9 м, но и операторских с фронтами щитов в несколько десятков метров (при традиционной приборно-аппаратурной техиике). Необходимость в таком разнообразии комплектных помещений обусловила их создание в монтажных управлениях. Это секционные комплектные операторские пункты, имеющие две коиструктивные осиовные разновидности: торцевая секция, имеющая одии иезакрытый торец, и рядовая, у которой оба торца открыты. Такие секции собирают в МЗМ монтажных управлений из стандартных строительных материалов и коиструкций на сварном или сборном каркасе из прокатных профилей. Внутри помещения (секции) монтируют щитовые конструкции, а также необходимые электрические и трубные проводки, включая и перемычки, подготовленные для стыков секций между собой. В связи с применением в мировой практике проектирования микропроцессорной техники для управления и контроля технологических процессов, а также дисплеев и волоконно-оптических линий связи отпадает необходимость в миогометровых щитах управления и соответственно в больших операторских помещениях. В КОП можно разместить системы управления и контроля как локальным технологическим процессом, так и большим производством илн несколькимн небольшими объектами одновременно, например группой котлов-утилизаторов мартеиовского цеха.

4.4. ВВОДЫ В ЩИТЫ, ПУЛЬТЫ И СТАТИВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Монтаж вводов электрических и трубных проводок в щитовые конструкции представляет собой комплекс разных работ: 1) подготовку мест вводов и установку специальных изделий (сальников, вводов, соединителей, патрубков и т. п.); 2) прокладку и закрепление электрических кабелей с разделкой концов от места ввода до сборок контактных зажимов, прокладку пучков проводов по той же трассе либо прокладку пневматических кабелей и труб к сборкам переборочных соединителей; 3) присоединение жил кабеля или провода к сборкам контактных зажимов с прозвонкой и маркировкой жил либо присоединение труб к сборкам переборочных соединителей с маркировкой и в необходимых случаях – с продувкой. Ниже приведены конструкции и монтаж вводных устройств, а также сформулированы требования к ним.

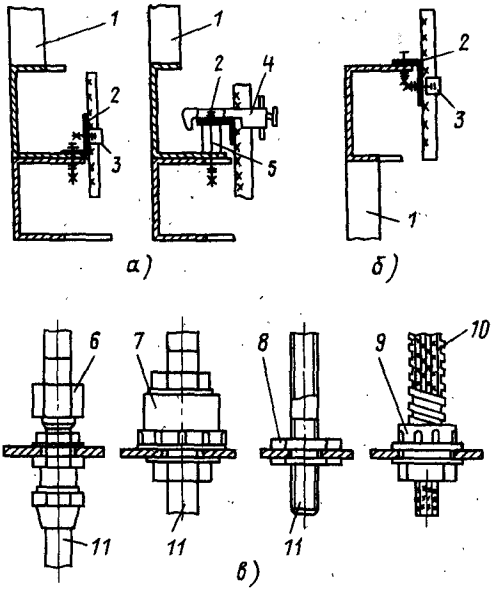


Рис. 4.14. Вводы электрических и трубных проводок в щиты, пульты и стативы:
а – крепление электрических проводок снизу щитовой коиструкции; *б* – крепление электрической проводки сверху щита, статива; *в* – проход электрических и трубных проводок через крышку щита; *1* – стойка каркаса щита; *2* – перфорированный угольиик УП 42×25; *3* – скоба СО (БС2, СД); *4* – кабельный прижим ПКТ; *5* – втулка из трубы; *6* – переборочиый соединитель; *7* – сальиик; *8* – коитргайка; *9* – соединитель металлорукава СМК; *10* – металлорукав; *11* – труба

Трубы, провода и кабели подводят к щитовой конструкции в том же порядке, в котором они сгруппированы в помещеиии. Вводы электрических и трубных проводок показаны на рис. 4.14. Ввод проводок снизу в открытый проем щитовой конструкции (кроме малогабаритных щитов) осуществляют без специальных вводных устройств (сальников, муфт и т. п.). В данном случае вводом является закрепление введенной проводки (кабеля, защитной трубы) в нижней части щита, пульта, статива на специальном угольнике (рис. 4.14, *а* и *б*). Проход электрических проводок, а также капилляров манометрических термометров через крыши

шкафных щитов, включая малогабаритные, выполняют через сальиики, вводы, втулки и т. п. (рис. 4.14, *в*). Вводы трубных проводок через крыши шкафных щитов выполняют аналогично электрическим, а также через переборочные соединители. Вводы трубных проводок в ЩПК и стативы осуществляют присоединением труб к сборкам переборочных соединителей. Трубные проводки, предусмотренные рабочей документацией, прокладывают по верху щитов и стативов после закрепления декоративных панелей, а при их отсутствии – после закрепления щитов. При этом необходимо принять меры, исключающие возможность повреждения лакокрасочного покрытия и деформации элементов щитов.

Небронированные кабели, трубы из цветных металлов и пластмассовые, вводимые в малогабаритиые щиты снизу, должны быть защищены от механических повреждений. Защитные трубопроводы вводят через патрубки из водогазопроводных труб, которые закрепляют на крышах щитов контргайками.

Термоэлектродные провода подводят к приборам, установленным в щитовых конструкциях, минуя сборки контактных зажимов. Эти провода, а также кабели закрепляют в щитах способом, прииятым при выполнении коммутации щита.

Во всех случаях вводы рекомендуется раеюлагать на расстоянии около 150 мм от стенок щнта.

4.5. ЗАНУЛЕНИЕ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЩИТОВ, ПУЛЬТОВ И СТАТИВОВ

В соответствии с требованиями ОСТ 36.13–76 щиты, пульты и стативы должны иметь заземляющий зажим по ГОСТ 21130–75, позволяющий присоединение нулевого защитного или заземляющего проводника из цветного металла (медные, алюминиевые жилы проводов и кабелей) и стали (стальные полосы). Заземляющий зажим щитовой конструкции расположен на специальной пластине в опорной раме щита или стативa либо в нижней части пульта или малогабаритного щита. Заземляющий зажим должен быть обозначен нестираемым при эксплуатации зиаком заземления с размерами по ГОСТ 21130-75. Зануление и заземление в щитовых конструкциях должно быть выполиено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.7–85 ССБТ.

Металлические элементы щитовых конструкций, в том чиеле детали для моитажа аппаратов и проводок, должны иметь надежное электрическое соединение с заземляющим зажимом, обеспечивающее непрерывную электрическую цепь. Значение сопротивлеиий между заземляющим зажимом и элементами щита, включая детали для монтажа аппаратов и проводок, не должно превышать 0,100 Ом. В шкафных и панельных с каркасом щитах, а также в стативах и пультах электрическое соединение между металлическими частями каркаса должио быть обеспечено через крепящие болты за счет контактного давлеиия в местах сопряжения. Поверхности последних должны быть зачищены от лакокрасочного покрытия. Зачищенные поверхности следует защищать от коррозии смазкой ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74 или ПВК ГОСТ 19537–74. Аналогично должно быть обеспечено электрическое соединение между фасадными панелями шкафных и панельных с каркасом щитов, стативов и пультов, а также крышами малогабаритных щитов и их каркасами. Электрическое соединение между каркасом и боковыми стенками шкафных и панельных с каркасом щитов, каркасами шкафных щитов должно осуществляться за счет врезания привариых скоб в кромки соответствующих отверстий в каркасах. Врезание происходит при повороте скоб в процессе сборки металлоконструкции. Электрическое соединение каркаса шкафных и панельных с каркасом щитов, стативов, вспомогательных элементов ПнВ и ПнВД с заземляющим зажимом в их опорных рамах должно быть выполнено гибким проводиком по рабочим чертежам конструкторской документации (рис. 4.15). Электрическое соединение между поворотной рамой и каркасом щита должио быть выполнено гибким проводником на основании рабочих чертежей конструкторской документации. Электрическое соединение двери малогабаритного щита и столешницы пульта с их каркасом должно быть выполнено гибким проводником по рабочим чертежам конструкторской документации. Электрическое соединение шкафных щитов, пультов и панелей ПнВД с их каркасами обеспечивается через металлические петли. Электрическое соединение вспомогательных элементов ВУ, ВУ-Д-ШПК, ПнД-ЩПК, ПнТД-ШПК с каркасами рядом стоящих щитов, а также ПнД-ШПК, ПнТД-ШПК с каркасами щитов, на которых они устаиовлены, обеспечивается через крепящие болты аналогично электрическому соединению между металлическими частями каркаса.

Электрическое соедииение между металлическими деталями для монтажа аппаратов

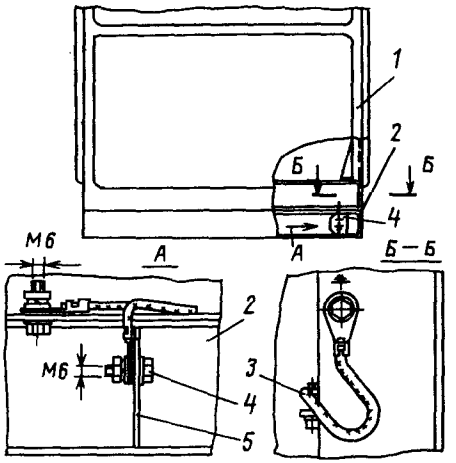


Рис. 4.15. Электрическое соединение каркаса щита или статива с опорной рамой:

1 — каркас; *2* — опорная рама; *3* — гибкая шина; *4* — заземляющий зажим; *5* — специальная пластина

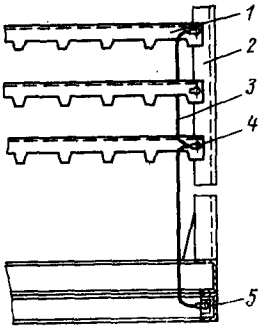


Рис. 4.16. Пример электрического соединения металлических деталей для монтажа аппаратов и проводок с каркасом щита:

1 — металлическая основная деталь (угольник, скоба) для монтажа аппаратов и проводок; *2* — стойка каркаса щита; *3* — гибкий неразрезанный проводник; *4* — кабельный наконечник; *5* — заземляющий зажим щита

и проводок и каркасом щитовой конструкции в зависимости от вида покрытия частей каркаса щита, а также принятой на предприятии-изготовителе технологии выполняют одним из следующих способов. При лакокрасочном покрытии частей каркаса их электрическое соединение с деталями для монтажа аппаратов и проводок обеспечивают: 1) гибким неразрезанным проводником, присоединяемым ко всем установленным основным металлическим деталям для монтажа аппаратов и проводок в месте их крепления к каркасу и к заземляющему зажиму щита, пульта или статива (рис. 4.16). Указанный проводник должен быть предусмотрен рабочей документацией; 2) контактным давлением винтов, крепящих металлические детали к стойкам каркаса. При этом на данных стойках поверхности сопряжения с деталями должны быть зачищены от лакокрасочного покрытия, например, цилиндрическим зенкером. Места зачистки покрывают противокоррозионной смазкой, указанной выше для элементов металлоконструкции щитов, пультов и стативов. При оцинкованном каркасе щитов исполнения УХЛ4 ГОСТ 15150—69 электрическое соединение обеспечивают контактным давлением крепящих винтов.

Зануление (заземление) корпусов устройств, имеющих специальные выводы «земля», выполняют гибким нулевым защитным проводником, предусмотренным рабочей документацией. Нулевой защитный проводник от вывода «земля» присоединяют к заземляющему зажиму щита либо к заземляющему зажиму, специально организованному на стойке каркаса щита, с соблюдением требований ГОСТ 21130—75. Соединение выводов «земля» устройств с заземляющим зажимом щита выполняют гибким неразрезанным нулевым защитным проводником, на котором смонтировано необходимое число кабельных наконечников. Последние монтируют на расстояниях, соответствующих расположению зануляемых устройств и позволяющих выполнить присоединение без натягивания проводника (рис. 4.17). Для присоединения нулевого защитного проводника к стойке каркаса щита поверхность у монтажного отверстия в стойке, предназначенного для установки заземляющего зажима, зачищают от лакокрасочного покрытия. Место зачистки при этом защищают противокоррозионной смазкой, указанной выше. В монтажное отверстие в стойке каркаса щита, поверхность вокруг которого подготовлена, устанавливают заземляющий зажим, который обозначают в обязательном порядке по ГОСТ 21130—75. Соединение вывода «земля» устройства со специально предусмотренным заземляющим зажимом на стойке каркаса выполняют гибким нулевым защитным проводником, оконцованным соответствующим кабельным наконечником (рис. 4.17, *б*).

Металлические корпуса устройств, подлежащих занулению, но не имеющих специальных выводов «земля», должны иметь электрическое соединение с металлическими деталями, на которых они установлены.

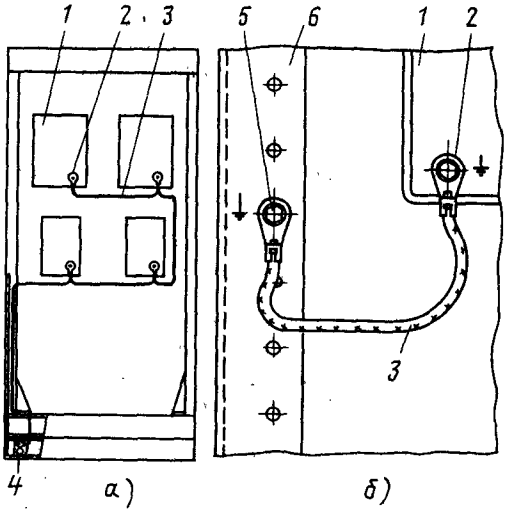


Рис. 4.17. Пример зануления (заземлеиия) приборов и аппаратов, имеющих специальный вывод «земля»:

а – соединеиие с заземляющим зажимом щита; *б* – соединеиие с заземляющим зажимом иа стойке каркаса щита или статива; *1* – прибор (аппарат); *2* – кабельный наконечник; *3* – нулевой защитиый неразрезанный проводник; *4* – заземляющий зажим щита; *5* – заземляющий зажим на стойке каркаса щита или статива; *6* – стойка каркаса щнта или статива

Зануление (заземление) щитовых конструкций в целом должно осуществляться путем присоединения щитов, пультов и стативов к близко расположенным заземляющим проводникам сети заиуления (заземления) объекта или металлоконструкциям производственного назначения, металлическим открытым трубопроводам всех назначений, кроме трубопроводов с горючими и взрывоопасными смесями, канализации и центрального отопления. Зануление щитовых конструкций может быть выполнено также присоединением к заземляющему зажиму этих коиструкций рабочего нулевого провода питающей электрической сети.

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ

По функциональному назначению трубные проводки подразделяют на импульсные (импульсные линии связи), командные (командные линии связи), питающие (линии питания), обогревающие (линии обогрева), охлаждающие (линии охлаждения), вспомогательные (вспомогательные линии), дренажные (выбросные линии) и линии капилляров манометрических термометров (или линии манометрических регуляторов температуры).

Импульсные трубные проводки. Импульсной называют трубиую проводку (или часть ее), соединяющую отборное устройство с контрольно-измерительным прибором, датчиком или регулятором. Она предназначена для передачи воздействий или регулируемой технологической среды на чувствительные органы коитрольно-измерительных приборов, датчиков или регуляторов непосредственно или через разделительные среды. К импульсным трубным проводкам относятся также капилляры манометрических термометров и регуляторов температуры, соединяющие термочувствительиые элементы (термобаллоны) с манометрическими измерительиыми устройствами приборов и регуляторов.

Командные трубные проводки. Командной называют трубную проводку (или часть ее), соединяющую между собой отдельные функциональиые блоки автоматики (датчики, переключатели, вторичные измерительные приборы, преобразователи, вычислительные, регулирующие и управляющие устройства, исполнительные механизмы). Она предназначена для передачи командных сигналов (давления воздуха, воды, масла) от передающих

блоков к приемным. К числу таких проводок можно отнести пневматические трубопроводы из красномедных и полиэтиленовых труб, а также нашедшие широкое применение пневмокабели (см. § 5.14).

Питающие трубные проводки. Питающей называют трубную проводку (или часть ее), соединяющую измерительные приборы и средства автоматизации с источниками питания (насосами, компрессорами и другими источниками). Она предназначена для подачи с приборам и средствам автоматизации (датчикам, преобразователям, вычислительным, регулирующим и управляющим устройствам, усилителям, позиционерам) жидкости (воды, масла) или газа (воздуха) с избыточным давлением, изменяющимся в заданиых пределах, используемых в качестве носителей вспомогательной энергии при обработке и передаче командных сигналов. К числу таких трубопроводов могут быть отнесены коллекторы сжатого воздуха на пневматических щитах, приборах или маслопроводах, подводящих масло к гидравлическим регуляторам от маслонасосных станций.

Обогревающие, охлаждающие, вспомогательные и дренажные трубные проводки. Обогревающей называют трубную проводку (или часть ее), с помощью которой подводят (и отводят) теплоносители (воздух, вода, пар и др.) к устройствам обогрева отборных устройств, измерительных приборов, средств автоматизации, щитов и потоков импульсных, командных и других трубных проводок.

Охлаждающей называют трубную проводку (или часть ее), через которую подводят (и отводят) охлаждающие агеиты (воздух, вода, рассол и др.) к устройствам охлаждения отборных устройств, датчиков, исполнительных механизмов и других средств автоматизации.

Вспомогательной называют трубную проводку (или часть ее), с помощью которой: а) подводят к импульсным линиям связи защитные жидкости или газы, создающие в них встречные потоки для предохранення от агрессивных воздействий, закупорки, засорения и других явлений, вызывающих порчу и отказ в работе отборных устройств, измерительных приборов, средств автоматизации и самих импульсных линий; б) подводят к приборам, регуляторам, импульсным линиям связи жидкости или газы для периодической промывки или продувки их во время эксплуатации; в) создают параллельный поток части продукта, отбираемого из техиологического аппарата или трубопровода для анализа, с целью ускорения подачи пробы к измерительному прибору, удаленному от места отбора (например, к анализатору жидких нефтепродуктов и др.).

Дренажные проводки. Дренажиой называют трубную проводку (или часть ее), через которую сбрасывают продукты продувки и промывки (газы и жидкости) из приборов и регуляторов, импульсных и командных линий связи, вспомогательных и других линий в отведенные для этого места.

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МОНТАЖУ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

К трубным проводкам, примеияемым при монтаже приборов и средств автоматизации, с абсолютным рабочим давлением не ниже 4,66 кПа (35 мм рт. ст.) и избыточным давлением не выше 100 мПа предъявляются следующие требования.

Трубные проводки должны обладать иеобходимой механической прочностью при воздействии на них (со стороны протекающих по ним сред, в том числе и в период продувок и испытаний) максимально возможных давлений при максимально возможных температурах. Материалы труб должны быть стойкими против агрессивных воздействий как со стороны протекающих, так и со стороны окружающих сред. Проходные сечения труб импульсных и командных линий связи должны обеспечивать передачу сигналов нформации на заданные расстояния с временем запаздывания не более максимально допустимого для конкретных условий.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Опорная конструкция. Представляет собой конструкцию в виде кронштейнов, специальных стоек и стендов, обхватов для колонн и других изделий, закрепленную на строительном или технологическом основании и предназначениую для удержания на проектной отметке тяжести монтируемых трубных и электрических проводок, приборов, отдельных частей систем и средств автоматизации.

Несущая конструкция. Представляет собой конструкцию, в виде стальных коробов, лотков, полок и других изделий, опирающуюся на опорные конструкции. Несущая конструкция служит для закрепления и поддержания трубных и электрических проводок и средств автоматизации.

Трубная проводка систем автоматизации. В общем случае представляет собой совокупность труб различного назначения и трубных кабелей (пневмокабелей), соединительных и присоединительных устройств, запорной арматуры и защитных устройств, собранных в цельную конструкцию, проложенную и закрепленную на элементах зданий и сооружений или на технологическом оборудовании.

Внутренняя трубная проводка. Представляет собой трубную проводку (или часть ее), проложенную в закрытом помещении.

Наружная трубная проводка. Представляет собой проводку (или часть ее), проложенную по наружным стенам зданий и сооружений под навесами, по эстакадам и другим наружным сооружениям.

Открытая трубная проводка. Представляет собой трубную проводку (или часть ее), проложенную открыто по стенам, потолкам, эстакадам и в открытых каналах.

Скрытая трубная проводка. Представляет собой трубную проводку (или часть ее), проложенную внутри стен, полов, потолков, за обшивками технологических аппаратов, в закрытых каналах и туннелях, в земле в фундаментах.

Групповая трубная проводка. Представляет собой трубную проводку, состоящую из четырех и более труб или пневмокабелей, проложенных вместе на одной опорной конструкции.

Трубный блок. Представляет собой определенное число труб необходимой длины и конфигурации, уложенных и закрепленных в определенном порядке на опорных деталях (обоймах) или несущих конструкциях и полностью подготовленных к соединению со смежными элементами трубных проводок или таких же трубных блоков.

5.2. НОМЕНКЛАТУРА ТРУБ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Для трубных проводок применяют трубы, приведенные в табл. 5.1–5.11. В целях сокращения типоразмеров соединителей, крепежных и других монтажных изделий рекомендуется применять:

а) стальные водогазопроводные трубы обыкновенные легкие с условным проходом 8; 15; 20; 25; 40 и 50 мм (табл. 5.1);

б) бесшовные холоднодеформированные трубы из углеродистых и легированных сталей наружным диаметром 8; 10; 14; 16 и 22 мм с толщиной стенки не менее 1 мм (табл. 5.2);

в) бесшовные холодно- и теплодеформированные трубы из коррозионно-стойкой стали наружным диаметром 6; 8; 10; 14; 16 и 22 мм с толщиной стенки не менее 1 мм. Для трубных проводок давлением свыше 10 МПа применяют трубы наружным диаметром 15; 25 и 35 мм (табл. 5.3);

г) медные трубы наружным диаметром 6 и 8 мм с толщиной стенки не менее 1 мм (табл. 5.4);

д) алюминиевые трубы и трубы из алюминиевых сплавов наружным диаметром 6 и 8 мм с толщиной стенки не менее 1 мм (табл. 5.5);

е) трубы из полиэтилена низкой плотности размером 6 × 1 и 8 × 1,6 мм (табл. 5.6) и по ГОСТ 18599–83 (табл. 5.7);

ж) трубы напорные из полиэтилена высокой плотности (табл. 5.8);

з) гибкие поливинилхлоридные трубы внутренним диаметром не менее 4 мм с толщиной стенки 1 мм (табл. 5.9);

и) резиновые технические трубки по ГОСТ 5496–78 внутренним диаметром 8 мм и толщиной стенки 1,25 мм (табл. 5.10);

к) пневматические кабели (пневмокабели) с полиэтиленовыми трубками по ТУ 16.505.720–75 размером 6 × 1 или 8 × 1,6 мм (табл. 5.11).

Кроме указанных труб, в технически обоснованных случаях применяют бес-

Таблица 5.1. **Трубы стальные водогазопроводные**

Условный проход, мм	Наружный диаметр, мм	Трубы					
		легкие		обыкновенные		усиленные	
		Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг
6	10,2	1,8	0,37	2,0	0,40	2,5	0,47
8	13,5	2,0	0,57	2,2	0,61	2,8	0,74
10	17,0	2,0	0,74	2,2	0,80	2,8	0,98
15	21,3	2,35	1,10	—	—	—	—
15	21,3	2,5	1,16	2,8	1,28	3,2	1,43
20	26,8	2,35	1,42	—	—	—	—
20	26,8	2,5	1,50	2,8	1,66	3,2	1,86
25	33,5	2,8	2,12	3,2	2,39	4,0	2,91
32	42,3	2,8	2,73	3,2	3,09	4,0	3,78
40	48,0	3,0	3,33	3,5	3,84	4,0	4,34
50	60,0	3,0	4,22	3,5	4,38	4,5	6,16

Пример условного обозначения: 20 × 2,5 ГОСТ 3262–75 – труба обыкновенная, неоцинкованная, обычной точности изготовления, немерной длины, с условным проходом 20 мм, толщиной стенки 2,5 мм, без резьбы и без муфты;
М-20 × 2,5, ГОСТ 3262–75 – то же с муфтой;
Р-20 × 2,5-4000, ГОСТ 3262–75 – то же мерной длины с резьбой

Таблица 5.2. **Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные**

Наружный диаметр, мм	Масса 1 м трубы, кг, при толщине стенки, мм													
	1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3	3,2	3,5	4
8	0,173	0,201	0,228	0,240	0,253	0,275	0,296	0,315	0,339					
10	0,222	0,260	0,297	0,314	0,332	0,364	0,395	0,426	0,462	0,497	0,518	0,537	0,561	
14	0,321	0,379	0,435	0,462	0,489	0,542	0,592	0,640	0,709	0,773	0,814	0,852	0,906	0,986
15	0,345	0,408	0,470	0,499	0,529	0,586	0,641	0,694	0,771	0,842	0,888	0,931	0,993	1,085
22	0,518	0,616	0,711	0,758	0,805	0,897	0,986	1,074	1,202	1,326	1,406	1,484	1,597	1,776
25	0,592	0,704	0,815	0,869	0,923	1,030	1,134	1,237	1,387	1,533	1,628	1,72	1,856	2,072
35	0,838	1,000	1,160	1,239	1,318	1,474	1,628	1,780	2,004	2,223	2,367	2,510	2,719	3,058

Пример условного обозначения: $\frac{14\times2\times6000,\ \text{ГОСТ}\ 8734-75}{\text{В20, ГОСТ}\ 8733-74}$ — труба наружным диаметром 14 мм, толщиной стенки 2,0 мм, длиной 6000 мм из стали марки 20, с поставкой по механическим свойствам и химическому составу (по группе В)

Таблица 5.3. **Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали**

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм											
6	1	1,2	1,4	1,5								
8	1	1,2	1,4	1,5	1,8	2						
10	1	1,2	1,4	1,5	1,8	2	2,2	2,5				
14	1	1,2	1,4	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3		
16	1	1,2	1,4	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3		
22	1	1,2	1,4	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3	3,2	3,5

Пример условного обозначения: 25×2−12×18Н10Т, ГОСТ 9941−81 — труба из стали марки 12×18Н10Т наружным диаметром 25 мм, толщиной стенки 2 мм, обычной точности изготовления, немерной длины

Таблица 5.4. **Трубы медные**

Наружный диаметр, мм	Масса 1 м, кг, при толщине стенки, мм			
	1	1,2	1,5	2
6	0,140	0,161	0,189	0,224
8	0,196	0,228	0,272	0,335
10	0,252	0,295	0,356	0,447

Пример условного обозначения: М2−М−10×1,5×4000, ГОСТ 617−72 труба из меди марки М2, тянутой, мягкой, наружным диаметром 10 мм, толщиной стенки 1,5 мм, мерной длины 4000 мм: М2-Т-10×1,5×4000, ГОСТ 617−72 — то же твердая

шовные трубы из нержавеющей стали по ГОСТ 9941−81 наружным диаметром 6; 8; 10; 14; 22 мм с толщиной стенки не менее 1 мм. При соединении бесшовных труб сварной толщина их должна быть не менее 1,5 мм. Для трубных проводок высокого давления могут применяться трубы наружным диаметром 15; 25 и 35 мм.

Для монтажа трубных проводок к приборам и средствам автоматизации применяют трубы: стальные строительной длиной не менее 6 м; медные, алюминиевые, полиэтиленовые и полихлорвиниловые в бух-

Таблица 5.5. **Трубы катаные и тянутые из алюминия и алюминиевых сплавов**

Наружный диаметр, мм	Масса 1 м при толщине стенки, мм			
	1	1,5	2	2,5
6	0,051	0,075	0,101	—
8	0,063	0,087	0,107	—
10	0,081	0,114	0,143	0,168

Примечание. Теоретическая масса определена для алюминиевого сплава с плотностью 2,85 г/см³.

Пример условного обозначения: 8×1,5Д1М, ГОСТ 18475−82 — труба круглая наружным диаметром 8 мм, толщиной стенки 1,5 мм, немерной длины, из сплава Д1, отожженная

Таблица 5.6. **Трубы из полиэтилена низкой плотности (высокого давления)**

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Масса 1 м трубы, кг
6,0	1,0	0,016
8,0	1,0	0,022
8,0	1,6	0,030

Пример условного обозначения: 8×1,6 ТУ 6−19−272−85 — труба диаметром 8 мм, толщиной стенки 1,6 мм

Таблица 5.7. **Трубы из полиэтилена низкой плотности (ГОСТ 18599–83)**

Наружный диаметр, мм	Средний тип С, $P_{раб}$ = 0,6 МПа		Тяжелый тип Т, $P_{раб}$ = 1 МПа	
	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг
10	—	—	2,0	0,051
12	—	—	2,0	0,064
16	2,0	0,088	2,7	0,112
20	2,0	0,128	3,3	0,175
25	2,7	0,190	4,2	0,270
32	3,4	0,301	5,3	0,432
40	4,3	0,475	6,7	0,636
50	5,4	0,735	2,8	1,07

Таблица 5.8. **Трубы напорные из полиэтилена высокой плотности (ГОСТ 18599–83)**

Наружный диаметр, мм	Средний тип С, $P_{раб}$ = 0,6 МПа		Тяжелый тип Т, $P_{раб}$ = 1 МПа	
	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Масса 1 м, кг
10	—	—	2,0	0,052
12	—	—	2,0	0,065
16	—	—	2,0	0,091
20	—	—	2,0	0,118
25	2,0	0,151	2,3	0,170
32	2,0	0,197	2,9	0,282
40	2,3	0,282	3,6	0,434
50	2,8	0,444	4,5	0,671

Таблица 5.9. **Трубы гибкие поливинилхлоридные (ТУ 6.19-254–84)**

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм
6	1,0	21	4,0
10	1,0	27	4,0
11	1,0	31	3,0
13	1,5	36	5,5
15	2,0	38	7,0

Таблица 5.10. **Трубки резиновые технические (ГОСТ 5496–78)**

Внутренний диаметр, мм		Толщина стенки, мм			
номинальный размер	предельные отклонения	номинальный размер			предельные отклонения
6,0	±0,5	1,25	2,0	3,0	1,25±0,3; 2±0,4; 3±0,5
8,0 10,0	±1,0	1,25	2,0	3,0	

Таблица 5.11. **Кабели пневматические**

Марка	Кабель из полиэтиленовых трубок	Число трубок	Наружный диаметр и толщина стенки трубок, мм	Наружный диаметр кабеля, мм	Масса 1 км кабеля, кг	Область применения
ТПО	Пневматический в оболочке из лент поливинилхлоридного пластиката	7	6×1	21,4	259	В условиях воздействия паров кислот, щелочей и в среде с повышенной влажностью при отсутствии механического воздействии
		12	6×1	28,7	416	
		19	6×1	33,8	573	
		7	8×1	27,8	371	
		12	8×1	37,4	590	
		7	8×1,6	27,8	428	
		12	8×1,6	37,4	689	
ТПВБбГ	Пневматический в обмотке из лент полиииинилхлоридного пластиката с защитным покрытием БбГ	7	8×1,6	30	710	Для наружной и внутреиней прокладки во взрыво- и пожароопасных помещениях в условиях возможных механических воздействий, при отсутствии в атмосфере веществ, разрушающих броню
ТПББбГ	Пневматический в обмотке из лент кабельной бумаги с защитным покрытием БбГ	7	8×1,6	27	620	То же, за исключением взрыво- и пожароопасных помещений
		12	8×1,6	35	850	

Пример условного обозначения: ТПО 7 × 8/1,6, ТУ 16 – 505.720–75 – пневматический кабель с семью полиэтиленовыми трубками наружным диаметром 8,0 мм и толщиной стенки 1,6 мм.

Таблица 5.12. **Минимальные радиусы внутренней кривой изгиба труб**

Наименование труб	Наружный диаметр, мм	Радиус внутренней кривой изгиба трубы, мм	
		Гибка в холодном состоянии	Гибка в горячем состоянии
Стальные водогазопроводные неоцинкованные и оцинкованные	13,5	54,0	40,0
	21,3	85,0	65,0
	26,8	87,0	80,0
	33,5	134,0	100,0
	48,0	240,0	180,0
Бесшовные из углеродистой стали	8	32,0	24,0
	10	40,0	30,0
	14	56,0	42,0
	16	72,0	54,0
	22	88,0	66,0
Медные	6	12	—
	8	16	—
	10	20	—

тах — 25 м; резиновые массой до 10 кг. Трубный кабель длиной не менее 150 м.

При монтаже труб, поставляемых в бухтах (полиэтиленовых, поливинилхлоридных, медных и алюминиевых), и трубных кабелей следует сводить к минимуму число мест их соединений, максимально используя их строительную длину.

Пневмокабели. В настоящее время широко применяют при монтаже командных трубных проводок пневмокабели. Они по сравнению с металлическими трубами обладают существенными преимуществами: большой строительной длиной (свыше 150 м), стойкостью к агрессивиым средам и вибрациям, невысокой стоимостью, а также упрощают выполнение монтажных работ и значительно повышают производительность труда. Пневмокабель (рис. 5.1) представляет собой пучок пластмассовых труб, свитых спирально и заключенных в общую оболочку.

Пневмокабель применяют для фиксированного монтажа трубных проводок в диапазоне температур от —40 до + 60 °С. Пневмокабель предназначен для транспортирования воздуха и веществ, к которым стоек материал труб, при условном давлении до 0,6 МПа.

5.3. РАЗБИВКА ТРАСС И ПРИВЯЗКА ТРУБНЫХ ПРОВОДОК К СТРОИТЕЛЬНЫМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОНСТРУКЦИЯМ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И НОРМИРУЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ

При разбивке трасс и привязке трубных проводок необходимо учитывать следующие важные для монтажа обстоятельства.

1. Трубные проводки к приборам и средствам автоматизации следует прокладывать по кратчайшему расстоянию между соединяемыми приборами: параллельно и перпендикулярно стенам, перекрытиям и колоннам с минимальным количеством поворотов, пересечений с технологическими коммуникациями и наименьшим числом разъемных соединений труб; возможно дальше от технологического оборудоваиия, подвергаемого частым разборкам, от мест, опасных для обслуживающего персонала, и где возможны нагрев до температуры свыше 60 °С для пневмокабеля, а также механические и химические повреждения; в местах, удобных для их монтажа, обслуживания, ремонтов; трубные проводки не должны затруднять обслуживание и ремонт технологического оборудования.

2. Трассы прокладки полиэтилеиовых труб и небронированных пневмокабелей на открытых конструкциях и наружных установках должны быть выбраны с учетом защиты их от действия прямых солнечных лучей элементами зданий, эстакад, электриче-

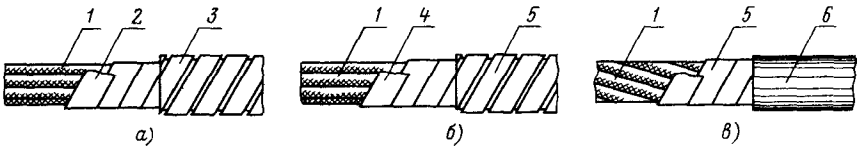


Рис. 5.1. Семитрубный пневмокабель марок ТПБББГ (*а*), ТПВБбГ (*б*) и ТПО (*в*):

1 — трубы полиэтнленовые; *2* — обмотка из лент кабельной бумаги с защитным покровом БбГ; *3* — броня из двух стальных лент; *4* — обмотка из лент из поливинилхлоридного пластиката с защитным покровом БбГ; *5* — обмотка лентой из полиамидной пленки; *6* — оболочка из поливинилхлоридного пластиката

ских и трубных проводок и т. п. Во всех случаях, когда направления трубных проводок пневмокабелей и электропроводок совпадают, рекомендуется выполнять их совмещенными (в общих каналах, туннелях, на эстакадах), если это допустимо по условиям совместной прокладки.

3. Радиусы изгиба труб должны быть минимальными. Для пневмокабеля они должны составлять не менее 10 его наружных диаметров (при температуре до −40 °С); для районов с пониженными температурами (от −40 до −50 °С) допустимый радиус изгиба должен быть не менее 20 наружных диаметров кабеля. При совместной прокладке трубных и электрических проводок по установленным сборным кабельным конструкциям трубы и пневмокабели следует располагать ниже электропроводок.

Расстояние в свету от трубных проводок и пневмокабелей должно быть: до технологических трубопроводов высокого давления и трубопроводов, несущих жидкости или газы, химически активные к материалам оболочек кабелей, – не менее 500 мм; до трубопроводов с горячими жидкостями или газами и до других теплоизлучающих поверхностей с температурой до 100 °С – не менее 100 мм, при более высокой температуре расстояние должно быть таким, чтобы температура нагрева полиэтиленовых труб и пневмокабелей не превышала 60 °С, либо необходимо предусматривать их защиту экраном с расстоянием в свету между экраном и пневмокабелем не менее 100 мм.

Для экономии места и материалов, а также уменьшения на трубных проводках сбора осадков (в виде пыли и влаги) поддерживающие конструкции необходимо выбирать с минимальными горизонтальными поверхностями, причем расстояние между поддерживающими конструкциями для лотков или легких мостов как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости должно быть не более 2 м; расстояние между поддерживающими конструкциями для коробов должно составлять не более 3 м, а для мостовых конструкций, устанавливаемых между колоннами, – не более 6 м.

При разбивке трасс под установку защитных коробов необходимо учитывать следующие требования: расстояние по горизонтали от коробов до стен, колонн, стоек, эстакад и других вертикальных элементов зданий и сооружений, а также между параллельно проложенными коробами должно быть не менее 50 мм; расстояние по вертикали от потолков или балок перекрытия и т. п. до крышек коробов должно составлять не менее 300 мм.

При расположении под потолком нескольких коробов в один горизонтальный ряд расстояние до потолка должно быть увеличено с расчетом свободного доступа к крышкам коробов, находящихся в середине ряда или около стены. Кроме того, расстояние между коробами и технологическими трубопроводами должно составлять: при параллельной прокладке – до трубопроводов, проходящих под коробами или с их боков, не менее 100 мм, над ними – не менее 250 мм; при пересечении – до трубопроводов, проходящих под коробами или с их боков, не менее 50 мм, над ними – не менее 250 мм.

Расстояние между коробами и трубопроводами с горячими жидкостями или газами должно быть: при параллельной прокладке – до трубопроводов, проходящих с любой стороны, не менее 250 мм; при пересечении – до трубопроводов, проходящих под коробами или с их боков, не менее 100 мм; над ними – не менее 250 мм.

При проверке направления трасс необходимо убедиться в том, что при установке поддерживающих конструкций и других элементов не будут повреждены скрытые электропроводки и нарушена прочность строительных конструкций.

ПОРЯДОК РАЗБИВКИ ТРАСС

Трассы для трубных проводок размечают в следующей очередности.

1. Исходя из места расположения трубной проводки, выделенного технологической частью проекта, по стенам, колоннам, перекрытиям наносят в натуре линию проходящей трассы. 2. Размечают места крепления и установки поддерживающих конструкций и других элементов трассы. 3. Проверяют правильность разбивки трассы на соответствие ее проекту.

Нанесение в натуре линий трассы начинают с определения координат начала и конца ее, а при большой протяженности трассы – с определения промежуточных координат на расстоянии не более 15 м методом нанесения отчетливых меток (мелом, углем, краской и др.). Строительные отметки по высоте и расстоянию от осей строительных конструкций до исходных отметок указаны в чертежах проекта автоматизации или проекта производства работ. Исходными являются отметки, нанесенные на конструкциях зданий и сооружений строительной организацией.

Наносят координаты следующим обра-

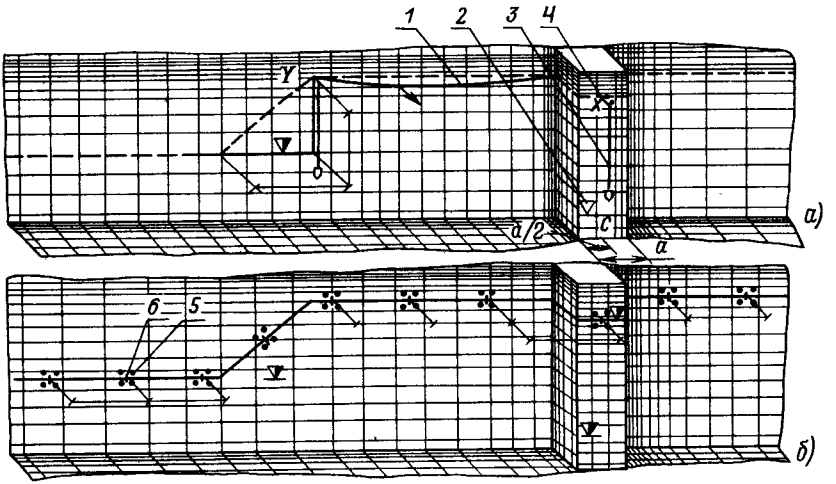


Рис. 5.2. Пример разметки трубной трассы для прокладки пневмокабелей:

а — нанесение линий трассы; *б* — разметка мест крепления и установки поддерживающих конструкций; *1* — шнур; *2* — строительная отметка; *3* — отвес; *4* — точка начала разметки трассы; *5* — место пробивки отверстия для крепления поддерживающих конструкций; *6* — осевая линия поддерживающей конструкции

зом (рис. 5.2). Если необходимо найти точку трассы *X* на колонне, то определяют вначале вертикальную метку оси колонн, например делением ее ширины пополам. По этой отметке с помощью отвеса наносят вертикальную ось, на которую затем переносят имеющуюся строительную высотную отметку и делают горизонтальную отметку *С* на оси. От отметки *С* по оси колонны отмеряют заданное расстояние по вертикали до искомой точки и наносят на оси колонны горизонтальную отметку. Пересечение меток и является искомой точкой *X*.

Если необходимо найти точку трассы *Y* между колоннами, то от ранее определенной точки *X* отмеряют по горизонтали заданное расстояние до искомой точки и наносят вертикальную метку. В пересечении вертикальной и горизонтальной меток и находится искомая точка *Y*.

Следующие координаты трассы определяют аналогичным способом. Между найденными точками координат наносят линию трассы с помощью шнура, натертого мелом (на белой стене и потолке — цветным мелом).

Разметку мест установки поддерживающих конструкций и других элементов трассы выполняют следующим образом: наносят на линии трассы осевые вертикальные линии поддерживающих конструкций и других элементов, отмеряя расстояние от начала трассы; в соответствии с типами поддерживающих конструкций и других элементов, а также способами их крепления размечают места пробивки или сверления отверстий, места прилегания конструкций для пристрелки и приварки, нанося не менее двух взаимно перпендикулярных линий прилегания (верхней и боковой либо нижней и боковой); при прокладке труб по железобетонным основаниям проверяют арматуроискателем отсутствие арматуры в местах сверления и пробивки отверстия или забивки дюбеля. Если это место попало на арматуру, то опорную конструкцию или другой элемент нужно сместить вдоль линии трассы, не превысив указанного выше расстояния между опорными конструкциями.

После окончания разметки трассы со всеми ее элементами сверяют нанесенную в натуре трассу с проектом автоматизации или проектом производства работ.

УСТАНОВКА ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Устанавливают поддерживающие конструкции и другие элементы трубных проводок в следующей очередности: подготавливают строительные (основания) и поддерживающие конструкции и другие элементы проводки к установке; устанавливают и крепят поддерживающие конструкции к строи-

тельным основаниям и конструкциям; проверяют правильность установки поддерживающих конструкций; устанавливают короба, лотки, мосты и другие элементы на поддерживающие конструкции, а также крепят тросовую проводку.

Крепят поддерживающие конструкции следующими основными способами: с использованием закладных элементов (вмазных штырей, дюбелей с распорной гайкой и т. п.); пристрелкой пистолетом ПЦ-84 и приваркой. Каждый способ крепления поддерживающих конструкций требует соответствующей подготовки строительных конструкций.

Подготовку строительных конструкций (оснований) при креплении поддерживающих конструкций с использованием закладных элемеитов производят в таком порядке: пробивают (сверлят) отверстия (гнезда) по разметке; очищают поверхность строительной конструкции и гнезда от остатков кладки, раствора, бетона, грязи и т. п.; удаляют штукатурку (при ее наличии) на всей площади прилегания поддерживающей конструкции. Очищают поверхность металлическими скребками, стальными щетками или другим ииструментом; устаиавливают закладные элементы в строительную конструкцию (основание).

Пробивные и сверлильные работы иеобходимо выполнять с применением стандартного дыронробивного и сверлильного инструмента (см. разд. 3).

5.4. ОБРАБОТКА ТРУБ

Поступающие на монтажную площадку или МЗМ трубы перед обработкой тщательно осматривают. При осмотре могут быть выявлены некоторые дефекты труб: трещины, свищи, плены, рванины, вмятины (глубиной более 0,5 мм) и овальности (свыше 10% диаметра). Трубы, имеющие указанные дефекты, не применяют при монтаже приборов и средств автоматизации. Трубы, отобранные и проверенные на прямолинейность и на проходимость сжатым воздухом, подвергают дальнейшей обработке.

Обрабатывают трубы по технологическим картам, разрабатываемым монтажной организацией, выполняющей эту работу, или по утвержденным типовым технологическим картам. Трубы, изготовленные из легированных сталей, разрезают механическим способом с применением труборезов или других специальных устройств. Трубы из меди перед обработкой отжигают, нагревая до светло-вишневого каления и быстро охлаждая в воде. Иногда медные трубы поступают с завода отожженными (мягкими). В этом случае отжиг не требуется. После отжига трубы выравнивают с помощью специальных приспособлений или лебедки; отожженные медные трубы натягивают; за счет натяжения трубы легко выравниваются по всей длине.

Все операции по подготовке труб к монтажу выполняют на специальных площадках или цехах МЗМ, оборудованных стендами с трубоприжимами. В связи с увеличением объемов работ по монтажу приборов и средств автоматизации, а соответственно и увеличением работ по монтажу трубных проводок в практику монтажных работ начали внедряться универсальные станкн и технологические линии по комплексной обработке труб (см. разд. 3).

Правка труб. Трубы, имеющие недопустимую кривизну, должны быть выправлены. Для правки стальных труб используют механизмы или приспособления с электрическим, гидравлическим или пневматическим приводом. Для правки медных труб могут быть использованы ручные приспособления (рис. 5.3). Изогнутую трубу вставляют в приспособление (жестко закрепленное на основа-

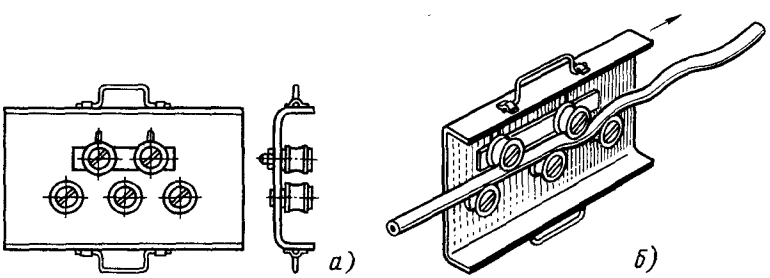


Рис. 5.3. Приспособление для правки медных труб:
а — общий вид; *б* — правка трубы

нии монтажного верстака) и вручную протягивают между роликами. Если приспособление перемещают по трубе, то один ее конец закрепляют.

Очистка труб. Наружную поверхность труб очищают металлическими щетками на стеллажах с постепенным повертыванием очищаемой трубы вокруг ее оси или иа специальных линиях по обработке труб. Внутреннюю поверхность очищают металлическими ершиками, пропуская их внутри трубы. После очистки с поверхности трубы кистью смахивают металлическую пыль и затем трубу продувают воздухом.

При особом указании в проекте трубы, арматуру и другие элементы трубных проводок обезжиривают четыреххлористым углеродом.

Разметка труб. Место рабочего, производящего очистку труб, должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию. Разметку труб производят с применением измерительиого инструмента: металлической линейки, метра, измерительных рулеток, штангенциркуля, чертилок, кернера и т. п. Трубы размечают на стеллажах, отмеряя заданиую длину трубы и нанося риски с последующей керновкой кернером. При разметке указывают места реза, оси, коитуры отверстий под штуцера, точки начала и конца изгиба, линии фасонной обрезки концов труб и т. п.

При изготовлении гнутой детали определяют и размечают заготовительную длину прямого участка трубы. Длиа прямого участка трубы (мм) для получения гнутой детали определяется по формуле

$$L = d\pi R/180 + l = 0{,}01745,$$

где d — угол изгиба, град; R — радиус изгиба, мм; l — длина прямого участка для зажима трубы при гнутье, мм.

Разметка мест реза в гнутых деталях и элементах трубных проводок производится после выполнения гибочных работ.

При разметке стальных труб, подлежащих огневой резке, необходимо учитывать припуск 3—4 мм на каждый рез трубы.

Резка труб и снятие заусенцев. Резку стальных труб рекомендуется производить иа приводных станках при помощи иожовочных полотеи, металлических или абразивных кругов толщиной 2—3 мм. Медиые и стальиые трубы можно резать ручными иожовками и труборезами.

При резке металлическим диском трубу укладывают на свободно вращающиеся длинные ролики. Во время резки труба получает вращение непосредствеино от вращающегося диска. При резке длинных труб их концы должны поддерживаться боковыми стойками с ограждениями. При ручной резке разрезаемую трубу закрепляют в трубоприжиме или слесарных тисках. Газопламенную резку труб выполняют ацетилено-кислородными, бензо (керосино)-кислородными резками, а также с применением заменителей ацетилена (пропан-бутана и т. п.).

При резке труб необходимо выполнять следующие требования: а) обрез трубы должен быть чистым, без заусенцев (заусенцы снимают зенкерами или напильниками), а при газопламениой резке — без иаплывов; б) труба должна быть отрезана под заданиым углом к оси трубы, отклонение от которого не должно превышать 0,5 мм на диаметре; в) резка труб должна производиться до конца без излома; г) после резки ручными труборезами концы труб ие должны иметь завальцовки.

Для разбортовки медных труб применяют специальное приспособлеиие, названное разбортовкой. При разбортовке конец трубы зажимают между губками в гнезде соответствующего диаметра, затем ввертывая винт с коническим пуансоном, производят разбортовку конца трубы. Перед разбортовкой необходимо надеть на конец медной трубы накидную гайку.

Сверление отверстий. Сверление отверстий в стальных трубах производится на сверлильных станках с помощью электро- или пневмосверлилок. Перед сверлением отверстий в трубе проверяют наличие разметки, определяющей положение отверстий. Затем трубу закрепляют в приспособлении. После сверления острые кромки отверстия защищают от заусенцев напильником или трехгранным шабером.

Резьбу на водогазопроводных трубах нарезают на трубонарезных станках резьбонарезными тангенциальными плашками или вручную клуппами. Труба, закреплеиная в зажимном самоцентрирующем устройстве подвижной каретки, подается к резьбонарезной головке. Нарезка резьбы производится вращающейся и самораскрывающейся головкой с тангенциальными плашками. Для предотвращеиия быстрого износа режущего инструмента в зону нарезки резьбы должна подаваться охлаждающая жидкость.

При нарезке резьбы вручную трубу закрепляют в зажимном устройстве (трубоприжиме, тисках), установленном на слесарном верстаке. Затем поверхность конца трубы смазывают машинным маслом и с помощью клуппа нарезают резьбу на заданную длину.

Поверхность нарезанной резьбы на трубах должна быть чистой, без рванин и вы-

крашивания. После нарезки резьбу проверяют резьбовыми калибрами (кольцами).

Гибка труб. Гибка труб производится на трубогибочных станках и ручных трубогибах. Гибка стальных труб на трубогибочных станках производится с помощью подвижных и неподвижных роликов; станок настраивают на заданный угол изгиба. При гибке ручным гидравлическим трубогибом трубу устанавливают между нажимной и опорными колодками. Затем ручным гидравлическим насосом перемещают нажимную колодку, которая радиусным ручьем изгибает трубу под заданным радиусом и углом.

Медные трубы гнут ручными трубогибами. Изгибаемую трубу заводят между двумя роликами, при этом конец ее должен проходить сквозь хомут (крючок) неподвижного ролика. Затем вручную изгибают трубу, вращая рукоятку с подвижным роликом вокруг неподвижного. Радиус внутренней кривой изгиба трубы выбирают по табл. 5.12.

Размеры радиуса внутренней кривой изгиба трубы в табл. 5.12 приняты из расчета: а) для стальных труб, изгибаемых в холодном состоянии, – четыре наружных диаметра и для труб, изгибаемых в горячем состоянии, – три наружных диаметра; б) для медных труб, изгибаемых в холодном состоянии, – два наружных диаметра.

На изогнутой трубе не должно быть складок, трещин или иных дефектов. Овальность сечения труб в местах изгиба, определяемая отношением разности наибольшего и наименьшего наружных диаметров изогнутой трубы к наружному диаметру трубы до гибки, не должна превышать 10%.

Таблица 5.12. **Минимальные радиусы внутренней кривой изгиба труб**

Наименование труб	Наружный диаметр, мм	Радиус внутренней кривой изгиба трубы, мм	
		Гибка в холодном состоянии	Гибка в горячем состоянии
Стальные водогазопроводные неоцинкованные и оцинкованные	13,5	54,0	40,0
	21,3	85,0	65,0
	26,8	87,0	80,0
	33,5	134,0	100,0
	48,0	240,0	180,0
Бесшовные из углеродистой стали	8	32,0	24,0
	10	40,0	30,0
	14	56,0	42,0
	16	72,0	54,0
	22	88,0	66,0
Медные	6	12	–
	8	16	–
	10	20	–

Окраска труб и несущих конструкций. Окраска защитит наружные поверхности трубных проводок от коррозии.

Несущие конструкции, по которым прокладывают трубные проводки, защищают от коррозии такими же покрытиями, какие применяют для защиты трубных проводок. Защитные покрытия выбирают в зависимости от температуры трубной проводки и характера окружающей среды. Рекомендуемые защитные покрытия для трубных проводок и несущих конструкций для различных окружающих сред приведены в табл. 5.13.

Окраску труб производят в специально оборудованных помещениях с приточно-вытяжной вентиляцией. Нанесение краски на поверхность труб может осуществляться пистолетами-краскораспылителями (пневматическими и электромеханическими) и ручными кистями. Внутреннюю окраску труб производят на МЗМ на технологических линиях для обработки труб.Перед нанесением краски поверхности труб необходимо хорошо очистить, а в некоторых случаях обезжирить.

Окрашенные поверхности должны быть гладкими, без пропусков, морщин и трещин. Цвет окраски трубных проводок в зависимости от заполняющих их сред должен выбираться проектной организацией в соответствии с «Указанием по рациональной цветовой отделке поверхности производственных помещений и технологического оборудования промышленных предприятий» (СН 181-70). При отсутствии соответствующих указаний применяют черный цвет.

5.5. ПРОКЛАДКА ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Применяют следующие способы прокладки трубных проводок: а) прокладка по месту одиночных и групповых трубных проводок; б) прокладка групповых трубных проводок готовыми трубными блоками (полносборный способ).

Прокладка одиночных труб. Образованию потока труб, собираемого в блоки, предшествует разводка одиночных труб, идущих от отборных устройств, исполнительных механизмов, датчиков, отдельно стоящих приборов. Трубные проводки, собранные из труб, фасонных частей, арматуры и соответствующего вспомогательного оборудования, должны образовывать непрерывную прочную с плотными соединениями линию.

Таблица 5.13. **Защитные покрытия для трубных проводок, стальных коробов и несущих конструкций**

Материал	Применение	Растворитель
Грунтовка ГФ-021 (ГОСТ 25129–82) Грунтовка ГФ-0119 (ГОСТ 23343–78)	Для всех атмосферных и химически стойких покрытий; высыхает при 18–23 °С за 48 ч	Сольвент (ГОСТ 1928–79 или ГОСТ 10214–78), ксилол (ГОСТ 9410–78 или ГОСТ 9949–76)
Шпатлевка ХВ-005 (ГОСТ 10277–76)	Для подготовки металлических поверхностей под окраску эмалями	Растворитель Р-4 (ГОСТ 7827–74)
Шпатлевка НЦ-008 (ГОСТ 10277–76)	Для подготовки металлических поверхностей под окраску нитроэмалями	То же
Эмаль ПФ-115 Эмаль ПФ-133 (ГОСТ 926–82)	Для окраски предварительно загрунтованных поверхностей, атмосферостойкая	Сольвент, ксилол
Лак БТ-577; краска БТ-177 (ГОСТ 5631–79)	Антикоррозионное и декоративное термостойкое покрытие; высыхает при 18–23 °С за 16–24 ч	Сольвент, уайт-спирит (ГОСТ 3134–78)
Эмаль НЦ-1200 (ТУ–6–10–1011–75)	Атмосферостойкая, прочная, хорошо сцепляется с окрашиваемой поверхностью; высыхает за 20–30 мин	Растворитель 646 (ГОСТ 18188–72)
Белила свинцовые (ГОСТ 12287–77)	Для атмосферостойких покрытий; высыхает при 18–22 °С не более 24 ч	Олифы ГОСТ 7931–76)
Лак ПФ-170 (ГОСТ 15907–70)	Для защиты металла от действия слабых агрессивных сред при температуре 200–350 °С; высыхает при 80 °С не более 2 ч	Ксилол, сольвент и уайт-спирит
Лак каменноугольный (ГОСТ 1709–75)	Для защиты металла от действия слабых кислот и щелочей, а в композиции с перхлорвиниловым лаком в отношении 1 : 1 для более сильной концентрации этих сред	Бензол (ГОСТ 8448–78), сольвент, ксилол; композиция с перхлорвиниловым лаком разводится растворителем Р-4 (ГОСТ 7827–74)
Лак БТ-5100, БТ-5101 (ГОСТ 312–79, ТУ 6–10–1270–72)	Для кратковременной защиты; высыхает полностью за 2 ч	Смесь уайт-спирита, скипидара и бензола
Лак ХВ-784, эмаль ХВ-785 (ГОСТ 7313–75)	Для защиты труб и конструкций от воздействия агрессивных газов, кислот и слабых щелочей; высыхает при 18–22 °С за 1 ч	Растворитель Р-4
Эмаль ВН-780 (ТУ 6–10–1298–72)	Хорошая химическая стойкость к кислотам, щелочам и другим реагентам; хорошая водостойкость. Наносить непосредственно по металлу в два-три слоя, по грунтовке ГФ-20 в один-два слоя	Сольвент, ксилол, скипидар, уайт-спирит
Эмали перхлорвиниловые марки ХВ-1100, цветов: зеленая, серо-синяя, красная, защитная (ГОСТ 6993–79)	Для защиты атмосферостойких покрытий и покрытий, стойких против действия слабых агрессивных сред; сохнут при 18–22 °С не более 1 ч	Растворитель Р-4

Трубные проводки прокладывают по кратчайшим расстояниям между соединяемым приборами и агрегатами в местах, доступных для монтажа, обслуживания и ремонта, с минимальным числом поворотов и пересечений, в местах без резких колебаний температур окружающего воздуха, не подверженных сильному нагреванию или охлаждению, возможно дальше от технологических агрегатов и электрооборудования, а также от мест, где возможны сотрясения, вибрации или механические повреждения.

Одиночные и ~~групповые~~ трубные проводки, а также несущие конструкции для них разрешается прокладывать по стенам, перекрытиям, колоннам и прочим элементам зданий, а также по эстакадам, несущим технологические трубопроводы или специально устанавливаемым. Трубные проводки всех назначений, как правило, должны прокладываться на расстоянии 25—30 мм от стен и перекрытий. Одиночные трубные проводки, кроме алюминиевых труб, труб из нержавеющих сталей и труб из пластмассы, допускается прокладывать непосредственно по стальным, бетонным и кирпичным поверхностям с прикреплением скобами или хомутами.

Прокладка групповых трубных проводок. Групповые трубные проводки прокладывают: на общих несущих конструкциях и мостиках, на стальных гнутых профилях типа уголков, на перфоконструкциях (см. разд. 3) и на прямоугольных и пакетных обоймах (рис. 5.4).

Прокладка трубных проводок скрыто под штукатуркой, в заливаемых бетоном перекрытиях или непосредственно в земле запрещается; при необходимости подвода к приборам и оборудованию по полу трубные проводки должны прокладываться в каналах со съемным перекрытием.

Трубные проводки из цветных металлов и пластмассы защищают от механических повреждений. Все трубные проводки, заполняемые средой с температурой выше 80 °С, проложенные на расстояниях менее 2,5 м от пола, ограждают от возможных прикосновений людей. Трубные проводки всех назначений и капилляры манометрических термометров, проходящие через зоны повышенного нагрева, надежно защищают от излучения теплозащитными экранами. Трубные проводки для измерения давления или разрежения приборами типа дифференциальных манометров, проходящие через зоны с повышенным нагревом, должны выполняться двухпроводными независимо от наличия теплового экрана.

В пыльных помещениях трубные проводки должны быть проложены в один слой на расстояниях от стен, позволяющих удалять пыль щетками, смыванием водой или обдувкой воздухом. В особо сырых помещениях конструкции, несущие трубные проводки, должны разбираться для очистки, окраски или их замены новыми. При невозможности применения разборных конструкций постоянно устанавливаемые несущие конструкции должны быть изготовлены из стальных профилей толщиной не менее 4 мм.

Расстояния в свету как по горизонтали, так и по вертикали между параллельными трубными проводками к приборам и средствам автоматизации (кроме теплопроводов и трубопроводов, заполненных горючими жидкостями или газами) и открыто проложенными небронированными силовыми или контрольными кабелями должно быть не ме-

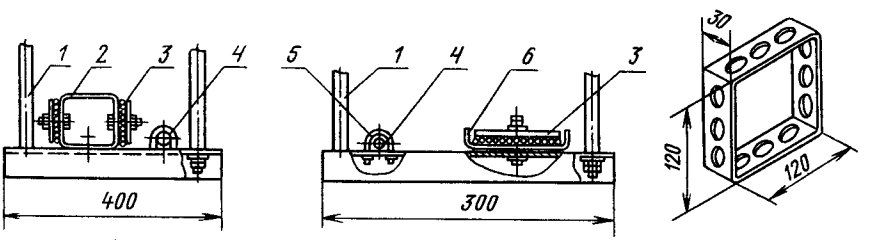


Рис. 5.4. Примеры прокладки труб:

а — прокладка одиночной трубы и групповая прокладка труб на прямоугольной обойме; *б* — прокладка одиночной трубы и групповая прокладка на пакетной обойме; *в* — общий вид прямоугольной обоймы (поз. *2* на рис. 5.4, *а*); *1* — подвеска; *2* — прямоугольная обойма; *3* — групповая скоба; *4* — одиночная труба; *5* — хомут; *6* — пакетная обойма

нее 0,5 м. Прокладка трубных проводок на меньших расстояннях допускается при условии защиты кабелей от механических повреждений на протяжении всего участка сближения плюс по 0,5 м с каждой стороны сближения.

Трубные проводки, заполненные горючими газами, которые тяжелее воздуха, или жидкостями, должны быть расположены ниже или сбоку электрических проводок на расстоянии не менее 1 м; при меньшем расстоянии между ними устанавливают экран из материала, препятствующего возникновению электрической дуги. Трубные проводки, заполненные горючими газами, которые легче воздуха, должны располагаться выше или сбоку электропроводок на расстоянии не менее 1 м.

Расстояние в свету между холодными трубными проводками к приборам и средствам автоматизации и силовыми или осветительными электрическими проводами и кабелями при пересечениях должно быть не менее 0,5 м; при необходимости уменьшения этого расстояния кабель должен быть защищен от механических повреждений на протяжении всего пересечения плюс по 0,5 м с каждой стороны пересечения.

Расстояние в свету между трубными проводками, излучающими теплоту, и электрическими проводками при их пересечении должно быть не менее 1 м; при необходимости уменьшения этого расстояния на трубную проводку должна быть наложена тепловая изоляция на протяжении всего пересечения плюс по 1 м с каждой стороны пересечения.

Проходы для трубных проводок. Проходы для труб через стены и перекрытия в зависимости от категорий смежных помещений выполняют открытыми или уплотненными.

Трубные проводки, проходящие через наружные или внутренние стены и перекрытия, выполняют по рабочим чертежам или типовым конструкциям в открытом или уплотненном исполнении.

Открытые проходы для трубных проводок через стены и перекрытия нормальных помещений выполняют: при групповых проводках через стены – в виде открытого проема, обрамленного угловой сталью, или в виде заделанного в стене стального короба; при групповых проводках через перекрытия – в виде заделанного в перекрытии стального короба (см. табл. 5.15).

В случае прокладки одиночных проводок через стены и перекрытия в строительные конструкции (см. табл. 5.15) заделывают закладные трубы.

После завершения монтажных работ по прокладке одиночных и групповых трубных проводок, включая пневмоблоки, через наружные или внутренние стены зданий и сооружений, открытые проходы между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями, а также через внутренние стены сырых, особо сырых, пыльных помещений и помещений с химически активной средой уплотняют легкопробиваемыми строительными материалами (цемент с песком, глина с песком, глина с цементом и песком или смесь асбеста с гипсом). Конструкция проходов должна быть выполнена таким образом, чтобы при необходимости возможно было обеспечить замену трубных проводок без нарушения стен и перекрытий в месте прохода. Уплотненные проходы трубных проводок выполняют тогда, когда по условиям эксплуатации смежные помещения не должны сообщаться между собой, а также при переходе из одной взрыво- или пожароопасной зоны в другую и при переходе из взрыво- или пожароопасной зоны в нормальное помещение.

Открытыми называют проходы, выполненные в виде проемов в стенах и перекрытиях зданий и сооружений, через которые проходят трубные проводки и которые не требуют уплотнения герметизирующими материалами или уплотненные легкими замазками. Открытые проходы должны иметь обрамление, исключающее разрушение проемов в процессе эксплуатации. Открытые проходы через наружные стены или через стены между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями должны уплотняться теплоизоляционными и несгораемыми материалами (для проемов) и невысыхающими замазками (для гильз).

Открытые проходы пластмассовых труб и пневмокабелей через внутренние стены нормальных помещений должны быть выполнены с помощью гильз, заделанных в стены, или через строительные проемы. В гильзы с обеих сторон должны быть установлены пластмассовые втулки. Диаметр гильз в зависимости от числа и диаметра пластмассовых труб определяют по табл. 5.14.

При прокладке пластмассовых труб и пневмокабелей в коробах открытые проходы следует осуществлять через проемы, используя отрезки короба. При проходе короба через наружные стены или через стены между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями внутренняя полость короба уплотняется минеральной ватой на толщину стены.

Уплотненными называют проходы, вы-

Таблица 5.14. **Условный проход гильз для прохода пластмассовых труб**

Условный проход гильзы, мм	Число труб различных диаметров, мм		
	6	8	10
20	1	1	1
25	4	1	1
32	7	5	3
40	19	7	7
50	31	19	7

полненные либо с помощью стальных плит с установленными на них переборочными соединениями или с вваренными в них патрубками, либо с помощью коробов с песочным затвором (для групповых проводок и пневмокабеля), либо с помощью гильз с сальниками (для одиночных проводок). Стальные плиты, короба, гильзы и патрубки уплотненных проходов должны быть заделаны в стены и перекрытия так, чтобы газы, пары и пыль не проникали через щели и зазоры в соседние помещения. Уплотненные проходы выполняют тогда, когда по условиям эксплуатации смежные помещения не должны сообщаться между собой или когда оба смежных помещеиия либо одно из них относятся к категории взрыво- или пожароопасных помещений.

Открытые проемы в стенах или перекрытиях обрамляют способом, исключающим непроизвольное изменение размеров проемов в процессе эксплуатации. Конструкция обрамления открытых проемов должна допускать возможность смены труб без разрушения (даже частичного) стены или перекрытия в месте прохода. Проемы выполняют по действующим нормалям.

Примеры проходов трубных проводок через стены помещений прнведены в табл. 5.15.

Защита от вибраций. Прн наличии вибраций трубных проводок должны быть приняты меры либо к полному устранению, либо к изменению частоты и уменьшению амплитуды колебания до значений, при которых обеспечиваются прочность и плотность трубных проводок.

Для устранения или уменьшения вибраций применяют устройства, с помощью которых устраняют вибрации и сохраняют механическую прочность и герметичность трубных проводок в коробах, уголках или на мостиках с дополнительным закреплением в точках, отстоящих одна от другой на неравных расстояниях; закрепление труб во всех опорных точках, введение герметическнх гибких соединений, введение амортизирующих прокладок, скрепление труб между собой бандажами и т. д.

Уклоны. При монтаже трубных проводок должны быть выдержаны соответствующие уклоны. Трубные проводки прокладывают с односторонними уклонами, обеспечивающими сток конденсата и отвод воздуха или газов из импульсных и командных трубных проводок. Если односторонний уклон неосуществим, допускается деление труб на участки (ступени), как показано на рис. 5.5.

В самых низких точках каждой ступени трубных проводок, заполненных паром, воздухом или газом, должны быть установлены отстойные сосуды или устройства для спуска конденсата, если конфигурация трубопровода препятствует стоку конденсата иным путем. В самых высоких точках каждой ступени трубных проводок, заполненных жидкостями, должны быть устаиовлены газосборники для сброса воздуха или выделяющихся из жидкостей газов, если конфнгурация трубопровода препятствует выходу воздуха или газа иным путем. При измерении расхода жидкостей и пара уклон должен быть в сторону дифманометра, при измерении расхода воздуха или газа – в сторону сужающего устройства или сборника кондеисата. Трубные проводки, заполняемые сухим воздухом или сухими газами, допускается прокладывать без уклонов. Трубные проводки с различными уклонами, закрепляемые на общих несущих конструкциях, прокладывают по наибольшему уклону.

Горизонтальные трубные проводки в зависимости от назначения линий и измеряемых величин прокладывают со следующими минимальными уклонами: импульсные линии манометров, тягомеров, газоанализаторов н концентратомеров с уклоном 0,05; импульсные линии для расходомеров и уровнемеров с уклоном 0,1; командные линии пневматических и гидравлических регуляторов с уклоном 0,05 и сливные самотечные маслопроводы гидравлических регуляторов и общие сливные (выбросные) линии с уклоном 0,1.

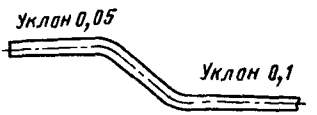
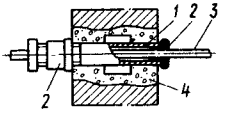
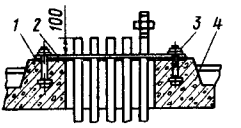
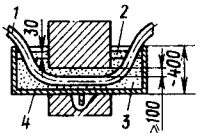
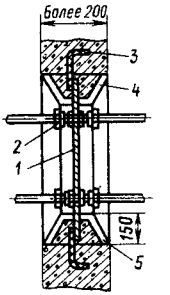
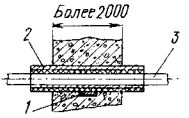
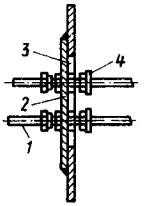
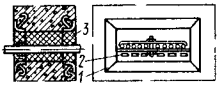
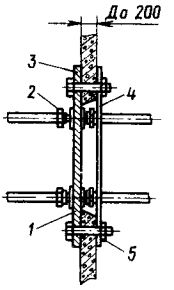
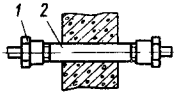


Рис. 5.5. Деление труб на участкн с разными уклонами

Таблица 5.15. **Примеры проходов трубных проводок через стены помещевий**

Вид прохода	Эскиз	Вид прохода	Эскиз
Открытый проход труб пневмокабелей через внутренние стены нормальных помещений: *1* — стальная втулка с резьбой, устанавливается только при проходе пластмассовых труб или пневмокабеля; *2* — сальник; *3* — пневмокабель; *4* — цементная стяжка		Уплотненный проход групповых трубных проводок, выполненный через стальную плиту с патрубками: *1* — уплотнение; *2* — плита стальная; *3* — болт закладной; *4* — цементная стяжка	
Открытый проход пластмассовых труб и пневмокабелей, проложенных в коробе, через стены между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями: *1* — пневмокабель; *2* — цементная стяжка; *3* — песок; *4* — стальной короб		Уплотненный проход групповых трубных проводок, выполненный через стальную плиту с переборочными соединителями: *1* — плита стальная; 2 — соединители; *3* — закладная деталь; *4* — цементная стяжка; *5* — обрамление	
Открытый проход одиночных стальных труб через наружные стены или стены между отапливаемыми помещениями: *1* — труба закладная; *2* — асбестовое уплотнение; *3* — труба стальная		Уплотненный проход пластмассовых труб (или пневмокабелей), выполненный через стальную плиту с металлическими переборочными соединителями: *1* — труба пластмассовая; *2* — плита стальная; *3* — перегородка стальная; *4* — соединители	
Открытый проход групповых трубных проводок (однослойных блоков) через наружные стены или стены между отапливаемыми или неотапливаемыми помещениями (при проходе через внутренние стены нормальных помещений уплотнение прохода не выполняется): *1* — короб стальной; *2* — перфорированный уголок; *3* — уплотнение		Уплотненный проход пневмокабелей через стены взрывоопасных помещений: *1* — плита стальная; *2* — соединитель; *3* — уплотнение; *4* — стальная оболочка; *5* — блок	
Уплотненный проход одиночных труб и пневмокабеля через стены взрывоопасных помещений (втулка устанавливается только при проходе пластмассовых труб и пневмокабеля): *1* — труба закладная; *2* — сальник			

Температурная компенсация. При прокладке трубных проводок необходимо учитывать изменение длины проводок, если колебания температуры за счет окружающей и заполняющей трубопровод среды превышают для стальных труб 32 °С и для медных 20 °С. В некоторых случаях эти колебания бывают настолько велики, что в результате вызываемые ими сжатия и расширения приводят к появлению опасных напряжений в трубопроводах. Чтобы избежать таких напряжений, при прокладке трубных проводок следует предусматривать температурные компенсаторы.

Основным элементом, самокомпенсирующим температурные изменения длины трубных проводок, является поворот труб. Для использования поворотов трубных проводок при самокомпенсации глухие крепления труб располагают на расстояниях, определяемых по графику температурной компенсации минимальной длины для прямых участков трубопровода с одним прямоугольным поворотом (рис. 5.6).

График составлен по соотношениям:

для стальных труб $l_{кр} = 0{,}063\sqrt{\Delta l D}$;

для медных труб $l_{кр} = 0{,}067\sqrt{\Delta l D}$;

для пластмассовых труб $l_{кр} = 17{,}3\sqrt{\Delta l D}$.

Минимальная длина прямого участка трубопровода

$$l_{кр} = \sqrt{1{,}5\varepsilon\,\Delta l\, D/\sigma_{изг}},$$

где $l_{кр}$ – минимальное расстояние от поворотов до точки жесткого крепления трубной проводки, м; D – наружный диаметр трубной проводки, мм; Δl – изменение длины трубной проводки, мм; ε – модуль упругости (для стали – $21 \cdot 10^4$ МПа, для меди – 9 МПа, для пластиката – $4 \cdot 10^3$ МПа);

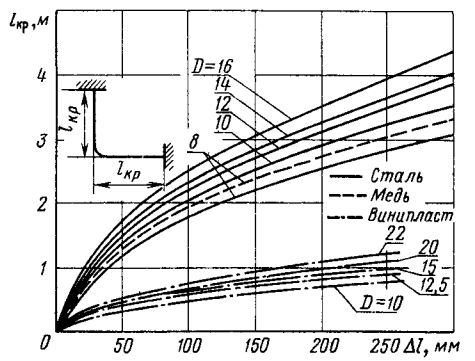


Рис. 5.6. График определения температурной компенсации для прямых участков трубопроводов с одним прямоугольным поворотом

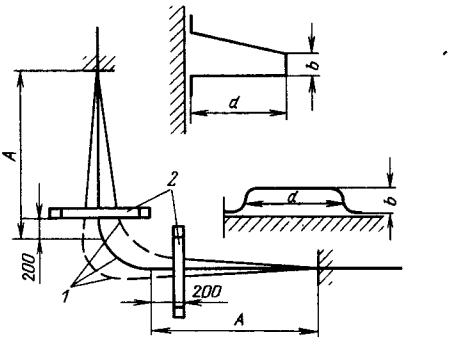


Рис. 5.7. Размеры крепежных скоб на компенсационном участке:

1 – трубы полиэтиленовые; *2* – крепежные скобы; *A* и *d* – размеры, определяемые по табл. 5.16; размер *b* зависит от диаметра трубы

$\sigma_{изг}$ – допустимое напряжение на изгиб (для стали – 80 МПа, для медн – 30 МПа, для пластиката – 40 МПа).

Запас прочности в зависимости от условий работы трубопровода принимают от полутора до четырехкратного.

При таком способе температурной компенсации прямой участок трубопровода, расположенный под углом к другому прямому участку трубопровода, воспринимает его удлинение за счет собственной упругой деформации. Крепление трубных проводок на таких поворотах следует предусматривать скобами, допускающими перемещение труб по обе стороны поворота на расстоянии 200 мм от изгиба (рис. 5.7).

Конфигурацию скобы выбирают в зависимости от вида крепления трубной проводки. При размещении *глухой опоры* (глухой опорой называют скобу, не допускающую перемещения трубной проводки на расстоянии *A* от поворота трубной проводки) длину скобы *d* выбирают по табл. 5.16.

При определении температуры изменений длины трубной проводки Δl в зависимости от коэффициента линейного расширения можно пользоваться графиком (рис. 5.8), который составлен по формуле

$$\Delta l = \alpha h \Delta t,$$

где α – коэффициент линейного расширения; h – начальная длина трубной проводки, м; $\Delta t = t_к - t_н$ – изменение температуры трубной проводки, °С; $t_к$ – конечная температура; $t_н$ – начальная температура в период эксплуатации трубопровода.

При составлении графика коэффициент линейного расширения α принят: для ста-

Таблица 5.16. **Размеры скоб для крепления трубных проводок на компенсационном участке (рис. 5.7)**

Расстояние от скобы до поворота трубной проводки A, м	d, мм, для металлических труб диаметром, мм					d, мм, для винипластовых труб диаметром, мм			
	сталь и медь			сталь					
	8×1	10×2	12×2	14×2	16×3	10	12,5	15–20	22
До 0,5	—	—	—	—	—	115	80	60	45
До 1	38	30	24	20	18	350	300	270	200
От 1 до 2	120	100	82	75	65	—	—	—	—
От 2 до 2,5	200	150	128	118	100	—	—	—	—
От 2,5 до 3	300	220	188	170	150	—	—	—	—
От 3 до 3,5	—	—	250	240	225	—	—	—	—

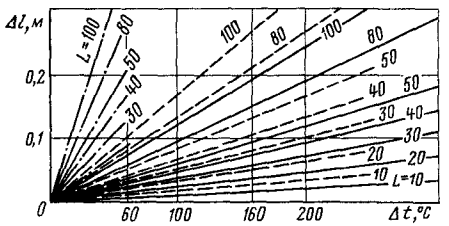


Рис. 5.8. Температурные изменения Δl длины трубной проводки:

——— — сталь; —·—·— — винипласт; – – – – медь

ли – 0,000012; для меди – 0,0000165; для полиэтилена низкой плотности – 0,00022; для полиэтилена высокой плотности – 0,00010; для поливинилхлорида – 0,00025.

Пример. Для определения температурного изменения длины трубопровода из полиэтилена низкой плотности принимаем: $h = 100$ м, $t_к = 45$ °С; $t_н = 15$ °С.

Удлинение составит: $\Delta l = 100 \cdot 0{,}0002 \times 45 - (-15) = 1{,}32$ м.

При переходе через температурные швы зданий на трубных проводках устанавливают П-образные гладкие компенсаторы (рис. 5.9). На трубных проводках, монтируемых горизонтально с уклонами, П-образные компенсаторы располагают так, чтобы компенсатор не являлся наивысшей или наинизшей точкой трубной проводки и исключалось накопленне в компенсаторе воздуха или конденсата.

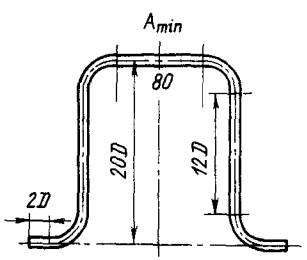


Рис. 5.9. Компенсатор П-образный для перехода трубопроводов через температурные швы зданий;

D – наружный диаметр; $R = 4D$ – радиус изгиба

5.6. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА НАРУЖНЫХ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Прежде чем приступить к прокладке наружных трубных проводок, необходимо точно определить места установки щитов, отборных устройств датчиков, индивидуальных приборов и других устройств, которые будут соединяться между собой трубопроводами. Определив направление и места прокладки трубных проводок, приступают к разметке. Разметку трубных проводок производят натягиванием шнура вдоль направления будущих потоков трубных проводок согласно рабочим чертежам. Вдоль натянутого шнура на наружных конструкциях, стенах, колоннах и т. п. размечают точки крепления будущего трубопровода или пучка труб. Затем приступают к установке опорных конструкций или подготовке места крепления скоб.

При монтаже наружных трубных проводок нельзя приваривать опорные и несущие конструкции трубных проводок и скобы к технологическим трубопроводам, работающим под давлением.

При прокладке наружных трубных проводок через дорогн для перевозки грузов высота должна быть 5–6 м (не менее) от уровня земли до опоры трубной проводки. При переходе через железнодорожное полотно расстояние от головки рельса до наружной поверхности тепловой изоляции должно быть не менее 6 м. При прокладке трубных проводок на высоте менее 2 м от уровня земли места для прохода людей должны быть снабжены подходами и переходами с лестницами.

Открытые трубные проводки должны обладать механической прочностью, способной противостоять воздействию ветров, гололедов и атмосферных осадков, имеющих место в соответствующем географическом районе. При определении нагрузок на трубные проводки по данным Гидрометеослужбы принимают наиболее невыгодные сочетания нагрузок от ветра, гололеда и атмосферных осадков, наблюдавшихся не реже одного раза в пять лет. Если температура окружающего воздуха может достигнуть значений, при которых вещество, заполняющее трубные проводки, может замерзнуть, загустеть или выделить замерзающие компоненты, для обогрева трубной проводки параллельно с ней должна быть проложена обогревная трубная проводка. На необогреваемую трубную проводку совместно с обогревной трубной проводкой должна быть наложена тепловая изоляция. Для указанных условий трубы из пластмассы применять запрещается.

Тепловая изоляция, накладываемая на трубные проводки к приборам и средствам автоматизации с обогревными трубными проводками, должна соответствовать следующим техническим требованиям для всех географических широт территории СССР: обладать температуроустойчивостью и массой, не вызывающих недопустимых механических напряжений в трубной проводке; не разрушаться от действия воды и масел; иметь необходимую механическую прочность; обладать огнестойкостью и антисептичностью и устойчивыми теплоизоляционными свойствами в течение всего амортизационного срока; не оказывать разрушающего действия на металл изолируемой поверхности; не выделять вредных газов при нагревании или охлаждении и обладать простотой и удобством для монтажа и демонтажа.

Конструкция тепловой изоляции, наложенной на трубные проводки с обогревной трубной проводкой, должна обеспечивать свободный доступ, без разрушения ее, ко всем узлам трубной проводки, подлежащим контролю, в процессе эксплуатации, в том числе к отборным и сужающим устройствам, конденсационным, уравнительным и прочим сосудам, разъемным соединениям и ответвлениям трубных проводок к приборам местного монтажа. Через каждые 8 – 10 м в тепловой изоляции должны быть устроены закрывающиеся отверстия для проверки температуры обогревной трубной проводки.

В отдельных случаях допускается прокладка металлических трубных проводок к приборам и средствам автоматизации под общей тепловой изоляцией с технологическими трубопроводами, выделяющими теплоту, при соблюдении вышеприведенных требований.

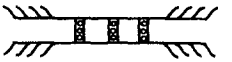
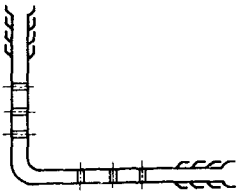
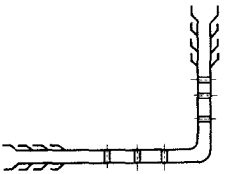
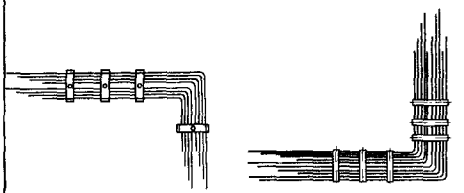
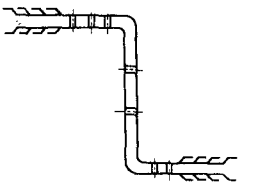
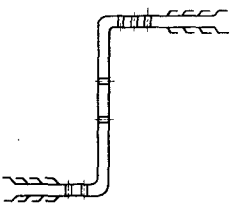
При прохождении трубных проводок через зоны повышенного нагрева, недопустимого для трубных проводок, на последние накладывают защитную тепловую изоляцию при соблюдении следующих требований: а) уклоны обогревных трубных проводок должны соответствовать уклонам обогревных трубных проводок; б) в нижних точках обогревной трубной проводки должны устанавливаться устройства для отвода конденсата; в) в месте подключения обогревной трубной проводки к магистрали теплоносителя обязательна установка запорной арматуры. Обогревная трубная проводка к запорной арматуре должна подключаться разъемным соединением; г) температура обогревной трубной проводки под тепловой изоляцией должна быть равна температуре, при которой вещество, заполняющее трубную проводку, сохраняет свое нормальное состояние.

5.7. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ТРУБНЫХ БЛОКОВ

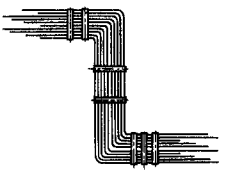
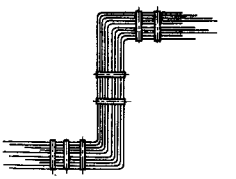
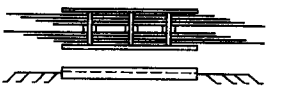
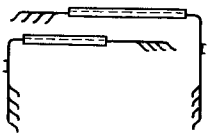
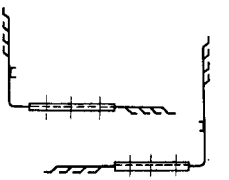
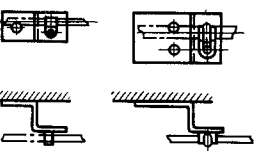
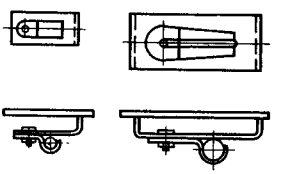
Для сокращения трудозатрат и сроков монтажа, снижения стоимости монтажных работ и повышения их качества трубные проводки от отдельных отборных устройств и первичных приборов до исполнительных механизмов и операторных помещений до начала монтажных работ собирают на МЗМ в трубные блоки. При большом их числе и протяженности, исчисляемой часто километрами, прокладка трубных проводок блочной конструкции дает большую экономию времени и затрат труда. Блочный способ монтажа трубных проводок дает возможность максимальной индустриализации трудоемких и значительных по объему монтажных работ. Трубные блоки, изготовленные в МЗМ, легко собирать, закреплять и опробовать на месте монтажа.

Для изготовления трубных блоков применяют чертежи типовых конструкций или чертежи, разработанные в ППР. Для выбора типовых конструкций трубных блоков можно пользоваться табл. 5.17. Например, по чертежам ГПИ «Проектмонтажавтоматика» ТК4-30-77 (табл. 5.17) собирают блок на мостовом каркасе, изготовленном из перфорированного профиля размером 32 × 16 × × 2,5 мм или из равнопологих гнутых угол-

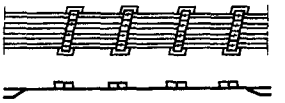
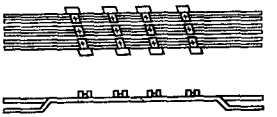
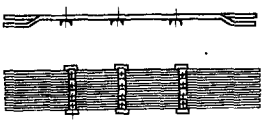
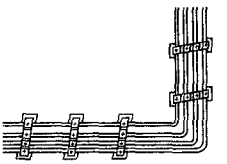
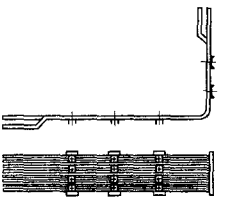
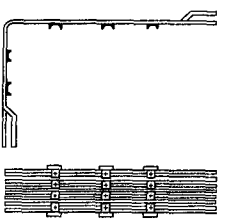
Таблица 5.17. **Трубные блоки и несущие конструкции**

Назначение	№ ТК	Эскиз
Блоки бескаркасные на обойме 120 для прокладки и крепления труб в блоки бескаркасным способом: прямые	ТК4-16-77	
угловые: а)	ТК4-17-77	
б)	ТК4-18-77	
в)	ТК4-19-77	
зетовые: а)	ТК4-21-77	
б)	ТК4-22-77	

Продолжение табл. 5.17

Назначение	№ ТК	Эскиз
в)	ТК4-23-77	
г)	ТК4-24-77	
Блоки мостовые для прокладки и крепления труб в блоки на мостовых конструкциях: прямые	ТК4-30-77	
угловые: а)	ТК4-31-77	
б)	ТК4-32-77	
прокладка одиночных труб: а) на бетонной (кирпичной) стене	ТК4-40-77	
б) на металлической конструкции	ТК4-41-77	

Продолжение табл. 5.17

Назначение	№ ТК	Эскиз
Блоки импульсных труб для прокладки и крепления импульсиых труб в блоки на металлических полках, мостах и лотках с высокими бортами: прямые:		
а)	ТК4-33-77	
б)	ТК4-34-77	
в)	ТК4-36-77	
угловые:		
а)	ТК4-35-77	
б)	ТК4-37-77	
в)	ТК4-38-77	

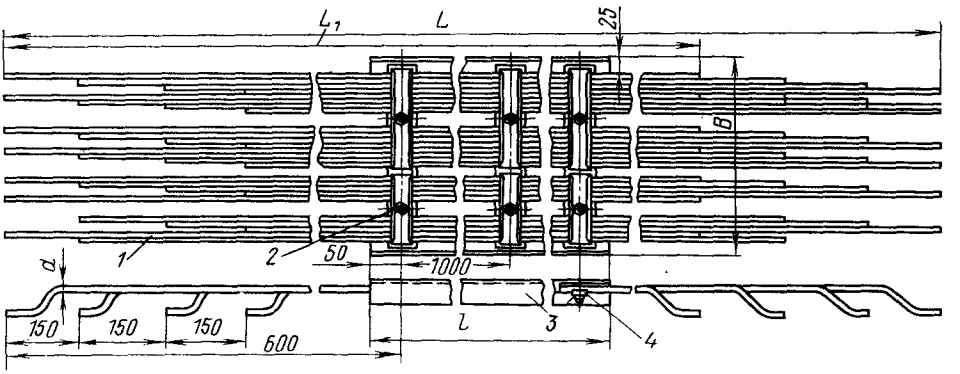


Рис. 5.10. Блок трубный на мостовом каркасе:
1 – трубы; *2* – скоба; *3* – мост; *4* – болт с гайкой; L_1 – длина блока по проекту; *L* – максимальная длина блока; *B* – ширина блока; *l* – длина моста

ков по ГОСТ 19771–74 размером 25 × 25 × × 2,5 и 32 × 32 × 2,5 мм. Ширина таких каркасов в зависимости от числа укладываемых труб может быть выбрана 400, 450, 500 и 600 мм, длина 6000, 12 000 мм для труб наружным диаметром 8, 10, 12, 14 и 16 мм. Максимальная длина такого трубного блока не должна превышать 12 000 мм. На таких каркасах могут быть уложены трубные проводки от 12 до 32 труб наружным диаметром 8 мм; до 24 труб наружным диаметром 10 мм; до 12 труб наружным диаметром 14 мм.

Изменение направления трубной прокладки, выполненной мостовыми блоками, осуществляется угловыми блоками (табл. 5.17), собранными на отрезках перфорированного профиля, а также блоками разной высоты, выполненными на тех же несущих конструкциях – перфорированных профилях. Угловые блоки позволяют менять направление трубных проводок как в одной, так и в разных плоскостях. При этом изгиб может быть выполнен под прямым углом. В смонтированных трубных проводках угловые вставки одновременно являются участками, компенсирующими температурные изменения (удлинения или сокращения) труб.

Трубные блоки, собранные в МЗМ и доставленные к месту прокладки трубных проводок, закрепляют на строительных конструкциях отдельными деталями крепления или закладными частями. Соединение труб в блоках может быть неразъемным (пайка, сварка) или разъемным – на резьбовых соединениях. Для пайки, сварки или установки резьбовых соединений на концах труб предусмотрены отгибы (утки) (рис. 5.10). Соединения располагают со смещением, чтобы обеспечить место между соседними трубами для выполнения пайки, сварки или работы гаечным ключом при резьбовых соединениях.

Мостовые трубные блоки рекомендуется применять для прокладки трубных проводок высокого давления (более 20 МПа) и с небольшим числом труб, преимущественно разных диаметров, в условиях, когда трубную проводку необходимо механически усиливать каркасом независимо от того, что наличие несущих каркасов увеличивает металлоемкость, массу и габариты блоков.

Монтажные организации широко применяют бескаркасные трубные блоки на пакетных скобах (рис. 5.11) и на прямоугольных обоймах (рис. 5.12). Блоки на пакетных скобках или так называемые пакетные блоки для медных труб наружным диаметром 8 мм собирают в пакетных скобах, располагаемых на расстоянии 500–600 мм друг от друга для медных и на расстоянии 600–1000 мм для стальных труб. Размеры пакетных скоб допускают прокладку в них до трех рядов труб, что дает возможность собирать блоки с большим числом труб. При производственной необходимости предусматривают возможность изготовления укрупненных блоков, предназначенных для совместной прокладки пакетного блока со стальными трубами воздушных коллекторов и защитных труб для электропроводки.

Укрупненный блок собирают на стальных угольниках, располагаемых на расстоянии 1500–1800 мм друг от друга. Изменение направления трубной проводки, прокладываемой пакетными блоками или блоками на прямоугольных обоймах, осущест-

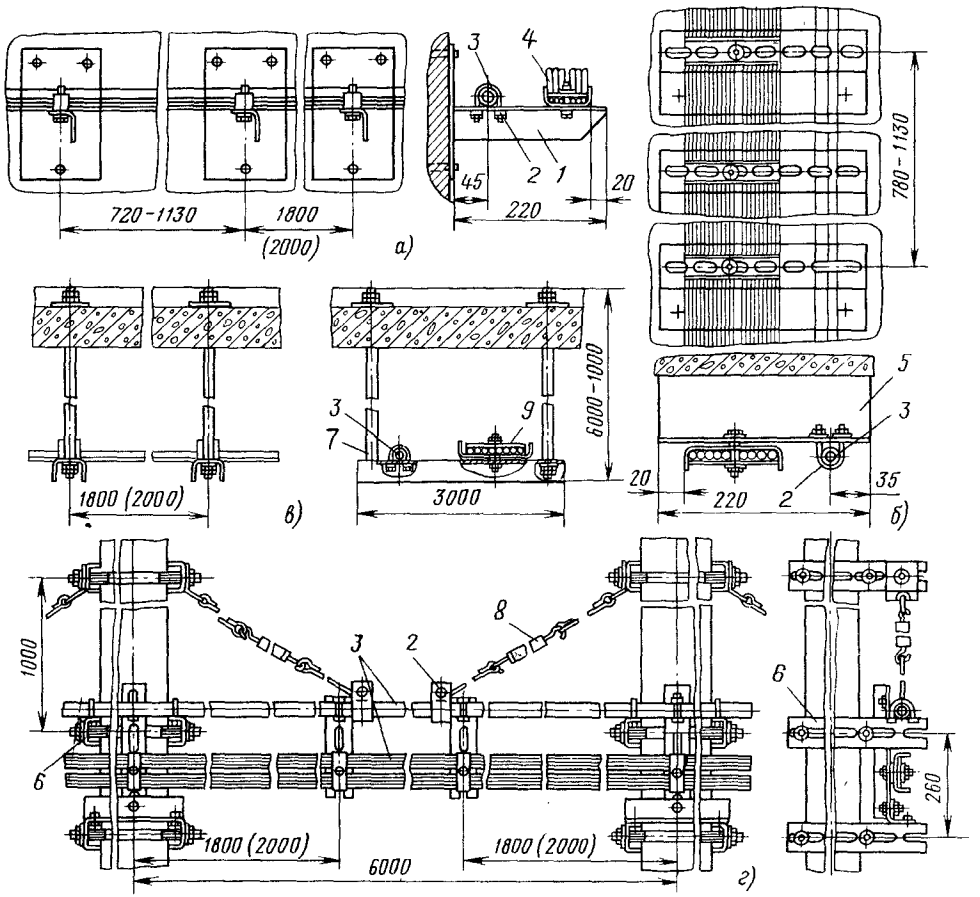


Рис. 5.11. Блоки трубные пакетные:

а — на кронштейнах; *б* — на Z-образных полках; *в* — на подвесках; *г* — на обхватах колонн; *1* — кронштейн; *2* — хомут; *3* — труба; *4* — блок трубный; *5* — полка Z-образная; *6* — обхват; *7* — подвеска; *8* — муфта натяжная; *9* — швеллер

вляют угловыми вставками или изгибом труб.

Соединение труб отдельных блоков между собой может быть выполнено пайкой, сваркой или разъемными соединениями. Утки на концах труб в пакетных блоках, соединяемых пайкой или сваркой, можно не отгибать. Для выполнеиия такого соединеиия следует освободить трубы в одной или двух пакетных скобах на концах блока, закрепленного на месте прокладки трубной проводки. Это позволяет отводить в сторону соединение трубы и производить поочередную пайку труб. Для применения разъемных соединений необходимо на концах труб отгибать утки, располагая их со смещением по отношению друг к другу.

При расстоянии между опорами 2000 мм и более применяют мостовые блоки (рис. 5.13).

В трубных блоках на обоймах и в пакетных блоках могут применять также и стальные трубы наружным диаметром 6 и 8 мм, которые в последнее время все чаще применяют для трубных проводок систем автоматизации.

Основное преимущество бескаркасных блоков по сравнению с блоками, имеющими несущий каркас, заключается в том, что бескаркасные блоки позволяют прокладывать большое число труб, так как они занимают при этом значительно меньше места и исключают изготовление жестких каркасов.

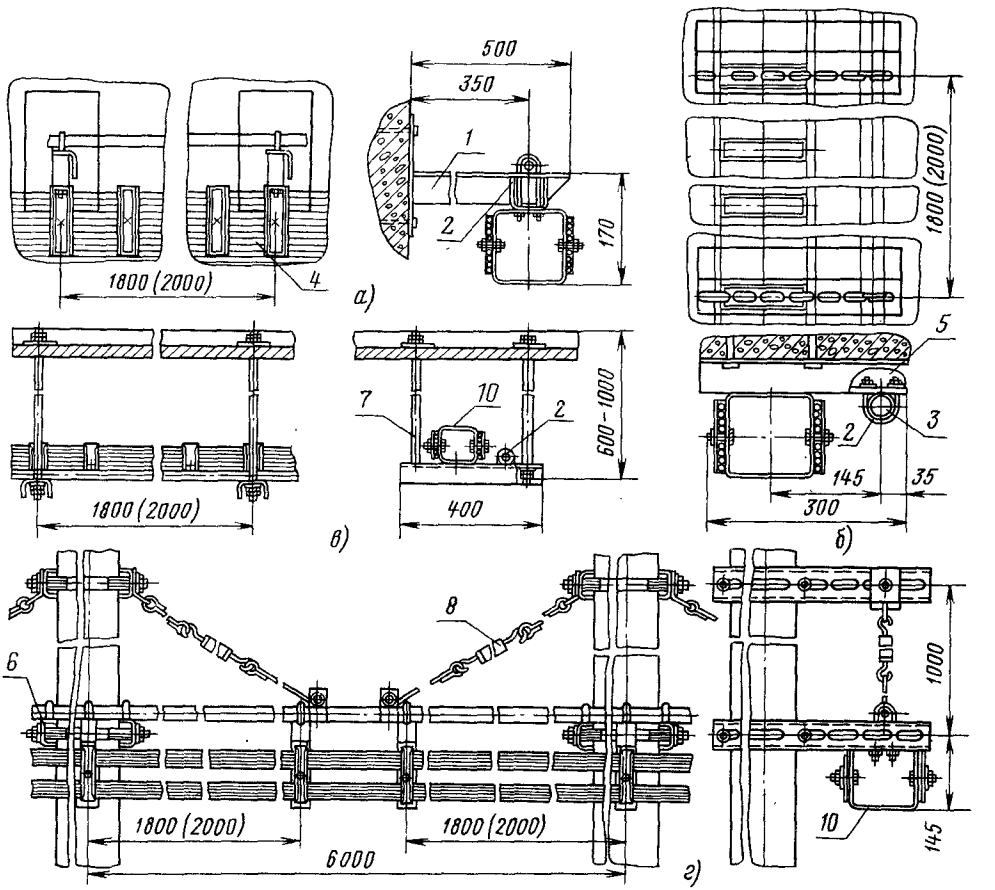


Рис. 5.12. Блоки трубные бескаркасные на обойме:
а – на кронштейнах; *б* – на Z-образных полках; *в* – на подвесках; *г* – на обхватах колонн; *1–9* – см. рис. 5.11; *10* – обойма

Транспортировка трубных блоков. Трубные блоки указанных выше коиструкций изготавливают в заготовительных мастерских и в установленные сроки доставляют с помощью специальных транспортных средств на монтажную площадку. Длина и масса изготовленных трубных блоков обычно определяются условиями их транспортировки на монтажную площадку, а также условиями подъема и размещения на монтажной отметке. Примерная длина блока 4–10 м и масса до 1500 кг.

Исходя из конструкций трубных блоков, а также их массы и габаритов, выбирают тот вид траиспортных средств, который позволяет доставить трубные блоки в технически исправном состоянии и с соблюдением требований техники безопасности. Для перевозки блоков пакетной конструкции используют специальный навесной стенд, который изготовляют из труб и закрепляют на раме автомашины ГАЗ-53. Для перевозки трубных блоков на прямоугольных обоймах и других конструкциях применяют специальиый автоприцеп.

Погрузку и выгрузку трубных блоков всех конструкций производят с помощью специальных грузоподъемных механизмов. В заготовительных мастерских обычно для погрузки используют автокраиы и краи-балки грузоподъемностью не менее 2 т. Для выгрузки блоков на монтажной площадке обычно используют краны или другие грузоподъемные строительные механизмы. При установке блока на заданную монтажную отметку используют электролебедки, ручные

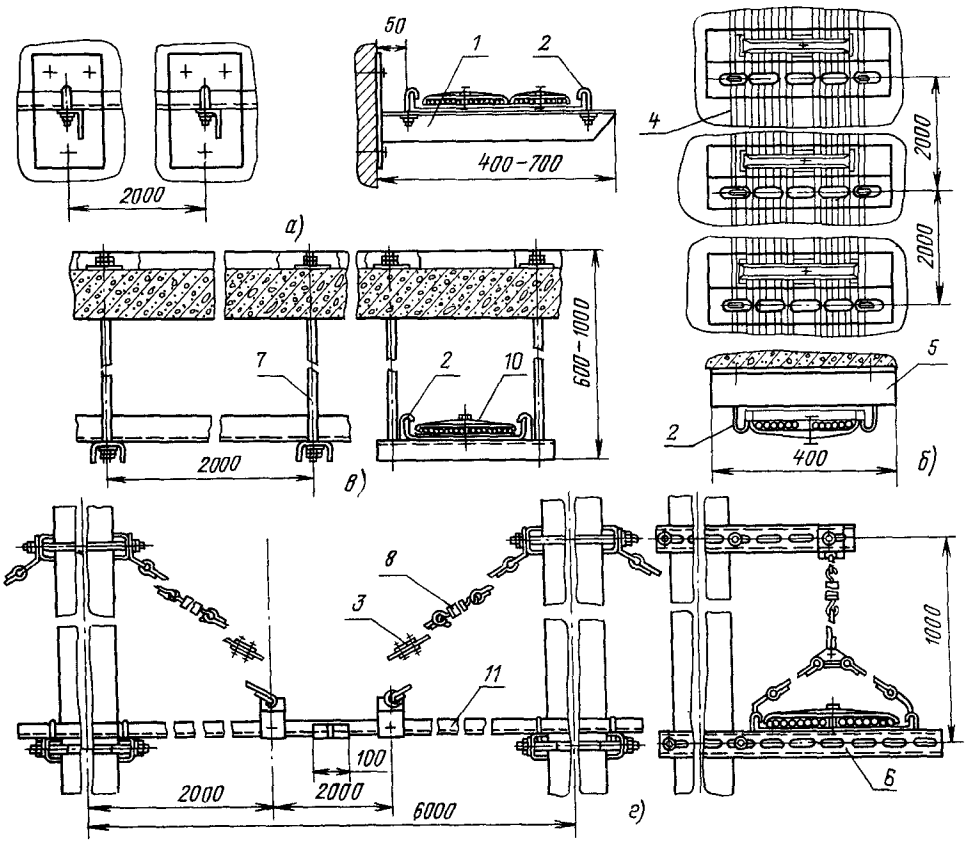


Рис. 5.13. Блоки трубные мостовые:

а – на кронштейнах; *б* – на Z-образных полках; *в* – на подвесках; *г* – на обхватах колонн; *1, 4–9* – см. рис. 5.12; *2* – крюк; *3* – зажим тросовый; *10* – мост; *11* – блок

тали, полиспасты и, если имеется возможность, строительные грузоподъемные механизмы или автокраны.

Трубные блоки, узлы и длинномерные трубы рекомендуется поднимать двумя стропами, чтобы угол наклона стропа к горизонтали был не менее 45°. Не допускается в этом случае крепление одним стропом за середину блока или трубы.

После установки трубных блоков на заданную монтажную отметку и закрепления на установленном месте приступают к соединеиию трубных проводок.

5.8. БЛОЧНЫЙ МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

При выполнении монтажа полносборным способом трубиые проводки собирают на монтажной площадке из готовых трубных блоков, изготовляемых в МЗМ монтажных управлений. *Трубным блоком* называют определенное число труб необходимой длины и конфигурации, уложенных и закрепленных в определенном порядке на опорных деталях (обоймах) или иесущих конструкциях и полностью подготовленных к соединению со смежными элементами трубной проводки. Трубные блоки по конструкции разделяют на два основных типа: блоки с несущим каркасом (каркасные и мостовые блоки) и бескаркасные.

Трубиые блоки после их соединения между собой должны образовывать непрерывные и механически прочные трубные линии, от качества выполнения которых зависят правильность и надежиость работы приборов и средств автоматизации. Трубные блоки монтируют по стеиам, перекрытиям, колоинам и прочим элемеитам зданий иа

установленных опорных конструкциях, а также на специально установленных для технологических трубопроводов эстакадах.

Монтажные работы по прокладке трубных блоков начинают с разметки. Отметки для опорных конструкций, на которых монтируют блоки, отсчитывают от плоскости пола, потолка или каких-либо частей стен и колонн. По окончании разметки выверяют и закрепляют опорные конструкции, по которым прокладывают одиночные трубные проводки или устанавливают трубные блоки. Расстояние между опорными конструкциями трубных блоков не должно превышать 2 – 3 м (в зависимости от конструкции и размера блоков).

Способы монтажа трубных проводок блочной конструкции выбирают в зависимости от их назначения, конструктивных исполнений и мест привязки к строительным сооружениям и конструкциям. Наиболее распространенные узлы, применяемые при блочном монтаже трубных проводок систем автоматизации, приведены на рис. 5.11, 5.12.

Монтаж трубных блоков выполняют на закрепленных к стене кронштейнах, *Z*-образных полках, перфопрофилях и других несущих конструкциях (см. рис. 5.11, *а* и *б*, 5.13, *а* и *б* и разд. 3). Трубный блок поднимают на заданную отметку с помощью грузоподъемных устройств (мостовой кран, лебедка, таль и т. д.), укладывают на несущие конструкции и временно закрепляют. При групповой прокладке трубных блоков в горизонтальной плоскости рекомендуется в первую очередь устанавливать на несущую конструкцию трубный блок, расположенный ближе к стенке, а за ним последующие.

Предварительное закрепление трубных блоков к несущим конструкциям, как правило, выполняют скобами и хомутами, при этом затяжку гаек крепления выполняют таким образом, чтобы обеспечивалось перемещение блока для его стыковки с соседним блоком. Затем соединяют трубы с помощью нормализованных соединений (см. разд. 3), выверяют по трассе прямолинейность соединенных между собой блоков и окончательно закрепляют их к несущим конструкциям.

При прокладке пакетных блоков их крепят к несущим конструкциям с помощью болта с гайкой, входящих в комплект блоков. Допускается перемещение пакетных обойм вдоль труб до совмещения крепежного блока с отверстием (перфорацией) в несущей конструкции.

Если предусматривается прокладка коллектора сжатого воздуха (стальная труба от 4″ и выше), то в первую очередь его закрепляют к несущим конструкциям, а затем монтируют трубные блоки.

Мостовые блоки укладывают на кронштейны или *Z*-образный профиль и временно закрепляют с помощью болтового соединения (крюк с гайкой). После соединения труб и выверки прямолинейности трассы соединяют мосты и окончательно их прикрепляют к несущим конструкциям.

По потолочным перекрытиям прокладку трубных блоков осуществляют на перфорированном П-образном стальном профиле или уголке, подвешенном к подвескам, прикрепленным к потолочным перекрытиям или металлическим балкам (см. рис. 5.11, *в*, 5.12, *в* и 5.13, *в*). Трубные блоки перед закреплением к подвескам устанавливают на основании из перфорированных П-образного профиля или уголка и временно закрепляют на опорных конструкциях нормализоваиными скобами или хомутами, а при монтаже мостовых блоков – крюками. После временного закрепления трубных блоков к основаниям их поднимают на заданную отметку и прикрепляют к подвескам. Трубные блоки, подвешенные к подвескам, соединяют в стыках между собой, выверяют прямолинейность трассы и окончательно закрепляют к основаниям.

При монтаже мостовых блоков после соединения их между собой выверяют прямолинейность трассы, затем соединяют мосты и окончательно их крепят к основаниям. Крепление блоков должно выполняться без изгибания последних.

Прокладка трубных блоков по колоннам может осуществляться на обхватах, выполненных из перфорированных профиля или уголка (рис. 5.11, *г*, 5.12, *г* и 5.13, *г*).

Перед установкой трубных блоков на несущие конструкции в местах, присоединяемых к подвескам, блоки прикрепляют к перфорированному профилю. При прокладке мостовых блоков в коиструкции моста должны быть установлены крюки, обеспечивающие закрепление подвесок. Трубные блоки подиимают на заданную отметку, устанавливают на обхватах и временно закрепляют болтом с гайкой, хомутом и т. п. Длина подвесок должна обеспечивать устранение прогиба трубной трассы или отдельного блока в середине пролета.

Выбор конструкций блока для прокладки трубных проводок должен осуществляться также с учетом категории объекта и условий монтажа. Например, для помещений с пожароопасной или взрывоопасной пылью, которая может оседать на трубных проводках, следует применять конструкции блока, не имеющие больших площадей.

Как правило, монтаж трубных проводок систем автоматизации выполняется после окончания строительных работ и монтажа технологического оборудования или параллельно с ними. Это следует учитывать при выборе конструкций трубных блоков и заготовок, чтобы их можно было своевременно изготовить, завести на объект и установить на заданную монтажную отметку.

5.9. КРЕПЛЕНИЕ И СОЕДИНЕНИЕ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

КРЕПЛЕНИЕ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Крепление трубных проводок к стенам, перекрытиям и несущим конструкциям допускается осуществлять резьбовыми и нерезьбовыми крепежными изделиями, обеспечивающими прочность закрепления труб при любом положении их в пространстве. Крепежные детали должны выдерживать нагрузку не менее 1000 Н без каких бы то ни было деформаций. Диаметры крепежных болтов выбирают в соответствии с крепежными скобами, но не менее 4 мм.

Нормируемые расстояния. Закрепление трубных проводок следует осуществлять на следующих расстояниях:

трубные проводки из цветных металлов
на горизонтальных участках 0,6—0,75 м;
на вертикальных участках 0,75—1,0 м;

трубные проводки стальные диаметром от 8 до 14 мм
на горизонтальных участках 0,75 м;
на вертикальных участках 1—1,5 м;

трубные проводки стальные диаметром от 22 до 60 мм
на горизонтальных участках 2—4 м;
на вертикальных участках 3—5 м.

При групповой прокладке трубных проводок различных марок и диаметров на общих несущих конструкциях расстояния между точками закрепления труб принимают наименьшие из необходимых.

Трубные проводки на стенах, перекрытых или несущих конструкциях закрепляют крепежными деталями, легко разбираемыми и вновь собираемыми. Непосредственная приварка трубных проводок к металлическим несущим конструкциям, эстакадам, стальным колоннам и аналогичным элемеитам зданий и сооружений не рекомендуется.

Конструкции, несущие трубные проводки, разрешается закреплять непосредственно на железобетонных или стальных колоннах и иных конструкциях зданий и сооружений, при этом конструкцией крепежных устройств должно исключаться разрушение железобетонных колонн, конструкций зданий и сооружений и т. д. Приварку несущих конструкций к металлическим колоннам зданий и сооружений осуществляют без ослабления механической прочности колонн. Непосредственную приварку конструкций, несущих трубные проводки, к иным элементам зданий и сооружений допускают по согласованию с заказчиком или генподрядчиком.

Закрепление трубных проводок на внешней стороне щитов, корпусах приборов и средств автоматизации, а также на разбираемом технологическом оборудовании не разрешается.

У отборных устройств допускается закрепление трубных проводок на разбираемом технологическом оборудовании (не более чем в двух точках), обеспечивающее монтаж и демонтаж оборудования и трубных проводок. Закрепление трубных проводок на неразбираемом технологическом оборудовании допускается по согласованию с заказчиком или генпроектировщиком.

При прокладке в одной плоскости трубных проводок диаметром от 6 до 60 мм (включительно) допускается крепить одной скобой две трубы одного диаметра. В трубных проводках диаметром до 12 мм (включительно) разрешается крепить одной скобой до 16 труб одного диаметра (рис. 5.14 и табл. 5.18).Таблица составлена для случая прокладки на общей несущей конструкции труб различного диаметра. При укладке труб различных диаметров расстояние между соседними трубами должно равняться среднему арифметическому их диаметров.

Трубные проводки, закрепляемые одной скобой, располагают равномерно по обе стороны крепящего болта. При наличии сотрясений или вибраций гайки должны быть законтрены или применены шайбы соответствующей конструкции. Болт должен выходить из гайки не менее чем на две нитки и не более чем на высоту гайки. Число прокладываемых шайб не должно превышать более двух под гайкой или более одной под головкой болта. При соединении деталей с кривыми поверхностями (например, ребра жесткости скоб) ось болта должна быть перпендикулярна оси трубы или скрепляемой детали.

Расположение трубных проводок на несущих конструкциях н основаниях, а также способы крепления проводок приведены на рис. 5.15—5.17.

Трубные проводки из стальных углеро-

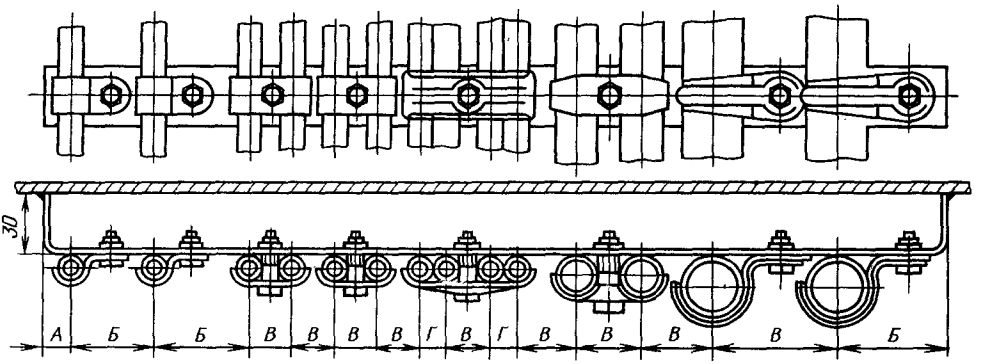


Рис. 5.14. Определение межосевых расстояний и крепление труб равного диаметра на металлической стенке. Размеры *А, Б, В, Г* даны в табл. 5.18.

Таблица 5.18. **Наименьшие расстояния между осями трубопроводов (рис. 5.14)**

Диаметр труб		Расстояние между осями, мм			
мм	дюймы	*А*	*Б*	*В*	*Г*
6	–	15	25	12	6
8	–	15	30	14	8
10	–	15	35	16	10
12	–	15	40	19	12
14	–	20	45	21	14
16	–	20	45	24	16
21,3	1/2	25	55	32	–
22	–	25	65	33	22
26,8	3/4	30	60	37	–
33,5	1	35	65	44	–
48	1 1/2	45	–	62	–
60	2	50	–	77	–

дистых и медных труб при их монтаже одиночными трубами могут быть закреплены на несущих или непосредственно на строительных конструкциях.

Несущие конструкции в зависимости от материала строительных оснований могут быть закреплены к последним следующим образом: если несущие конструкции не имеют крепежных отверстий, то к бетонному и кирпичному основанию без закладных металлических частей их прикрепляют дюбелями-гвоздями, а к металлической поверхности приваривают. При наличии в бетонных и кирпичных основаниях металлических закладных частей (пластин) несущие конструкции приваривают к ним. Если несущие кон-

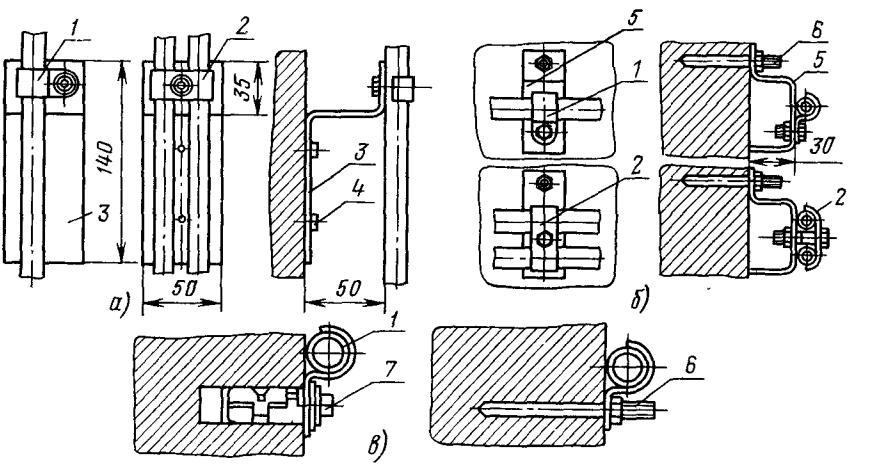


Рис. 5.15. Крепление одиночных трубных проводок диаметром от 8 до 14 мм на бетонных и кирпичных основаниях:

а – на Z-образном перфорированном профиле; *б* – на перфорированной полосе; *в* – на строительном основании; *1* – скоба типа СО; *2* – скоба типа $БС_2$; *3* – Z-образный профиль; *4* – дюбель-гвоздь; *5* – перфорированная полоса; *6* – дюбель-виит; *7* – дюбель с распорной гайкой

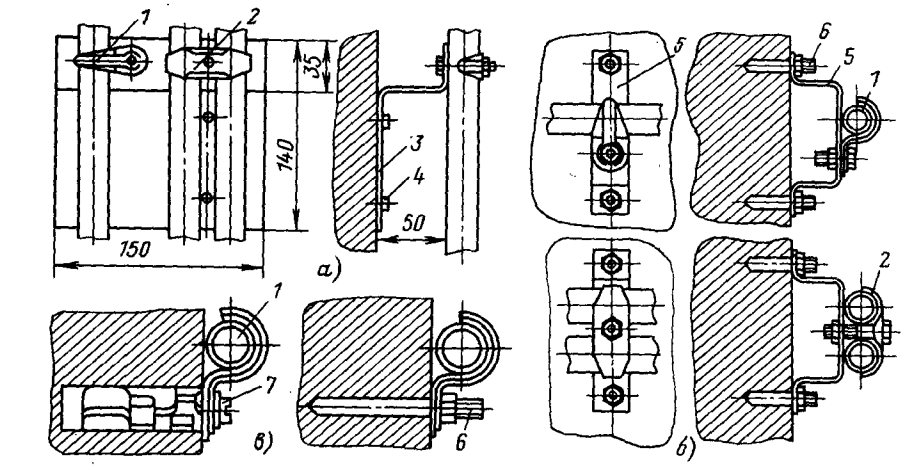


Рис. 5.16. Крепление одиночных трубных проводок диаметром от 22 до 60 мм на бетонных и кирпичных основаниях:

а – на Z-образиом перфорированном профиле; *б* – на перфорированной полосе; *в* – на строительном основании; *1–7* – см. рис. 5.15

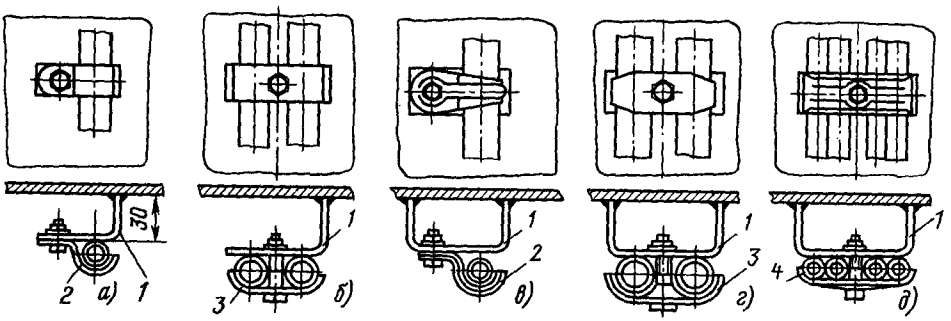


Рис. 5.17. Крепление одиночных трубных проводок на перфорированной полосе, приваренной к металлическому основанию:

а – одна труба диаметром 8–14 мм; *б* – две трубы диаметром 8–14 мм; *в* – одна труба диаметром 22–60 мм; *г* – две трубы диаметром 22–60 мм; *д* – четыре трубы диаметром 8–14 мм; *1* – перфорированная полоса; *2* – скоба типа СО; *3* – скоба типа $БС_2$; *4* – скоба типа БСП

струкции имеют крепежные отверстия, то на бетонных и кирпичных основаниях без закладных частей (пластии) их крепят дюбелями-винтами, дюбелями с распорной гайкой и вмазанными штырями; при наличии закладных частей эти несущие конструкции приваривают к металлическим основаниям.

К несущим конструкциям и непосредственно к строительным основаниям трубы крепят однолапковыми, двухлапковыми и безлапковыми скобами, при этом крепление скоб к основанию может осуществляться дюбелями-винтами и дюбелями с распорной гайкой. После предварительного закрепления трубных проводок иа несущих конструкциях и основаниях приступают к выполиению соединений труб.

СОЕДИНЕНИЕ ТРУБ

Трубные проводки в зависимости от условий их работы выполняют неразъемными и разъемными.

Неразъемные соедииения можно разобрать только с нарушением целости материала трубы или вращая одну или несколько соедииенных труб. В условиях монтажа неразъемиые соединения чаще всего выполняют газовой, электро- или аргонодуговой сваркой.

Разъемные соединения можно разобрать без нарушения целостности материала трубы или без вращения соединенных труб. При выполнении разъемных соединений труб необходимо обеспечить: механическую прочность, достаточную для сохранения целости трубопровода при воздействии на него внутренних и внешних сил при монтаже и в процессе эксплуатации; механическую прочность соединений при воздействии на них давлений заполняющих сосуд сред в процессе испытаний и при эксплуатационных режимах; плотность соединений при воздействии на них давлений заполняющей среды в процессе испытаний и при эксплуатационных режимах; легкость сборки и разборки стандартным или специальным инструментом. Неразъемные соединения должны также отвечать всем изложенным выше требованиям, предъявляемым к разъемным соединениям, кроме легкости сборки и разборки.

Расположение соединений. Соединения любого типа металлических труб запрещается располагать на изогнутых участках. Соединения должны выполняться только на прямолинейных участках трубных проводок (рис. 5.18).

Запрещается расположение соединенний на компенсаторах трубных проводок у температурных швов зданий.

При прокладке одиночных трубных проводок разъемные соединители устанавливают в местах, удобных для эксплуатации. При прокладке одиночных трубных проводок готовыми блоками расстояния между разъемными соединениями определяются требованиями удобства эксплуатации и технологией соединения труб.

Разъемные и неразъемные соединения труб следует располагать в стороне от проходов, агрегатов, обслуживаемых людьми, электродвигателей, электрических щитов и оборудования, так как попадание на них среды, заполняющей трубные проводки, может вызвать повреждение. При технической невозможности выполнения указанного требования под трубным разъемным соединением помещают защитные козырьки, исключающие возможность попадания среды, заполняющей трубные проводки, на людей и оборудование.

При групповых трубных проводках и соединениях блоков труб разъемные и неразъемные резьбовые соединения труб должны располагаться со сдвигом соединений для свободного применения инструмента при монтаже или демонтаже соединений (рис. 5.18).

При сдвиге соединений с изгибом труб (утки) допускается расположение неразъемных соединений труб на прямом участке на расстоянии не менее 50 мм от начала изгиба.

Расположение соединений труб любого типа на опорных несущих конструкциях запрещается. Соединения труб рекомендуется располагать на расстояниях около 200 мм от опорных точек.

Технология выполнения безрезьбовых неразъемных соединений металлических труб должна обеспечивать неизменность структуры, химического состава и механической прочности металла труб в местах их соединений. Неразъемные соединения выполняют с помощью электродуговой, газопламенной или аргонодуговой сварки. Способы сварки стыков трубопроводов приведены в табл. 5.19. Электроды или сварочную проволоку выбирают в зависимости от материала свариваемых труб. Сварные швы должны соответствовать ГОСТ 16037–80.

При соединении трубных проводок на сварке (рис. 5.19) проводится центровка труб. Для труб диаметром свыше 30 мм центров-

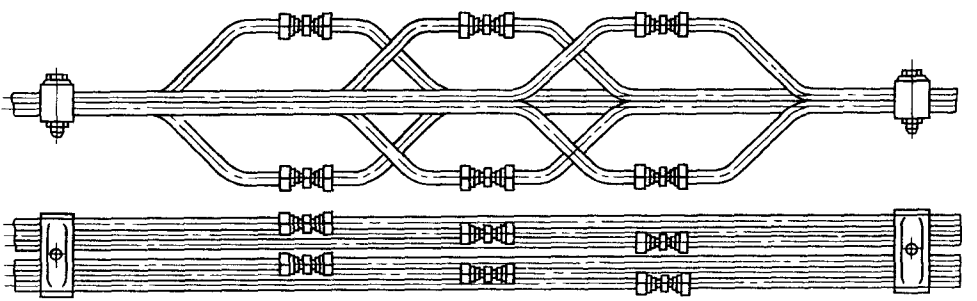
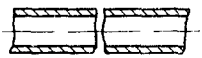
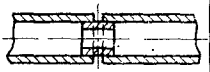
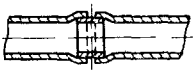
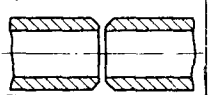
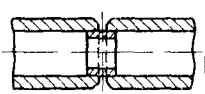
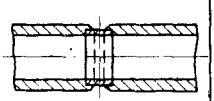
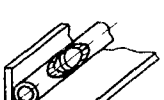
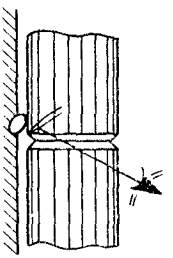


Рис. 5.18. Соединения трубных проводок разъемными соединителями на прямолинейных участках труб

Таблица 5.19. **Сварка стыков трубопроводов**

Вид соединения и эскиз	Область применения и технология
Стык без разделки кромок 	Сварка тонкостенных труб толщиной стенки до 3 мм, стык собирается с зазором от 0 до 1,5 мм и заваривается с применением присадочного металла
Стык без скоса кромок со вставным кольцом 	Сварка тонкостенных труб с толщиной стенки до 3 мм. Обеспечивается полный гарантированный провар всего сечения
Стык без скоса кромок с раструбом и вставным кольцом 	Сварка тонкостенных труб с гарантированным проваром сечения, когда уменьшение внутреннего диаметра недопустимо
Стык с нормальной разделкой кромок 	Сварка стыков труб с толщиной стенок более 3 мм (наиболее распространенный вид соединения)
Стык с разделкой кромок и вставным кольцом 	В тех случаях, когда требуется особенно тщательный провар всего сечения и допускается местное сужение сечения трубопровода
Стык с внутренней расточкой для постановки опорного кольца 	При необходимости соблюдения точных внутренних размеров
Стык с заточкой для точной центровки 	Для толстостенных труб, когда требуется точная центровка, а прочность сварочного соединения может быть ниже прочности металла труб
Сварной операционный стык 	В монтажных условиях, когда трубопровод проходит в местах, где сварка его обычными способами невозможна

Продолжение табл. 5.19

Вид соединения и эскиз	Область применения и технология
Сварной монтажный стык, выполняемый при помощи зеркала 	В монтажных условиях, когда горелкой можно подойти со всех сторон свариваемого стыка, но прямое наблюдение за стыком невозможно

ку следует выполнять в приспособлении. Трубы, соединяемые внахлестку или при помощи гильзы, вводят в последнюю с таким расчетом, чтобы их стыковка располагалась в средней части гильзы (табл. 5.19). Длина гильзы должна быть не менее двух диаметров соединяемых труб.

Проверку качества сварных швов трубных проводок, присоединяемых к технологическим трубопроводам, производят внешним осмотром и гидравлическим (пневматическим) испытанием полностью смонтированных трубных проводок. Внешнему осмотру подлежат все сварные стыки трубной проводки, при этом сварные соединения бракуют, если обнаружены следующие дефекты: трещиины, выходящие на поверхность шва или основного металла в зоне сварки; наплывы или надрезы в зоне перехода от основного металла к наплавленному; прожоги, неравномерности усиления сварного шва по ширине и высоте, а также его отклонения от оси (перекосы) и отступления от размеров швов (указанных в чертежах или инструкциях на сварку).

Сварку стальных труб, трубных проводок, работающих при абсолютном давлении от 0,1 до 100 МПа, и контроль качества сварных соединений следует выполнять в соответствии со СНиП 3.05.05–84 и СНиП 3.05.04–85 в части стальных трубопроводов

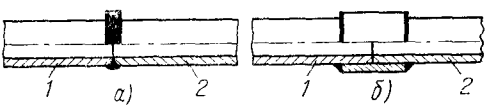


Рис. 5.19. Соединения стальных труб на сварке:

а – стыковое; *б* – внахлестку; *1, 2* – свариваемые трубы

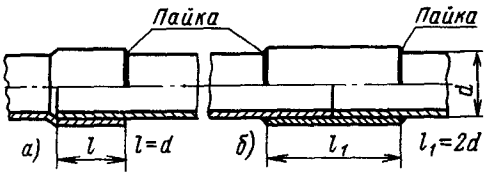


Рис. 5.20. Соединения медных труб пайкой: *а* – враструб; *б* – с наружной муфтой

водоснабжения. Конструктивные элементы сварных швов и их типы должны отвечать требованиям ГОСТ 16037–80.

Обнаруженные дефекты в зависимости от их характера могут быть исправлены путем вырезки дефектных швов и заварки вновь. Возможность исправления дефектов определяется на месте представителями монтажной организации и заказчика.

Пайка медных труб допускается для их соединения только твердыми припоями. При пайке труб не допускается протекание припоя и образование наплывов на внутренние поверхности труб. При соединении медных трубных проводок пайкой концы труб отрезают под прямым углом к оси трубы, при этом резка их должна выполняться без сужения (завальцовки) внутреннего диаметра труб у торца.

При соединении труб враструб конец одной трубы разбортовывают и в разбортованную часть вводят конец другой трубы. Длина *l* разбортовки конца трубы должна быть не менее наружного диаметра *d* соединяемых труб (рис. 5.20, *а*). Трубы, соединяемые внахлестку или при помощи наружной муфты, вводят в нее с таким расчетом, чтобы стыковка труб располагалась в средней части муфты; ее длиiа *l* должна быть не менее двух наружных диаметров соединяемых труб (рис. 5.20, *б*). Подгонка спаиваемых концов труб производится с зазором 0,05–0,15 мм, при котором достигается наибольшая прочность шва.

Пайка производится в пламени ацетилено-кислородной горелки с примеиением буры (флюс) и припоя ПМЦ-54, латуни марок Л-62, Л-68 или сплава ЛОК62-06-04, ЛОК59-1-03.

Основные требования, предъявляемые к разъемным соединениям трубных проводок:

1. Резьба на трубах и соединительных частях должна быть чистой без заусенцев, сорванная или неполиая резьба, составляющая более 10% рабочей части соединений на трубах, не допускается.

2. Уплотнение резьбовых соединений, выполняемых соединительными частями (муфтами, угольниками и т. п.), должно производиться подмоткой на резьбу льняного волокна, смазанного суриком или белилами, тертыми на олифе.

3. Трубы, имеющие наружную коническую трубную резьбу по ГОСТ 6211–81 и предназначенные для работы при P_y до 1,0 МПа, могут соединяться муфтами, а также ввертываться в муфтовые концы арматуры, имеющие внутреннюю цилиндрическую резьбу.

4. При выполнении фланцевых соединений прокладки должны иметь размеры, соответствующие уплотнительным поверхностям фланцев или соединений. Паронитовые прокладки перед установкой натирают с обеих сторон сухим графитом. Болты (шпильки) трубных проводок, работающих при температуре свыше 300 °С, должны быть перед установкой «прографичены». При выполнении разъемных соединений, включая фланцевые, материалы для прокладок выбирают по табл. 8.7.

Технология выполнения разъемных соединений. Для правильного выполнения разъемных соединений трубных проводок необходнмо руководствоваться следующим.

При соединении на муфтах, угольниках, тройииках и фитиигах (рис. 5.21) необходимо обрезать концы соединяемых труб перпендикулярно оси трубы, при этом допустимое отклонение не должно превышать 0,5 мм. Затем леркой, клупп-трещоткой или плашкой нарезать на концах труб короткую *l* и длинную l_1 резьбы (рис. 5.21, *б* и табл. 5.20). Снять с торцов труб заусенцы с внутренней н на-

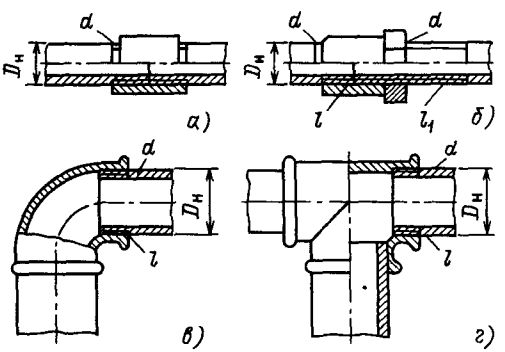


Рис. 5.21. Соединения стальных водогазопроводных труб соединительными частями из ковкого чугуна или стальными:
а – муфтой; *б* – на муфтах с контргайкой; *в* – угольнником; *г* – тройнником

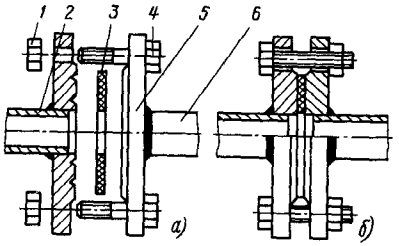


Рис. 5.22. Соединения стальных труб фланцами:

а – до сборки; *б* – после сборкн; *1* – гайка; *2, 6* – соединяемые трубы; *3* – прокладка; *4* – болт; *5* – фланцы

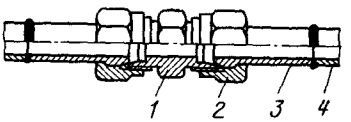


Рис. 5.23. Соединение металлнческих труб на соединителях с шаровым ниппелем

ружной сторон, подмотать льняное волокно на резьбу одной из труб и смазать суриком или белилами по повиву волокон. Затем навернуть муфту на резьбу трубы до упора; подмотать волокно на резьбу другой трубы с подмазкой суриком или белилами по повиву волокна и ввернуть вторую трубу в муфту до полного затягивания с первой трубой.

При соединении водогазопроводных труб их размеры можно выбрать по табл. 5.20, а соединительные части из ковкого чугуна – по ГОСТ 8943–75 и стали – по ГОСТ 8965–75 для соединения труб, прокладываемых в качестве импульсных, питающих, выбросных, командных, обогревных и защитных. Соединения водогазопроводных труб с условным проходом до 40 мм рассчитаны на $P_y \geqslant 1{,}6$ МПа при температуре окружающей среды 175 °С. Надежность этих соединений зависит от правильности и аккуратности их выполнения.

Соединение водогазопроводных труб фланцами (прокладываемых в качестве импульсных, командных, питающих, дренажных и других линий) показано на рис. 5.22.

Таблица 5.20. **Размеры соединяемых водогазопроводных труб с помощью соединительных частей из ковкого чугуна по ГОСТ 8943–75 или стальных по ГОСТ 8965–75 (рис. 5.21, *б*)**

Присоединительная резьба соединяемых частей, дюймы	Условный проход D_y, мм	Наружный диаметр труб $D_н$, мм	Короткая резьба l, мм	Длинная резьба l_1, мм
Труб. $^1/_4$	8	13,5	7	32
Труб. $^1/_2$	15	21,3	9	38
Труб. $^3/_4$	20	26,8	10,5	42
Труб. 1	25	33,5	11	47
Труб. $1^1/_2$	40	48	13	57
Труб. 2	50	60	10	62

При монтаже стальных труб наружным диаметром 10, 14 и 22 мм применяют соединения с шаровым ниппелем. Соединения рассчитаны на рабочее давление неагрессивной среды до 16 МПа при температуре от –40 до +120 °С. При соединении трубных проводок на соединителях с шаровым ниппелем (рис. 5.23) трубу *4* приваривают к ниппелю *3*. Затем навертывают накидную гайку *2* на штуцер *1* и затягивают ключом.

При соединении медных и алюминиевых труб, прокладываемых в качестве импульсных, командных, питающих, выбросных, при монтаже приборов и средств автоматизации могут быть использованы соединители под разбортовку (рис. 5.24). Рассчитаны на соединение труб, заполняемых средой с давлением P_y до 6,4 МПа. Их монтируют в следующей очередности. Отрезают концы соединяемых труб перпендикулярно оси трубы; допустимое отклонение не должно превышать 0,5 мм; надевают накидные гайки *2* на концы труб *3*; разбортовывают концы труб; прикрепляют поочередно каждую из разбортованных труб накидной гайкой к штуцеру *1* и поочередно затягивают пары гайка – штуцер до упора.

При соединении трубных проводок с помощью навертных соединительных гаек (рис. 5.25) концы труб *5* обрезают под прямым углом к оси трубы, очищают от

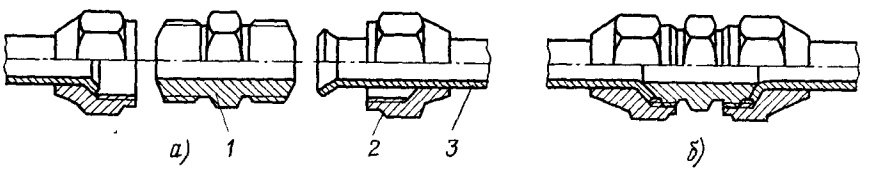


Рис. 5.24. Соединение до сборки (*а*) и после сборки (*б*) труб из цветных металлов на соединителях с развальцовкой

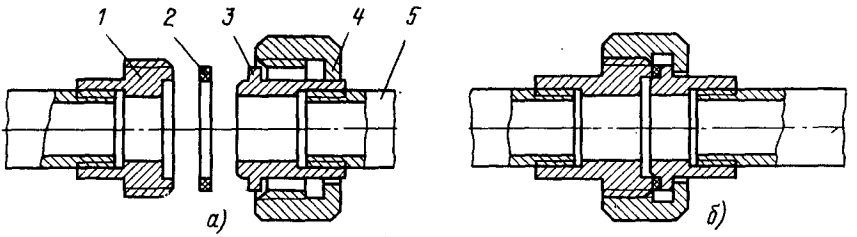


Рис. 5.25. Соединение до сборки (*а*) и после сборки (*б*) стальных труб на навернутых соединительных гайках

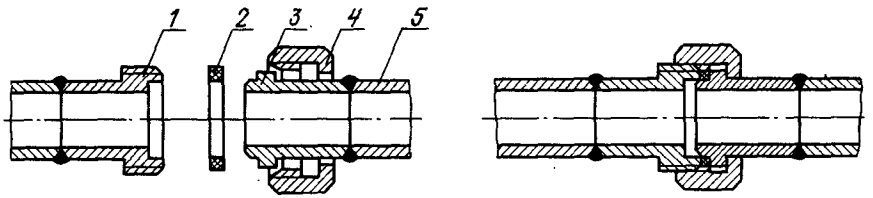


Рис. 5.26. Соединение до сборки (*а*) и после сборки (*б*) стальных труб на приварных соединительных гайках:

1 — штуцер; *2* — прокладка; *3* — ниппель; *4* — накидная гайка; *5* — труба

грязи и ржавчины, снимают фаски с наружной и заусенцы с внутренней частей труб, затем нарезают короткую резьбу на длину от 7 до 15 мм. На одну из соединяемых между собой труб надевают накидную гайку *4*, затем на концы труб на резьбу подматывают льняные волокна, пропитанные суриком или белилами. На конец трубы *5* с надетой накидной гайкой *4* до упора навертывают ниппель *3*, на конец присоединяемой трубы — штуцер *1*. Между штуцером *1* и ниппелем *3* устанавливают прокладку *2*. Поверхность прокладки с обеих сторон натирают серебристым графитом. После проверки чистоты уплотнительных поверхностей соединителя и проверки на соответствие размеров прокладки размерам уплотнительных поверхностей соединителя прокладку устанавливают на цилиндрическую часть ниппеля *3*. Поверхность прокладки не должна иметь трещин, разрывов и других повреждений, снижающих плотность соединения.

Ниппель *3* с установленной прокладкой *2* вставляют в расточку штуцера *1* и на резьбу последнего навертывают вручную накидную гайку *4*. Накидную гайку окончательно затягивают стандартным ключом.

Соединение на приварных соединительных гайках (рис. 5.26) производится так же, как на навертных, но к концам труб приваривают электродуговой или газопламенной сваркой ниппель и штуцер. Электроды или сварочную проволоку выбирают в зависимости от материалов соединяемых деталей. Сварные швы должны соответствовать ГОСТ 16037—80 и СНиП 3.05.05—84. Следует учесть, что ниппель приваривают к трубе с надетой на нее накидной гайкой. Дальнейшую сборку соединителя выполняют в той же последовательности, как для труб, соединенных на навертных соединительных гайках.

При соединении трубных проводок на соединителях с торцевым уплотнением (рис. 5.27) трубу *1* приваривают к ниппелю *2* электродуговой или газопламенной сваркой. Электроды или сварочную проволоку выбирают в зависимости от материала свариваемых деталей. Затем устанавливают паронитовую или медную прокладку *4*. Размер прокладки должен соответствовать размерам уплотнительных поверхностей соединителя. Перед установкой прокладки следует проверить чистоту уплотнительных поверхностей соединителя, затем навернуть накидную гайку *5* на штуцер *3* вручную и затянуть стандартным гаечным ключом до отказа.

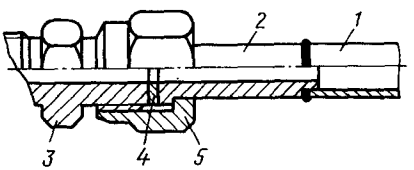


Рис. 5.27. Соединение стальных труб на соединителях с торцевым уплотнением

Присоединения труб к приборам, регуляторам, исполнительным механизмам и вспомогательному оборудованию выполняют только разъемными соединениями. Применение соединений, конструкции которых вызывают необходимость вращения прибора, запрещается. К приборам, средствам автоматизации и вспомогательному оборудованию трубы присоединяют ввертными и навертными трубными соединителями с цилиндрической и конической резьбой.

Можно присоединять трубы к тягомерам резиновыми и поливинилхлоридными трубками с применением металлических наконечников, которые устанавливают в месте перехода проводки с металлической трубки на резиновую.

5.10. ОБРАБОТКА ТРУБ ДЛЯ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Перед началом работ по обработке и монтажу трубных проводок высокого давления (при рабочих давлениях $P_р \geqslant \geqslant 10$ МПа) необходимо приказом по монтажному управлению назначить из числа инженерно-технических работников ответственное лицо на весь период работ, связанный с обработкой, монтажом трубных проводок, для постоянного наблюдения и контроля за качеством обрабатываемых труб и выполнения монтажных работ, а также за оформлением документации, составляемой в процессе монтажа. Назначенное ответственное лицо с представителями монтажного участка и склада монтажной организации проверяют все элементы трубных проводок и сварочные материалы, поступающие на склад монтажной организации.

Все элементы трубных проводок высокого давления и сварочные материалы, поступающие на склад монтажной организации, должны иметь следующие документы: сертификаты на материалы (трубы, электроды, флюсы и т. п.) заводов-изготовителей; паспорта на изделия (арматуру, соединительные части, крепежные изделия и т. п.); копии ведомостей индивидуальной приемки труб на складе заказчика и акты на обезжиривание элементов трубных проводок, предназначенных для заполнения кислородом. Результаты проверки труб, изделий и сварочных материалов оформляются актом, в котором указывается их соответствие проектным спецификациям, наличие необходимой технической документации и допустимость выдачи этих изделий и материалов в монтаж.

Трубы высокого давления обрабатывают по специально разрабатываемым технологическим картам. Трубы из легированных сталей разрезают только механическим способом. После резки трубы каждый ее отрезок в месте реза проверяют на соответствие наружного, внутреннего диаметров и толщины стенки размерам, установленным ГОСТ и ТУ, а также на отсутствие расслоений, трещин и других дефектов в металле трубы. Концы труб под линзовые уплотнения должны быть обработаны в соответствии с ГОСТ 9400—81.

Подготовка кромок труб, предназначенных для сварки, производится механическим способом. Нарезку резьбы на трубах делают по второму классу точности ГОСТ 16093—81 с последующими внешним осмотром (чистота поверхности) и проверкой мерительным инструментом (длина резьбы, длина сбегов, наружный диаметр резьбы) и калибрами (средний диаметр резьбы). Правильность заготовки торцов под сварку проверяют угольником. Зазор между торцом трубы и прилегающей стороной угольника не должен превышать 0,5 мм. Правильность разделки кромки трубы проверяют специальным шаблоном, который контролирует угол скоса и форму разделки. Отклонение угла не должно превышать значений, указанных в чертеже или технологической карте.

На годные трубы наносят клеймо монтажной организации на расстоянии 200 мм от торца трубы. Трубы, концы которых обработаны для сборки на фланцах, должны быть укомплектованы фланцами. На боковые поверхности фланцев наносят номера труб и их концов и клеймо монтажной организации. Каждая заготовленная труба с комплектующими деталями перед выдачей ее в монтаж должна пройти гидравлическое испытание пробным давлением в соответствии с ГОСТ 356—80 и выдержкой времени в течение 5 мин.

Укомплектованные фланцами трубы должны быть заглушены с обоих концов деревянными пробками, а все обработанные поверхности смазаны консистентной смазкой; не смазывают лишь трубы, заполняемые кислородом. При подготовке и монтаже труб высокого давления по возможности следует избегать их гнутья, применяя специальные отводы и угольники.

Арматура высокого давления перед монтажом должна быть расконсервирована, осмотрена и подвергнута гидравлическому испытанию на прочность и плотность пробным давлением в соответствии с ГОСТ

356–80 и выдержкой времени в течение 5 мин; при этом плотность закрытия клапанов проверяют подачей под него давления, равного рабочему.

Гидравлическое испытание заготовок труб, арматуры и деталей на рабочее давление $P_р \geqslant 20$ МПа должно производиться в заготовительных мастерских на специально оборудованных рабочих местах, удаленных от мест возможного скопления людей и от проходов. В качестве испытательной среды применяют воду и масло (индустриальное марок 12; 20; 20в). Трубы и детали для трубных проводок, заполняемых кислородом, должны испытываться только водой. При проведении испытаний трубных проводок необходимо по манометру следить за давлением в испытываемых трубопроводах. Если в течение 5 мин не наблюдается падение давления, то давление снижают до рабочего, осматривают испытываемые трубы и детали и выявляют дефекты (выпучины, запотевания и т. п.).

После гидравлического испытания арматуру необходимо продуть, наружную неокрашенную поверхность покрыть натуральной олифой или антикоррозионным покрытием, а уплотнительные поверхности – солидолом (кроме кислородной арматуры). По результатам испытания арматуры составляют протокол, в котором указывают данные проведенных испытаний и допустимость выдачи арматуры в монтаж.

Перед сборкой трубных проводок со всех уплотнительных поверхностей труб, линз, арматуры и фасонных деталей должны быть удалены консервирующие смазки. Перед сборкой фланцевых соединений, уплотняемых на линзах, должно быть проверено качество обработки линз и уплотнительных поверхностей труб и арматуры.

При сборке фланцевого соединения для исключения перекосов болты нужно затягивать завертыванием гаек постепенно: поочередно при трех и попеременно (крест-накрест) при четырех болтах. Окончательную затяжку гаек производят специальными ключами с регулирующим крутящим моментом, при этом необходимо следить за параллельностью между фланцами и торцами труб.

Применение сварных соединений при изготовлении элементов трубных проводок допускается только в случаях, предусмотренных проектом. Замена фланцевых соединений сварными без разрешения проектной организации запрещается. На принятых сварных соединениях рядом с клеймом сварщика выбивают клеймо контролера, проверившего сварное соединение, и порядковый номер стыка в соответствии с ведомостью на производство сварочных работ.

После проведения работ по обработке труб высокого давления и подготовки их к монтажу приступают к выполнению работ, связанных с монтажом непосредственно на объекте.

5.11. МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И НИЗКОГО ВАКУУМА

МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Монтируют трубные проводки высокого давления по рабочей документации с учетом требований строительных норм и правил СНиП 13.05.09–85, а также с учетом требований специальных технологических инструкций, утвержденных в установленном порядке и при участии ответственного сотрудника, назначенного приказом монтажного управления на весь период выполнения работ по монтажу трубных проводок высокого давления.

Способы монтажа трубных проводок высокого давления определяют в зависимости от конкретных условий работы, наличия грузоподъемных механизмов, инструмента и приспособлений.

Перед началом монтажных работ необходимо тщательно ознакомиться с технической документацией (рабочей документацией, спецификациями, принципиальной схемой и т. п.), с комплектностью трубных проводок высокого давления, изделиями, узлами, деталями, арматурой и другими монтажными материалами. Детали трубопроводов из мастерских монтажного управления или со склада обычно доставляют к месту монтажа на специально оборудованных машинах.

Прямые участки труб с навернутыми фланцами при перевозке укладывают в кузове автомашины на специальные деревянные гребенчатые подкладки, препятствующие перекатыванию и сближению труб при толчках. Длинные трубные трассы (12–20 м), сваренные в секции, перевозят на автомашинах с прицепами (промежуточными и концевым), что предотвращает при перевозке труб образование чрезмерных напряжений, которые могут возникнуть при больших безопорных пролетах и плечах.

Для складирования деталей трубопроводов на каждом монтажном объекте или внешних трассах должны быть устроены спе-

циальные стеллажи и отведено место с деревянным настилом для сборки деталей трубопроводов и арматуры в узлы. Укладывать детали непосредственно на землю не разрешается.

Во избежание повреждений отшлифованных поверхностей гнезд под линзовые уплотнения, а также попадания посторонних предметов во внутренние полости в процессе хранения и транспортирования не разрешается снимать с труб, арматуры и деталей трубопроводов защитные заглушки или пробки. Их снимают только перед присоединением очередных монтируемых деталей или узлов. При перерывах в работе оставшиеся неустановленные детали должны быть убраны в закрытый склад.

Детали трубопроводов и арматуры следует устанавливать в линии в виде собранных элементов, укрупненных узлов и блоков. Сборку производят на деревянном настиле. Особое внимание обращают на то, чтобы маркировка всех деталей соответствовала монтажной схеме. Непосредственно перед сборкой деталей трубопроводов и арматуры на линзовых прокладках в узлы или блоки уплотнительные поверхности и линзы необходимо промыть в керосине и вытереть чистыми тряпками, после чего проверить чистоту внутренних поверхностей арматуры и деталей трубопроводов и составить соответствующий акт.

Резьбу шпилек перед их установкой необходимо покрыть маслографитовой смесью (700 массовых частей машинного масла и 30 чешуйчатого графита). До установки линзы на место во фланцы предварительно вставляют две-три шпильки. После установки линзы трубы сближают и зажимают линзу между торцами деталей трубопроводов полностью вставленными во фланцы шпильками. Гайки шпилек следует затягивать постепенно и в определенном порядке с постоянной проверкой параллельности фланцев. Гайки следует затягивать тарированными ключами с усилием, указанным в табл. 5.21.

При отсутствии тарировочных ключей гайки затягивают обычными гаечными ключами с применением рычагов. При выполнении операции одним рабочим длина рычага (мм)

$$l = 0{,}035Pd,$$

где P – усилие затяжки одной шпильки по табл. 5.21; d – наружный диаметр шпильки, мм.

При сборке трубопроводов из-за неточных размеров заготавливаемых труб могут получиться большие зазоры между фланцами или стыками, подготовленными под сварку замыкающих участков. Во избежание этого замыкающий участок изготовляют по шаблону, точно по месту. Натяги и пере-

Таблица 5.21. **Усилия затяжки одной шпильки**

Диаметр условного прохода D_y, мм	Усилие затяжки одной шпильки, Н, при условном давлении, МПа							
	20	25	32	40	50	64	80	100
6	1120	1200	1310	1450	1600	1850	2150	2460
10	3120	3350	3670	5050	4500	5200	6000	6600
15	7000	7500	8200	6750/9000	7600/10 000	8750	10 000	11 500
25	11 800	12 700	13 900	15 300	17 000	19 700	22 500	26 000
32	21 000	22 500	24 500	27 000	20 000/30 000	23 000	26 500	31 000
40	21 000	22 500	24 500	27 000	30 000	34 500	29 500	46 000
60	37 500	40 000	44 000	48 500	54 000	62 500	71 000	82 500
70	51 500	55 000	60 000	67 000	74 000	85 000	98 000	114 000
90	77 000	82 000	90 000	99 000	110 000	95 000/127 000	110 000/145 000	127 000
100	100 000	107 000	117 000	97 000/130 000	108 000/144 000	124 000	142 000	165 000

Примечание. В числителе – усилие затяжки одной шпильки для фланцевых соединений: $D_y = 15$ мм с четырьмя шпильками, 32 мм с шестью шпильками, 90 и 100 мм с восьмью шпильками. В знаменателе – усилие затяжки одной шпильки для фланцевых соединений: $D_y = 15$ мм с тремя шпильками, 32 мм с четырьмя шпильками, 90 и 100 мм с шестью шпильками, 200 мм с восьмью шпильками.

напряжения при сборке трубопроводов не допускаются, за исключением случаев, особо оговоренных в проекте.

Фланцевые и резьбовые соединения должны выполняться в соответствии с рабочими чертежами, ГОСТ, нормалями машиностроения или нормалями той отрасли, к которой относится монтируемый объект. Для удобства установки трубопровода фланцевые соединения для труб $D_y \geqslant 60$ мм располагают не ближе чем на 0,3 м от опоры, а при больших проходах – 0,5 м.

Присоединение труб к местам отборов импульсов, приборам и средствам автоматизации должно выполняться разъемными резьбовыми соединениями или фланцевым соединением, причем присоединение должно выполняться теми же элементами, что и фланцевое соединение, за исключением стяжных шпилек, которые заменяют упорными. Гнезда для упорных шпилек должны быть выполнены в соответствии с нормалями.

Перед сборкой трубных проводок со всех уплотнительных поверхностей труб, линз, арматуры и фасонных деталей нужно удалить консервирующие смазки. Особенно тщательно промыть и вытереть досуха уплотнительные поверхности всех элементов трубных проводок. Уплотнительные линзы перед установкой на трубных проводках с рабочей температурой до 200 °С (кроме трубных проводок, заполняемых кислородом) смазывают солидолом или другой консистентной смазкой. Линзы, монтируемые на трубных проводках с рабочей температурой выше 200 °С, устанавливают на место после промывки без смазки. Масла, применяемые для смазки линз, должны храниться в закрытой таре, предохраняющей масло от загрязнения и пыли.

Перед сборкой фланцевых соединений, уплотняемых на линзах, должно быть проверено качество обработки линз и уплотнительных поверхностей труб и арматуры. Для уплотнения фланцевых соединений трубных проводок, заполняемых кислородом, применяют плоские или линзовые прокладки из отожженной меди по ГОСТ 859–78.

При монтаже трубных проводок в первую очередь выполняют обвязку приборов, арматуры и отборов, а затем монтируют трубные проводки, соединяющие обвязки приборов, арматуры и отборов. При этом необходимо иметь в виду следующее:

1. Категорически запрещаются натяги, подгибка и тому подобные перенапряжения труб, за исключением специально оговоренных в рабочей документации.

2. Применение неразъемных сварных соединений при монтаже элементов трубных проводок допускается только при наличии таких соединений в рабочей документации.

3. Все элементы и флюсы не более чем за 2–3 ч до сварки должны просушиваться при температуре 220–250 °С в течение 3–4 ч.

4. При сварке труб (в случае необходимости) производится равномерный по всему периметру стыка подогрев на длине трубы не менее трех толщин ее стенки в соответствии с рабочей технологией. При подогреве необходим оперативный фотопирометрический контроль с точностью ±10 °С.

5. При многослойных сварных швах наложению каждого нового слоя должен предшествовать тщательный осмотр ранее наложенного слоя после очистки его от шлака и брызг.

6. Расстояния в свету между трубами должны обеспечивать удобную их сборку на фланцевых или других соединениях.

7. Крепление труб должно производиться только хомутами и скобами. Безметизное крепление труб не допускается. Крепление нескольких труб одним хомутом или одной скобой не допускается.

8. При прокладке и соединениях труб должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранность уплотнительных поверхностей и недопустимость засорения трубных проводок и арматуры.

9. Расстояния между опорами (креплением) трубных проводок высокого давления должны быть следующими:

Наружный диаметр трубы, мм	До 15	До 25	До 35
Расстояние между опорами (креплениями), мм	1,0–1,5	1,5–2,0	2,0–3,0

МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК НИЗКОГО ВАКУУМА

Для трубных проводок низкого вакуума с абсолютным рабочим давлением не ниже 4,6 МПа применяют трубы, приведенные в табл. 5.1–5.4. Применение пластмассовых труб не допускается. Для присоединения трубных проводок к приборам следует применять специальные резиновые вакуумные трубы (например, из резины 7889, ТУ 38.5-563–69), при этом не рекомендуется соединять резиновые трубы между собой и устанавливать на них запорную арматуру. Трубные проводки выполняют на всем про-

тяжении из труб одной марки и диаметра; переход на другую марку или диаметр допускается только в местах подключения проводок к приборам и средствам автоматизации.

Трубы, арматура и соединительные части очищают механическим путем от грязи и ржавчины, промывают водой, просушивают и продувают сжатым воздухом или инертным газом. При наличии указаний в проекте или по требованию заказчика трубы, арматура и соединительные части могут быть протравлены с обязательной последующей нейтрализацией до полного обезжиривания внутренней поверхности и просушены. Для продувки и сушки труб применяют сухой воздух или инертный газ, очищенный от масла и пыли.

Соединения трубных проводок выполняют так, чтобы при воздействии на них давления внешней среды не было натекания воздуха внутрь трубопровода.

Трубы для вакуумных проводок можно соединять фланцевыми разъемными соединителями, обработанными по пятому классу точности, с уплотняющими прокладками. Для фланцевых соединений применяют резиновые прокладки при температуре от -20 до $+130\,^{\circ}C$ и фторопластовые от -75 до $+200\,^{\circ}C$.

Фланцы должны быть приварными, и их насовку производят с помощью приспособлений, гарантирующих перпендикулярность плоскости фланца оси трубы. Положение насованных фланцев фиксируют короткими швами – прихватками, выполняемыми теми же сварщиками, которые варят стыки.

Неразъемные соединения вакуумных трубных проводок выполняют сваркой или пайкой при соблюдении следующих требований.

1. Форма подготовки торцов труб под сварку и зазор между стыкуемыми трубами должны соответствовать ГОСТ 5264–80.

2. Кромки труб и присадочный материал (только при газовой сварке) должны быть очищены до блеска, а затем обезжирены.

3. Зазоры между спаиваемыми концами должны быть минимальными, но обеспечивающими заполнение расплавленным припоем всех пор и неровностей в месте спая.

4. Должны быть обеспечены равномерность нагрева и охлаждения стыков после пайки и правильность выбора температуры, до которой нагреваются спаиваемые детали.

5. Готовый шов должен быть тщательно очищен от следов флюса и промыт.

Температура плавления припоя и образующихся при пайке химических соединений должна быть выше рабочей температуры вакуумных трубных проводок не менее чем на $50\,^{\circ}C$.

5.12. МОНТАЖ КИСЛОРОДНЫХ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

До начала изготовления узлов и блоков и монтажа кислородных трубных проводок линейный персонал, который будет выполнять указанные работы, должен тщательно изучить специфические требования, связанные с монтажом кислородных проводок. Подготовкой и проведением работ по обезжириванию арматуры, соединителей и труб в МЗМ и на монтируемом объекте должны руководить лица, назначенные начальником монтажной организации или участка.

Качество всех материалов и изделий, применяемых при монтаже кислородных трубных проводок, должно отвечать соответствующим стандартам и техническим условиям. Перед монтажом кислородных трубных проводок необходимо проверить соответствие труб спецификации, проекту и стандарту на их изготовление. Трубы, предназначенные для транспортировки газообразного кислорода, на внутренней поверхности которых обнаружены масло и другие жировые и смазочные загрязнения, обезжиривают. Незамасленные (чистые) и отожженные трубы обезжириванию не подлежат. Чистоту труб на замасленность проверяют путем протяжки через трубу пыжа из хлопчатобумажной ткани. Чистые трубы, принятые к монтажу, должны быть закрыты с обоих концов деревянными, пластмассовыми или стальными пробками, заглушками и храниться на стеллажах. Деревянные пробки вставляют в трубу не более чем на $^1/_2$ их высоты. Пригодность труб для монтажа, а также их соответствие стандартам фиксируют в акте, составленном по соответствующей форме.

Арматура, монтируемая на кислородных трубных проводках, подвергается ревизии, испытанию на прочность и плотность, а также тщательному обезжириванию.

В цехах производства кислорода, газификационных станций и в помещениях кислородораспределительных пунктов импульсные кислородные трубные проводки могут быть проложены открыто (по стенам или колоннам здания, по технологическим кислородным трубопроводам, по кожухам аппаратов разделения воздуха), а также скрыто в непроходимых каналах как с кислородными, так и с другими трубопроводами. Не допускается прокладывать импульсные кис-

лородные трубные проводки в каналах с трубопроводами горючих жидкостей и газов, а также масел и в кабельных каналах электрических проводок.

Кислородные трубные проводки прокладывают открыто – по стенам или колоннам здания. Если местные условия не позволяют проложить их открыто, можно проложить их в крытых непроходных каналах, предназначенных для трубопроводов газообразного кислорода.

Межцеховые импульсные трубные проводки можно прокладывать по кислородным трубопроводам и эстакадам. Расстояние от кислородной трубной проводки до проложенных на эстакаде трубопроводов с горючими газами и жидкостями должно быть не менее 400 мм.

Не следует прокладывать кислородные трубные проводки через дымоходы, вентиляционные воздуховоды, а также на расстоянии менее 1 м от горячих поверхностей, имеющих температуру выше 150 °С. При монтаже кислородных трубных проводок для соединения труб, как правило, применяют неразъемные соединения (сварка, пайка). Разъемные соединения допускаются только в местах присоединения к оборудованию, арматуре, приборам при разветвлении (тройники) и для устройства монтажных соединений в неудобных для сварки и пайки местах.

При наличии резьбовых соединений запрещается подмотка льна, пеньки, а также применение сурика и других материалов, содержащих масла и жиры. Можно использовать свинцовый глет, замешанный на воде.

При использовании соединителей с прокладками материал для изготовления прокладок выбирают в зависимости от давления и температуры измеряемой среды. Например, при максимальном давлении кислорода 0,25 МПа может применяться асбестовый картон; при 1,6 МПа – паронит 56 и паронит 56 графитированный; при 2,5 МПа – паронит КП-2; при 6,4 МПа – фторопласт-4 и асбофторопласт АСТ; при 20 МПа – прокладки металлические плоские из нержавеющей стали, линзовые или овальные из меди и латуни. При выборе прокладок для кислородных проводок во всех случаях необходимо руководствоваться проектом автоматизации.

5.13. МОНТАЖ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

Пластмассовые трубы по сравнению с металлическими обладают рядом существенных преимуществ: большой строительной длиной (свыше 150 м) и компактностью, невысокой стоимостью, стойкостью ко многим агрессивным средам и вибрациям, легкостью, гибкостью, не требуют окраски, удобны для транспортировки и хранения. Их применение по сравнению с металлическими трубами в 5–6 раз повышает производительность труда, значительно упрощает и ускоряет ведение монтажных работ, повышает надежность и долговечность трубных проводок (особенно при воздействии агрессивных сред), уменьшает эксплуатационные расходы и дает большой экономический эффект.

К отрицательным явлениям, ограничивающим применение пластмассовых труб, относятся: небольшой интервал температур, при которых можно их применять (от – 50 до + 60 °С); невысокая механическая прочность (предел прочности при разрыве не более 13 МПа при температуре 20 °С); низкая химическая стойкость к нефтепродуктам, солнечной радиации, большой коэффициент линейного расширения и подверженность порче грызунами.

При выборе пластмассовых труб для монтажа средств автоматизации необходимо проверять толщину стенок труб (см)

$$S = Pd/(2\sigma + P),$$

где d – наружный диаметр трубы, см; P – давление рабочей среды в трубопроводе, МПа; σ – допустимое напряжение на разрыв для материала стенки трубы, МПа.

Определяющим фактором при подсчете толщин стенок труб является значение допустимого напряжения.

Учитывая, что способность пластмасс сопротивляться воздействию постоянной нагрузки уменьшается с течением времени, допустимое напряжение на разрыв при 20 °С следует принимать 2,5 МПа для труб из полиэтилена низкой плотности; 5 МПа для труб из полиэтилена высокой плотности и 2,5 МПа для поливинилхлоридных труб.

Специфические свойства полиэтиленовых труб выдвигают ряд условий и требований, которые необходимо учитывать при их прокладке. Полиэтиленовые трубы можно прокладывать на скобах и кронштейнах по стенам зданий, на несущих конструкциях технологических трубопроводов, на специальных кабельных конструкциях, в кабельных каналах, открытым способом и в защитных коробах, трубах и т. п.

Прокладку пластмассовых проводок выполняют после окончания в зоне монтажа сварочных работ, штукатурки и облицовки

помещений, монтажа опорных или несущих конструкций, технологических аппаратов и трубопроводов, окончания теплоизоляционных работ горячих трубопроводов и т. п.

Пластмассовые проводки, прокладываемые вблизи нагретых поверхностей технологических аппаратов и трубопроводов, должны быть либо защищены экранами (из теплоизоляционного материала), либо удалены на такое расстояние, чтобы нагрев проводок не превышал температуру, допустимую для данного рабочего давления транспортируемой среды. Рабочее (допустимое) давление для полиэтиленовых труб и пневмокабелей определяется следующими данными:

Температура, °С	20	30	40	50	60
Максимальное рабочее давление, МПа	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1

Прокладку пластмассовых проводок выполняют без надрезов и других механических повреждений труб.

Совместная прокладка пластмассовых труб с электрическими проводками допускается во всех помещениях, кроме взрыво- и пожароопасных, с соблюдением следующих условий:

1. В двух- и трехканальных коробах пластмассовые трубные проводки прокладывают в отдельных каналах.

2. В лотках, на мостовых конструкциях и по дну каналов – на расстоянии не менее 150 мм от электропроводок.

3. На сборных кабельных конструкциях, укрепленных на элементах здания или установленных на стенках каналов, проводки прокладывают на отдельных полках, при этом трубные проводки должны располагаться ниже электропроводок.

Примеры прокладки пластмассовых труб приведены на рис. 5.28. Прокладку в коробах (рис. 5.28, *а* и *б*) применяют для внутренних и наружных проводок при наличии опасности механических повреждений, воздействия прямых солнечных лучей и нагрева свыше 30 °С.

В трубах и гибких металлических рукавах (рис. 5.28, *в*) пластмассовые трубы прокладывают при тех же условиях, что в коробах, а также в местах подключения к приборам (например, на участках от магистрального короба к первичному прибору или клапану). Варианты прокладок по рис. 5.28, *г – з* применяют для внутренних и наружных проводок в местах, где отсутствуют опасность механических повреждений, длительное воздействие прямых солнечных лучей и нагрев свыше 30 °С. Скрытую прокладку пластмассовых труб (рис. 5.28, *и*) применяют в исключительных случаях в стенах, полах и перекрытиях зданий и сооружений.

При прокладке пластмассовых труб в защитной стальной трубе или металлическом рукаве число прокладываемых труб выбирается по табл. 5.22 и 5.23 соответственно.

При прокладке пластмассовых труб широко распространены металлические короба и лотки. Во избежание повреждения пластмассовых труб внутренняя поверхность коробов и лотков не должна иметь заусенцев или острых выступающих частей.

Пластмассовые трубы в коробах укладывают свободно в несколько рядов без крепления, при этом трубы не должны переплетаться между собой. Максимально допустимое число труб, укладываемых в одном коробе, приведено в табл. 5.24. Трубы выво-

Таблица 5.22. **Число пластмассовых труб, прокладываемых в одной защитной трубе**

Условный проход водогазопроводных труб, мм	Число труб диаметром, мм		Размер электросварных труб, мм	Число труб диаметром, мм	
	6	8		6	8
15	2	1	20 × 2,5	2	1
20	3	2	26 × 2,5	3	2
25	6	4	32 × 2,8	8	4
40	16	10	47 × 3	15	10
50	27	16	59 × 3	18	12

Таблица 5.23. **Число пластмассовых труб, прокладываемых в одном металлическом рукаве**

Наружный диаметр труб, мм	Число труб, прокладываемых в металлическом рукаве, внутренним диаметром, мм									
	12	15	18	20	22	25	29	32	38	50
6	1	2	2	3	3	4	4	5	6	8
8	1	1	2	3	2	3	3	3	4	6
10	1	1	1	2	2	2	2	3	3	5

Таблица 5.24. **Максимальное допустимое число труб, укладываемых в одном коробе**

Наружный диаметр труб, мм	Максимальное допустимое число труб, мм		
	Сечение короба, мм		
	100 × 100	150 × 150	200 × 200
6	105	240	425
8	60	135	240

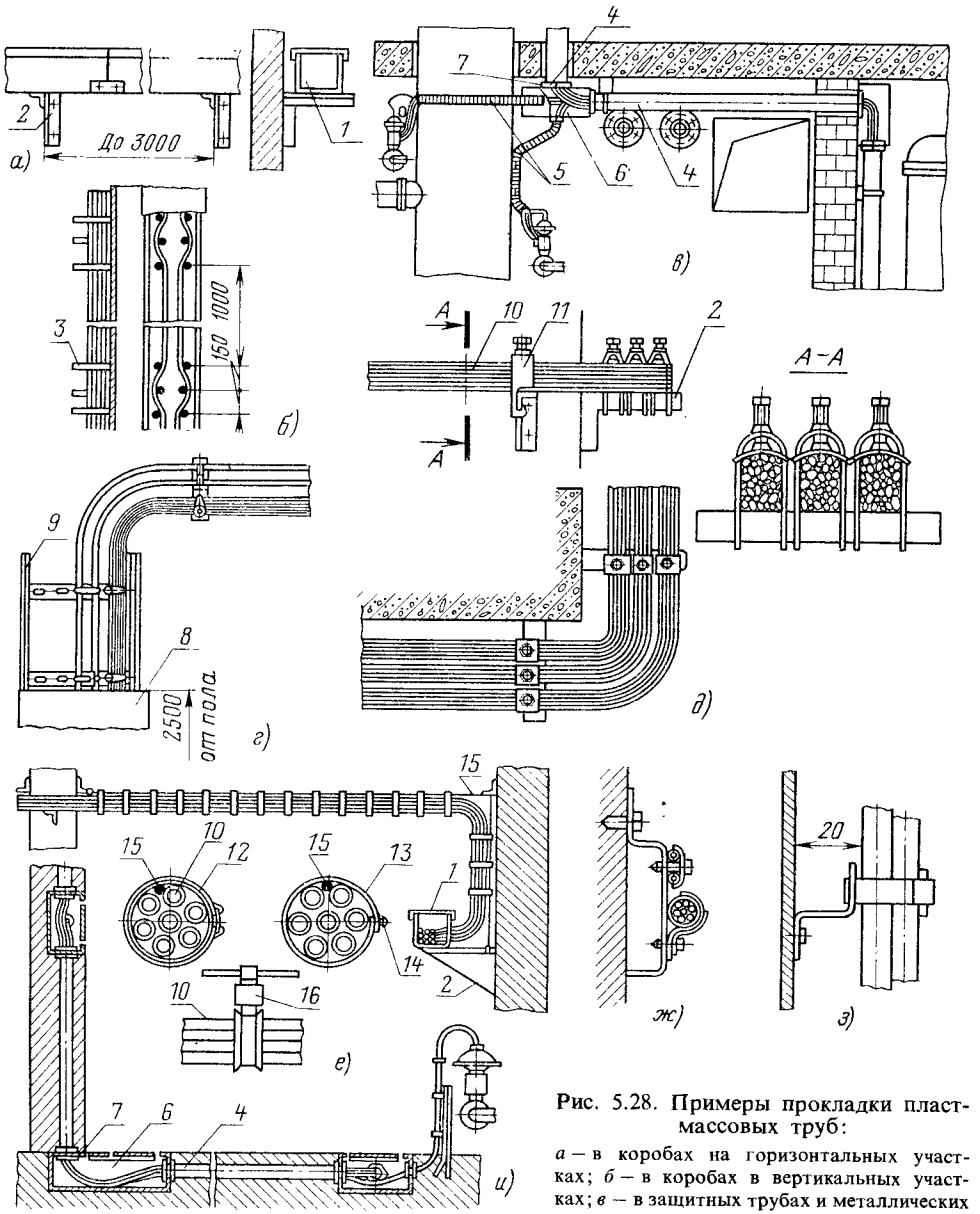


Рис. 5.28. Примеры прокладки пластмассовых труб:

а – в коробах на горизонтальных участках; *б* – в коробах в вертикальных участках; *в* – в защитных трубах и металлических рукавах; *г* – на лотках; *д* – на кронштейнах с креплением прижимами типа ПКТ; *е* – прокладка вдоль стальной проволоки с бандажом из пластмассовых полосок-пряжек или поливинилхлоридной перфорированной ленты с кнопкой; *ж* – на перфорированных полосах с креплением скобами; *з* – то же с бандажом из пластмассовых полосок-пряжек; *и* – скрытая прокладка в защитных трубах: *1* – короб; *2* – кронштейн; *3* – стойки; *4* – защитная труба; *5* – гибкий металлический рукав; *6* – протяжная коробка; *7* – пластмассовая втулка; *8* – защитный кожух; *9* – лоток; *10* – пучки пластмассовых труб; *11* – прижим типа ПКТ; *12* – пластмассовая полоска-пряжка; *13* – поливинилхлоридная перфорированная лента; *14* – кнопка; *15* – стальная проволока; *16* – подвеска

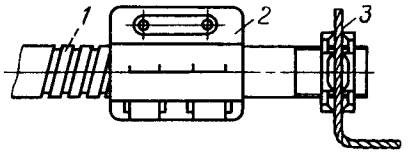


Рис. 5.29. Пример присоединения гибкого металлического рукава *1* к стенкам *3* коробов или протяжных коробок с помощью муфт *2*

дят из короба для подключения к приборам и средствам автоматизации открытым способом – через защищенные пластмассовыми втулками отверстия в боковых стенках или дне короба или закрытым способом – с помощью защитных стальных труб или гибких металлических рукавов, присоединяемых к коробу на контргайках или муфтах (рис. 5.29).

Гибкие металлические рукава, применяемые для прокладки пластмассовых трубопроводов, могут быть герметичными и негерметичными типа РЗ с лентой простого профиля. Наиболее распространен металлорукав РЗ-Ц-Х из стальной оцинкованной ленты с хлопчатобумажным уплотнением.

Металлические рукава крепят с помощью скоб типа СО или БС. Расстояние между креплениями металлических рукавов на опорных конструкциях не должно превышать 600 мм. При изгибе металлических рукавов с проложенными в них пластмассовыми трубами радиусы изгиба выбирают в зависимости от внутреннего диаметра металлического рукава:

Внутренний диаметр металлического рукава, мм	12	15	18	20	22
Наименьший радиус изгиба, мм	90	100	110	120	130

Гибкие металлические рукава присоединяют к стальным коробам или протяжным коробкам с помощью муфт (рис. 5.29).

5.14. МОНТАЖ ТРУБНЫХ КАБЕЛЕЙ (ПНЕВМОКАБЕЛЕЙ)

В тех случаях, когда по одной трубной трассе, связывающей между собой отдельно стоящие исполнительные механизмы, датчики, регуляторы и т. п. со вторичными приборами, установленными на щитах, требуется проложить большое число (пять и более) параллельно идущих трубопроводов, необходимо применять пневмокабели (см. рис. 5.1).

Крепление пневмокабелей выполняют таким образом, чтобы исключить возможность возникновения опасных напряжений и механических повреждений. Для этого пневмокабели прокладывают свободно, без натяга, учитывая изменения их длины при колебаниях температуры окружающей среды, а также собственную массу пневмокабелей, проложенных вертикально.

Наиболее распространенные способы прокладки пневмокабелей рассмотрены ниже.

На открытых несущих конструкциях (рис. 5.30) небронированные пневмокабели прокладывают при отсутствии опасности воздействий на них механических повреждений, прямых солнечных лучей и сред, разрушающих оболочку, попадания на кабель искр, брызг металла.

Если при этих условиях необходимо прокладывать пневмокабели на высоте (например, между зданиями), то рекомендуется их прокладка на тросах (рис. 5.31).

Если имеется опасность небольших механических повреждений, то на открытых несущих конструкциях и тросах следует прокладывать бронированные пневмокабели. При этом окружающая среда не должна разрушающим образом воздействовать на броню кабеля.

В коробах или защитных трубах (рис. 5.32) пневмокабели прокладывают в местах, где есть опасность существенных механических повреждений, воздействия прямых солнечных лучей, попадания искр, брызг металла и нагрева до $+40\,^{\circ}C$ и выше. Прокладка в трубах рекомендуется только для защиты одиночных пневмокабелей на коротких участках.

При необходимости прокладки трубных проводок ниже уровня пола (земли) пневмокабели прокладывают в кабельных каналах (рис 5.33).

Размотку и прокладку пневмокабелей можно производить при температуре, превышающей $-15\,^{\circ}C$. При более низких температурах пневмокабели перед размоткой и прокладкой необходимо нагревать в теплом помещении (не менее суток при нормальной комнатной температуре).

При пересечении или параллельной прокладке пневмокабелей с трубопроводами горячей воды, пара или другими теплоизлучающими поверхностями пневмокабели необходимо теплоизолировать или располагать на таком расстоянии от них, чтобы обеспечить температуру не выше $60\,^{\circ}C$. При отрицательных температурах пневмокабели теряют эластичность, а при повышенных –

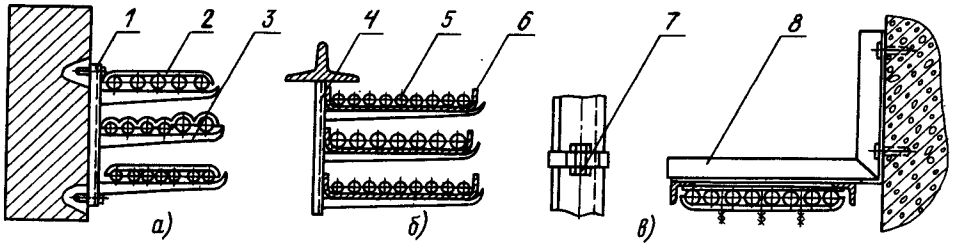


Рис. 5.30. Примеры прокладки небронированных и бронированных пневмокабелей на открытых несущих конструкциях:

а – на кабельных полках; *б* – на лотках; *в* – на мостах, с креплением скобами или перфорированными полосами; *1* – кабельная стойка; *2* – перфорированная полоса; *3* – кабельная полка; *4* – мост; *5* – пневмокабель; *6* – лоток; *7* – стальная полоса с пряжкой; *8* – кронштейн

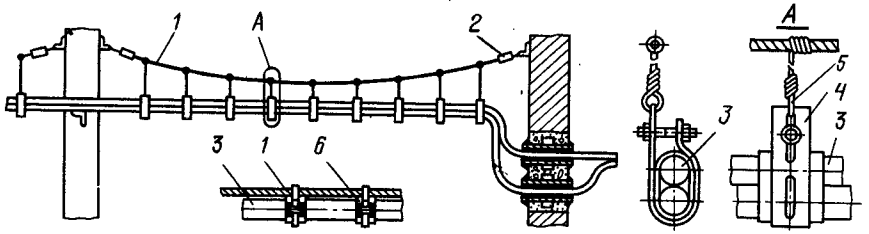


Рис. 5.31. Пример прокладки небронированных пневмокабелей на тросах:

1 – трос; *2* – натяжная муфта; *3* – пневмокабель; *4* – полоса перфорированная; *5* – мягкая проволока; *6* – стальная полоса с пряжкой

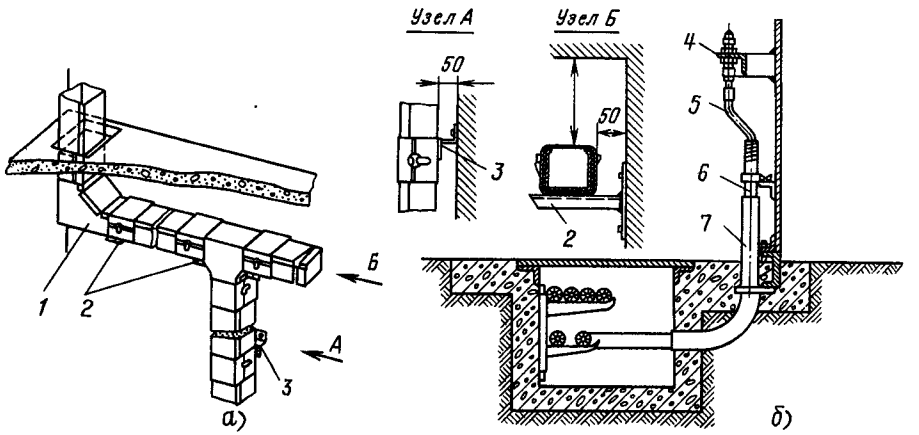


Рис. 5.32. Примеры прокладки небронированных пневмокабелей в коробах и защитных трубах:

а – прокладка в коробах; *б* – прокладка в защитных трубах, на участке вывода пневмокабеля из кабельного канала; *1* – короб; *2* – кронштейн; *3* – Z-образный профиль; *4* – соединитель пластмассовых труб переборочный; *5* – пластмассовые трубы; *6* – пневмокабель; *7* – защитная труба

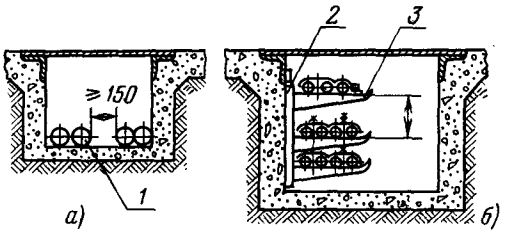


Рис. 5.33. Пример прокладки небронированного пневмокабеля в кабельных каналах:
а – по дну канала; *б* – по стенам на кабельных стойках; *1* – пневмокабель; *2* – кабельная стойка; *3* – кабельная полка

прочность, поэтому монтировать их можно при температуре от – 10 °С, но с обязательным прогревом по всей длине до температуры, близкой к + 30 °С. Прогрев можно осуществить продуванием через пневмокабель теплого воздуха или поместив барабан с кабелем в теплое помещение на 1 – 3 сут. При положительных температурах радиус изгиба пневмокабеля должен быть больше или равен 6 наружным диаметрам, при отрицательных – 12 наружным диаметрам. Для трубок кабеля допускается изгиб радиусом не менее 40 мм. Расстояние между точками крепления пневмокабеля к кронштейнам или полкам должно быть на горизонтальных участках не более 600 мм, на вертикальных и наклонных участках – не более 1000 мм. Общепринятые для трубопроводов уклоны при укладке пневмокабеля не требуются, так как применение в системах пневмоавтоматики воздуха, хорошо очищенного и осушенного, исключает опасность образования конденсатных пробок.

Пневмокабели можно прокладывать совместно с электрическими проводами и небронированными кабелями цепей измерения и контроля открытым способом в кабельных каналах и защитных коробах при наличии разделяющих металлических перегородок во всех помещениях и установках, за исключением тех случаев, когда по условиям пожаро- и взрывоопасности перечисленные электрические проводки необходимо выполнять во взрывобезопасном исполнении.

Пневмокабели на общих несущих конструкциях прокладывают совместно с бронированными и силовыми кабелями с соблюдением следующих условий: пневмокабели укладывают над силовыми кабелями на отдельных полках с прокладкой между полками металлических или других несгораемых перегородок; в многоканальных защитных коробах во избежание перегрева от силовых кабелей пневмокабель прокладывают в каналах, отделенных от силовых кабелей дополнительной асбестовой прокладкой или промежуточным каналом. Пневмокабель в пожаро- и взрывоопасных помещениях прокладывают так, чтобы не допустить распространения по кабелю пожара и взрывоопасных смесей в смежные помещения. С этой целью проходы пневмокабеля через стены и перекрытия, а также сборные коробки выполняют уплотненными.

Герметизацию пневмокабеля при проходе через стены осуществляют с помощью сальников, специальных гильз или лабиринтовых уплотнений (см. табл. 5.15). В зависимости от категории помещений проходы выполняют без разрыва пневмокабеля и с разрывом. При проходе с разрывом участки пневмокабелей соединяют через патрубки с переборочными соединениями, вмонтированными в стальной лист (бронеплиту), забетонированный в перекрытие или стену (рис. 5.34). Размеры стального листа определяются в зависимости от способа заделки. Размеры отверстия *Б* в дне коробки зависят от габаритов пучка труб.

В случае повышения требований к огнестойкости стен и при проходе через наружные стены в бронеплиту вваривают отрезки металлических трубок, выступающих за пределы стены, а проемы заполняют теплоизолирующим материалом. Проход с разрывом пневмокабеля безопаснее, так как исключает возможность проникновения взрывоопасных смесей из одного помещения в другое по межтрубным пустотам пневмокабелей, а металлические детали трубопровода, вмонтированные в стену, исключают возможность распространения огня по пневмокабелю.

В местах присоединения пневмокабелей концы их разделывают так, чтобы длина оголенных трубок была достаточной для их присоединения (с учетом изгибов трубок допустимыми радиусами и запаса не менее 100 мм). При монтаже пневмокабеля необходимо предусмотреть компенсацию температурных изменений за счет свободной укладки (с запасом длины и скользящими креплениями), применения «уток» на прямолинейных участках проводок длиной более 50 м и компенсирующих поворотов.

Переход с пневмокабеля на проводку отдельными трубами, идущими к приборам и средствам автоматизации, отдаленным друг от друга, осуществляют переборочными соединениями в коробках типа КС (см. разд. 3).

Пример соединения пневмокабеля с трубками в коробке с помощью перебо-

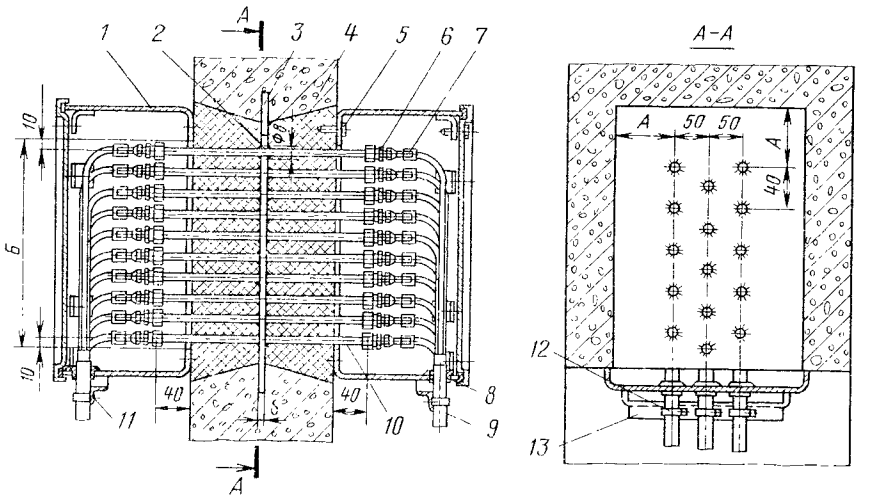


Рис. 5.34. Конструкции прохода пневмокабелей через стены и перекрытия взрыво- и пожароопасных помещений с пределом огнестойкости 1 ч и более:

1 — коробка стальная; *2* — сварка; *3* — лист стальной; *4* — цементная стяжка; *5* — дюбель; *6* — соединение с врезающимся кольцом; *7* — оконцеватель маркировочный; *8* — втулка; *9* — пневмокабель; *10* — труба стальная 8×1; *11* — болты с гайками; *12* — скоба; *13* — кронштейн

рочных соединителей дан на рис. 5.35.

При разделке в одном месте нескольких пневмокабелей вместо нескольких коробок применяют переборочные шкафы ШС-40 и ШС-80. Чаще всего переборочные шкафы применяют при вводе пневмокабелей в щитовые помещения.

Если все трубы пневмокабеля идут к приборам, расположенным рядом, например на одной панели щита, то в этом случае переборочные соединители не применяют, а пневмокабель прокладывают непосредственно к панелям щита и его трубы подключают непосредственно к приборам или трубной коммутации щита.

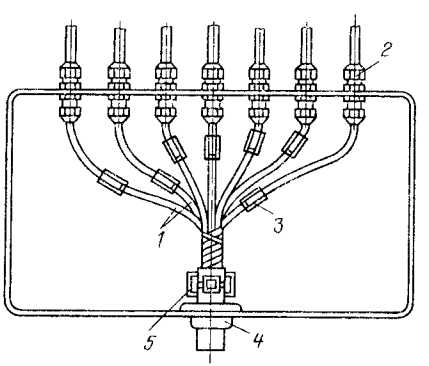


Рис. 5.35. Пример соединения пневмокабеля с трубами в коробке с помощью переборочных соединителей:

1 — трубы пневмокабеля; *2* — соединение; *3* — маркировочный оконцеватель; *4* — втулка пластмассовая; *5* — стойка перфорированная

Пневмокабели подводят к щитам обычно сверху через защитные коробки и лотки, расположенные на щитах, и разводят к соответствующим панелям. Вводы пневмокабелей в уплотненные шкафные щиты герметизируют при помощи типовых сальников, применяемых для уплотнения (см. разд. 3 и 4).

Монтажная длина пневмокабелей

$$L_м = L_{тр}(1 + \alpha \Delta t),$$

где $L_{тр}$ — длина трассы по проекту; Δt — разность температур в период монтажа и эксплуатации; α — коэффициент линейного расширения труб.

5.15. МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК В ПОЖАРО- И ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

Трубные проводки в пожаро- и взрывоопасных зонах должны быть проложены так, чтобы пожаро- или взрывоопасные смеси не могли проникнуть по трубным проводкам или вдоль них в другие зоны. Проходы трубных проводок из пожаро- или взрывоопасных зон разных классов должны осуще-

ствляться через герметизированные проемы в стенах и перекрытиях. Для всех питающих или командных линий воздух должен забираться вне пожаро- или взрывоопасной зоны.

Выбросные трубные проводки должны выходить за пределы пожаро- и взрывоопасной зоны, а монтаж трубных проводок должен быть выполнен так, чтобы исключалась возможность подсоса в него пожаро- или взрывоопасных смесей.

При вводе трубных проводок в щиты, находящиеся в помещениях под избыточным давлением, отверстия в стенах и в полу для прохода трубных проводок должны быть плотно заделаны несгораемыми материалами; проход трубных проводок через стальные переборки (стены) должен осуществляться через сальниковые уплотнения. Трубные проводки прокладывают вдали от силовых электрических полей; при невозможности выполнения этого требования трубные проводки необходимо заземлить на обоих концах, в местах разъемных соединений трубных проводок поставить перемычки из стальной или медной проволоки, обеспечивающие надежную электрическую цепь по обе стороны соединения, а находящиеся вне влияния электрических полей проводки, содержащие порошкообразные или волокнистые движущие среды, должны быть надежно электрически соединены и хорошо заземлены.

Вводы трубных проводок, входящие в пожаро- или взрывоопасные помещения снаружи, перед помещением должны быть заземлены.

Трубные проводки, транспортирующие токсичные или взрывоопасные среды, должны прокладываться раздельными потоками.

Смешанная прокладка трубных проводок (в одном потоке) высокого и низкого давлений или с взрывоопасными транспортируемыми средствами, а также трубных и электрических проводок или трубных проводок систем автоматизации и технологических трубопроводов не разрешается, за исключением вынужденных и технически обоснованных решений. В этих случаях трубные проводки различных назначений должны быть обязательно защищены от взаимных воздействий при их эксплуатации, а также от воздействий со стороны электрических проводок и технологических трубопроводов.

Прокладка трубных проводок, заполняемых маслом в помещениях кислородных установок, не допускается.

5.16. ИСПЫТАНИЕ И СДАЧА ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

После завершения монтажных работ все смонтированные трубные проводки перед сдачей в эксплуатацию должны быть испытаны на прочность и плотность. Перед испытанием трубопроводы внимательно осматривают на всем протяжении, проверяют надежность и правильность крепежных деталей разъемных соединений, заглушек и пробок. В процессе осмотра необходимо открыть все вентили и отсоединить трубопровод от всех приборов и аппаратов, а также от трубопроводов, которые в данном случае не подлежат испытанию. После завершения указанных работ приступают к продувке каждого трубопровода сжатым воздухом для удаления твердых частиц, пыли и грязи. Затем к трубопроводам подсоединяют насос или компрессор (в зависимости от типа испытаний) и соединяют с манометром (рис. 5.36), по показаниям которого следят за ходом испытаний.

Прочность и плотность смонтированных трубных проводок проверяют путем гидравлического или ~~пневматического~~ испытания, при котором в проводках создается пробное давление $P_{пр}$. Гидравлическими испыта-

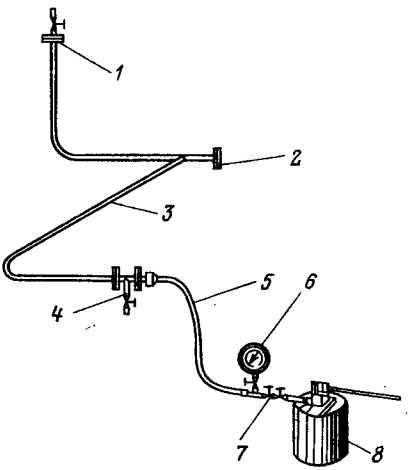


Рис. 5.36. Схема гидравлического испытания трубных проводок с применением ручного насоса:

1 – арматура для выпуска воздуха; *2* – заглушка; *3* – испытываемый трубопровод; *4* – арматура для спуска испытательной жидкости; *5* – подсоединительная трубка; *6* – контрольный манометр; *7* – два запорных вентиля; *8* – ручной насос

ниями проверяют прочность и плотность импульсных и вспомогательных трубных проводок, заполняемых жидкостями, а также негорючими и нетоксичными газами, командных гидравлических проводок, обогревающих и питающих проводок, проводок, предназначенных для работы при низком вакууме.

Прочность импульсных и вспомогательных трубных проводок, заполняемых горючими и токсичными газами, а также кислородом, должна проверяться гидравлическими испытаниями, а их плотность – пневматическими. Исключение составляют трубные проводки, заполняемые кислородом и работающие при давлении меньше 0,07 МПа, прочность которых проверяется пневматическими испытаниями.

Прочность и плотность трубных проводок при наружном диаметре труб до 10 мм, $P_{пр}$ до 0,25 МПа может определяться пневматическими испытаниями. Прочность и плотность трубных проводок, предназначенных для работы при низком вакууме, проверяют гидравлическими испытаниями. Испытанию, как правило, подвергают всю линию от места отбора до прибора или датчика. В технически обоснованных случаях допускается проводить испытание линии по частям.

Перед испытаниями трубные проводки должны быть отсоединены от приборов и отборных устройств, продуты сжатым воздухом или инертным газом, а при необходимости промыты и плотно заглушены.

Пробное давление $P_{пр}$, создаваемое в трубных проводках, как правило, должно быть: при рабочих давлениях $P_р$ до 0,5 МПа – $1,5P_р$, но не менее 0,2 МПа; при $P_р$ свыше 0,5 МПа – $1,25P_р$, но не менее 0,3 МПа. Исключение составляют следующие трубные проводки: выполненные полиэтиленовыми и поливинилхлоридными трубами, предназначенными для работы при $P_р$ до 0,14 МПа, которые испытываются пневматическим давлением 0,3 МПа, а также предназначенные для работы при рабочем давлении свыше 0,5 МПа, которые испытываются гидравлическим давлением, равным $1,5P_р$; предназначенные для работы под низким вакуумом, которые испытываются на прочность и плотность давлением 0,15 МПа; заполняемые кислородом, рассчитанные на рабочее давление до 0,07 МПа, которые подвергаются пневматическому испытанию давлением, равным рабочему, увеличенному на 0,03 МПа.

При гидравлических испытаниях в качестве испытательной среды используют воду, которая нагнетается насосом в трубные проводки до нужного давления, определяемого по манометру. При проведении испытаний зимой при температуре окружающего воздуха ниже -5 °С в качестве испытательной среды используют растворы хлористого кальция в воде или масла индустриальные (марки 12, 20, 20в), не замерзающие при -30 °С.

Как сказано выше, перед испытанием все трубные проводки следует продувать сжатым воздухом или инертным газом. Трубные проводки, заполняемые кислородом, продувают только инертным газом. Сжатый воздух или инертный газ, применяемые для продувки, должны быть осушены и очищены от масла и пыли.

Смонтированные трубные проводки, заполняемые кислородом, при необходимости должны быть обезжирены. Обезжиривание проводят перед испытанием на прочность и плотность четыреххлористым углеродом (чистым для анализа) по ГОСТ 20288–74.

Перед проведением испытаний трубные проводки должны быть отсоединены от приборов и отборных устройств заглушками, конструкция которых должна предотвращать их срыв при пробных давлениях. Трубные проводки, предназначенные для работы при $P_р = 20$ МПа, должны заглушаться заглушками с указателями. Число заглушек, поставленных перед испытаниями и снятых после испытаний, рекомендуется указывать в протоколе. Для трубных проводок $P_р = 20$ МПа запись в протоколе обязательна.

Трубопроводы, подводящие испытательную жидкость, воздух или инертные газы от насосов, компрессоров, баллонов и т. п. к трубным проводкам, должны быть предварительно испытаны гидравлическим давлением в собранном виде с запорной арматурой и манометрами.

При гидравлических и пневматических испытаниях трубных проводок давление должно подниматься постепенно по ступеням. Рекомендуемые ступеии подъема давления: первая ступень – 0,05–0,2 МПа (предварительное опробование); вторая ступень – $0,5P_р$; третья ступень – до $P_р$; четвертая ступень – до $P_{пр}$.

Манометры и вакуумметры, применяемые для испытаний, должны иметь пределы измерения, равные 4–3 измеряемого пробного давления, и класс точности не ииже 1,5. Не рекомендуется проводить гидравлические испытания при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С. Для испытания трубных проводок, заполняемых кислородом, применять масло не разрешается.

При гидравлических испытаниях устройство для подвода испытательной жидкости должно находиться в самой нижней точке испытываемой трубной проводки, а устройство для отвода воздуха — в самой высшей точке. На промежуточных ступенях подъема давления устраивают выдержку 1—3 мин, во время которой по манометру устанавливают отсутствие падения давления в трубных проводках. При пробном давлении трубные проводки выдерживают в течение 5 мин. Затем давление снимают до рабочего и проводят тщательный осмотр проводок. При этом металлические трубные проводки обстукивают молотком массой не более 0,5 кг.

Трубные проводки, предназначенные для работы при $P_р = 20$ МПа, должны выдерживаться под пробным гидравлическим давлением в течение 10 мин, после чего давление снижают до рабочего и проводят осмотр трубных проводок при обстукивании их молотком. По окончании осмотра давление снова должно быть поднято до пробного и выдержано в течение 5 мин, а затем снижено до рабочего, при котором должно находиться в течение времени, необходимого для осмотра и обнаружения дефектов.

Трубные проводки считаются годными к эксплуатации, если при гидравлических испытаниях не обнаружено падения давления, а при осмотре не выявлено выпучин, трещин, течей и запотеваний.

По окончаиии испытания из трубных проводок спускают жидкость и продувают проводки сжатым воздухом.

При пневматических испытаниях в качестве испытательной среды применяют воздух, при недопустимости его применения — азот или другой инертный газ, имеющийся на объекте. Воздух и инертные газы должны быть свободны от влаги, масла и пыли. При пневматических испытаниях на прочность давление в трубной проводке должно подниматься до пробного и выдерживаться в течение 5 мин; давление в трубиых проводках, заполняемых горючими газами, должно выдерживаться в течение 30 мин, затем пробное давление должно быть снижено до рабочего, при котором проводят осмотр и выявляют дефекты.

При невматических испытаниях на плотность давление в трубной проводке должно подниматься до пробного, при котором проводка должна находиться в течение времени, необходимого для осмотра и выявления неплотностей. Для выявления дефектов при осмотре трубных проводок должны применяться пенообразующие растворы.

Не допускается при пневматических испытаниях обстукивать молотком трубные проводки, находящиеся под давлением. В зоне проведения испытаний не должно быть посторонних лиц.

Трубные проводки считаются годными к эксплуатации, если при пневматических испытаниях не обнаружится падение давления, а при осмотре и применении пенообразующих растворов не будет выявлено выпучин, трещин и течей.

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

МОНТАЖ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

6.1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЭЛЕКТРОПРОВОДКАМ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Электропроводки прокладывают по кратчайшим расстояниям между соединяемыми приборами и средствами автоматизации, параллельно стенам, перекрытиям и колоннам, с минимальным количеством поворотов и пересечений, удобно располагают для монтажа и эксплуатации, а также достаточно удаляют от мест с повышенной температурой, технологического оборудования и электрооборудования, силовых и осветительных линий, избегая перекрещивания с другими электропроводками и технологическими трубопроводами. Трасса выбирается с учетом наименьшего расхода проводов и кабеля. Электропроводки защищают от механических повреждений, коррозии, вибрации и перегрева; координируют относительно строительных сооружений. Трасса должна быть согласована с установкой технологического оборудования и прокладкой трасс электропроводок электроснабжения и силового оборудования.

Удаление трасс электропроводок от со-

оружений, технологических трубопроводов и оборудования при параллельной прокладке должно быть не менее:

а) для открытых электропроводок: 100 мм – от технологических трубопроводов; 400 мм – от трубопроводов, транспортирующих горючие жидкости и газы;

б) для кабелей, прокладываемых в земле: 2000 мм – от теплопроводов; 1000 мм – от газопроводов и трубопроводов, транспортирующих горючие жидкости; 600 мм – от фундаментов зданий; 1000 мм – от фундаментов и опор линий передач до 1 кВ; 2000 мм – от древесных насаждений.

При пересечении трасс электропроводок с технологическими трубопроводами и оборудования удаление должно быть:

а) для открытых электропроводок: 50 мм – от технологических трубопроводов; 100 мм – от трубопроводов, транспортирующих горючие жидкости и газы;

б) для кабелей, прокладываемых в земле, 500 мм – от тепло-, нефте- и газопроводов.

В электропроводках систем автоматизации допускается совместная прокладка в одной защитной трубе, коробе, кабеле или в одном пучке проводов, проложенных на лотках, цепей управления, регулирования, сигнализации, питания напряжением до 380 В переменного и 440 В постоянного тока, включая цепи питания и управления электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек.

Не разрешается совместная прокладка:

измерительных цепей приборов и средств автоматизации с проводками другого назначения, которые могут создавать помехи, превышающие допустимые;

взаиморезервируемых цепей питания;

стационарно прокладываемых цепей питания электрифицированного инструмента и освещения щитов напряжением до 42 В;

цепей систем пожарной автоматики;

цепей питания электроприемников особой группы I категории.

Возможность совместных прокладок в одной трубе, канале, коробе, кабеле, пучке проводов измерительных цепей с цепями другого назначения регламентируется указаниями заводов-изготовителей.

Допускается совместная прокладка в одной трубе, коробе, кабеле измерительных цепей от преобразователей термоэлектрических (термопар) или термопреобразователей (термометров) сопротивления к автоматическим электронным потенциометрам и уравновешенным мостам постоянного тока. При этом количество прокладываемых измерительных цепей не ограничивается.

Электропроводки систем автоматизации в коробах, лотках, защитных трубах (кроме электропроводок противопожарных устройств) допускается прокладывать рядом с аналогично выполненными электропроводками установок электроснабжения, освещения и силового электрооборудования, включая силовые шинопроводы напряжением до 1000 В.

При совместной прокладке кабелей электропроводок систем автоматизации с силовыми кабелями установок электроснабжения и силового электрооборудования в каналах, туннелях и открыто на кабельных конструкциях в производственных помещениях и наружных установках должны соблюдаться следующие требования:

при двустороннем расположении кабельных конструкций (полок) кабели электропроводок систем автоматизации должны размещаться по возможности на противоположной стороне от силовых кабелей;

при одностороннем расположении кабельных конструкций кабели систем автоматизации должны размещаться только под или над силовыми кабелями, при этом между ними следует ставить горизонтально разделительные перегородки;

кабели электропроводок систем автоматизации с взаиморезервируемыми цепями следует прокладывать на разных полках, разделенных перегородками;

разделительные перегородки должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее 0,25 ч.

В коллекторах при прокладке кабелей электропроводок систем автоматизации совместно с силовыми кабелями, кабелями связи, водо-, тепло- и воздухопроводами должны соблюдаться следующие дополнительные требования:

при двухрядном расположении кабелей и трубопроводов с одной стороны прохода должны прокладываться сверху кабели связи, под ними теплопроводы; с другой стороны – сверху силовые кабели, под ними кабели электропроводок систем автоматизации, внизу водопроводы;

при однорядном расположении кабелей и трубопроводов сверху должны быть расположены силовые кабели, под ними кабели электропроводок систем автоматизации, под ними кабели связи, внизу – водо- и теплопроводы.

Совместная прокладка в коллекторах кабелей электропроводок систем автоматизации с газопроводами и трубопроводами,

содержащими легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, не допускается.

Во всех случаях прокладки электропроводок систем автоматизации совместно с силовыми кабелями установок электроснабжения и силового электрооборудования электропроводки систем автоматизации, в частности измерительные цепи, не должны подвергаться недопустимому влиянию (магнитному и электрическому) силовых цепей.

В производственных помещениях и наружных установках электропроводки систем автоматизации (кроме электропроводок противопожарных устройств) допускается прокладывать совместно с командными и импульсными проводками (заполненными негорючими средами), выполненными в виде пластмассовых труб или пневмокабелей в коробах, на лотках, кабельных конструкциях.

При этом должны учитываться следующие требования:

в коробах пластмассовые трубы или пневмокабели и электрические проводки должны прокладываться в отдельных каналах многоканальных коробов;

на лотках пластмассовые трубы или пневмокабели должны прокладываться от электрических кабелей или пучков проводов на расстоянии не менее 150 мм;

на кабельных конструкциях пластмассовые трубы или пневмокабели размещаются под электрическими кабелями.

КАБЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

Все элементы кабельных проводок должны быть проложены с учетом удобств монтажа и эксплуатации, а также исключения опасных механических натяжений и повреждений кабеля. Кабели, прокладываемые в местах, где возможны повреждения, должны быть защищены по высоте на 2 м от уровня пола или земли.

Наружные электропроводки должны противостоять воздействию ветров, гололедов, осадков и быть защищены от непосредственного действия солнечных лучей.

Электрические проводки от датчиков, первичных измерительных преобразователей, исполнительных механизмов и т. п., устанавливаемых непосредственно на технологическом оборудовании и трубопроводах, рекомендуется объединять в соединительных коробках, ящиках независимо от того, к какой панели щита оператора должны подключаться эти проводки. От соединительных коробок, ящиков предусматривается прокладка магистральных многожильных кабелей до щитового (диспетчерского) помещения. Объединение цепей электропроводок систем автоматизации в магистральных многожильных кабелях производится с учетом требований совместной прокладки цепей различного назначения. В месте ввода кабелей в щитовое помещение следует устанавливать зажимный щит, к сборкам зажимов которого подключаются магистральные кабели, что исключает необходимость подключения жил одного кабеля к различным сборкам зажимов.

При наличии местных щитов, устанавливаемых непосредственно в производственных помещениях, проводки от них до операторных помещений следует выполнять многожильными магистральными кабелями.

В качестве кабельных электропроводок в системах автоматизации находят применение контрольные кабели. Основные данные наиболее широко применяемых марок контрольных кабелей приведены в табл. 6.1.

Наиболее простой является открытая прокладка кабельных электропроводок. Она может осуществляться по стенам, конструкциям зданий, под площадками и перекрытиями производственных помещений, а также по стенам зданий и сооружений, по технологическим и кабельным эстакадам в наружных установках, на кабельных конструкциях. Кабели, в том числе бронированные, расположенные в местах, где производится перемещение механизмов, оборудования, грузов, транспорта, должны быть защищены от повреждений.

Прокладка кабелей в вентиляционных каналах запрещается. Допускается пересечение этих каналов одиночными кабелями, заключенными в стальные трубы. Открытая прокладка кабелей по лестничным клеткам на допускается.

Прокладка в каналах, туннелях, коллекторах, блоках допустима в тех случаях, когда затруднена или невозможна открытая прокладка кабеля. Использование каналов в производственных помещениях разрешается только в случаях, когда нет возможности применить открытую прокладку кабелей на кабельных конструкциях. Как правило, следует стремиться использовать каналы и туннели, общие с кабелями установок электроснабжения и силового электрооборудования. Сооружение каналов и туннелей специально для электропроводок систем автоматизации допустимо только в отдельных случаях при наличии технико-экономических обоснований.

При прокладке кабельных электропроводок систем автоматизации в каналах, тун-

Таблица 6.1. **Основные технические характеристики контрольных кабелей**

Марка	Сечение жил, мм	Значение характеристик при количестве жил: 4		5		7		10		14		19		27		37	
		Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный, диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км
КРВГ	1,0	10,5	150	11,5	182	12,4	224	15,5	327	16,8	404	19,1	534	22,7	739	25,3	953
	1,5	11,1	178	12,1	211	13,1	269	16,5	393	17,9	495	20,3	622	24,1	903	27,0	1175
	2,5	12,1	233	13,2	277	14,3	358	18,4	534	20,0	680	22,2	877	26,5	1225	30,1	1632
	4,0	13,2	309	—	—	15,7	486	20,4	728	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	15,4	437	—	—	18,2	708	23,9	1033	—	—	—	—	—	—	—	—
КРВБ	1,0	17,7	452	18,7	506	19,6	568	23,5	870	24,8	984	27,1	1179	30,7	1486	33,3	1774
	1,5	18,3	493	19,3	548	21,1	744	24,5	965	25,9	1106	28,3	1488	32,1	1938	35,0	2306
	2,5	19,3	570	21,2	755	22,3	867	26,4	1160	28,0	1350	30,2	1610	34,5	2079	38,1	2588
	4,0	21,2	787	—	—	23,7	1034	38,4	1409	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	23,4	1977	—	—	26,8	1345	27,9	1814	—	—	—	—	—	—	—	—
КРВБГ	1,0	13,7	330	14,7	376	15,6	431	19,5	703	20,8	807	23,1	984	26,7	1262	29,3	1530
	1,5	14,3	366	15,3	413	17,1	596	20,5	790	21,9	920	24,3	1296	28,1	1714	31,0	2062
	2,5	15,3	435	17,2	606	18,3	709	22,4	970	24,0	1148	26,2	1391	30,5	1826	34,1	2308
	4,0	17,2	638	—	—	19,7	866	24,0	1204	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	19,4	810	—	—	22,6	1152	27,5	1578	—	—	—	—	—	—	—	—
КРНБ	1,0	18,1	490	19,2	548	20,0	611	24,5	969	25,8	1089	28,1	1289	31,7	1626	34,3	1924
	1,5	18,7	534	19,7	592	22,1	852	25,5	1073	26,9	1218	29,3	1457	33,2	1847	36,0	2206
	2,5	19,7	614	22,2	845	23,3	960	27,4	1280	39,0	1476	31,2	1745	35,6	2251	39,3	2791
	4,0	22,2	878	—	—	24,7	1135	29,4	1545	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	24,4	1081	—	—	27,8	1456	32,9	1972	—	—	—	—	—	—	—	—
КРНГ	1,0	10,9	179	11,9	216	12,8	259	16,0	397	17,2	481	19,5	625	23,1	851	25,7	1075
	1,5	11,5	210	12,5	246	14,1	328	17,5	473	18,9	578	21,3	750	25,2	1029	28,0	1309
	2,5	12,5	268	14,2	338	15,3	423	19,4	627	21,0	777	23,2	984	27,6	1365	31,3	1801
	4,0	14,2	371	—	—	16,7	558	21,4	835	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	16,4	512	—	—	19,8	800	24,9	1163	—	—	—	—	—	—	—	—
КРНБГ	1,0	14,1	365	15,1	415	16,0	471	20,5	794	21,8	904	24,1	1095	27,7	1395	30,3	1673
	1,5	14,7	405	15,7	454	18,1	675	21,5	890	22,9	1024	25,3	1245	29,2	1604	32,0	1941
	2,5	15,7	476	18,2	688	19,3	795	23,4	1082	25,0	1266	27,2	1518	31,6	1989	35,3	2501
	4,0	18,2	721	—	—	20,7	958	25,4	1332	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	20,4	906	—	—	23,8	1265	28,9	1732	—	—	—	—	—	—	—	—
КВВГ	1,0	9,1	115	9,8	138	10,6	163	13,1	241	14,2	301	15,7	384	19,0	545	21,1	702
	1,5	9,7	140	10,5	165	11,3	209	14,1	303	15,2	381	16,9	491	20,4	695	22,8	881
	2,5	10,6	189	11,5	224	12,5	291	15,6	419	16,9	535	19,2	712	22,8	990	25,5	1301
	4,0	12,3	275	—	—	14,5	420	18,8	639	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	13,4	362	—	—	16,0	579	20,7	858	—	—	—	—	—	—	—	—
КВВБ	1,0	16,3	386	17,0	419	17,8	472	21,1	616	22,2	808	23,7	932	27,0	1187	29,1	1404
	1,5	16,9	424	17,7	467	18,5	528	22,1	706	23,2	916	24,9	1013	28,4	1376	30,8	1631
	2,5	17,8	493	18,7	548	19,7	637	23,6	965	24,9	1118	27,9	1360	30,8	1740	33,5	2128
	4,0	19,5	612	—	—	22,5	936	26,8	1240	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	21,4	845	—	—	24,0	1131	28,7	1549	—	—	—	—	—	—	—	—
КВВБГ	1,0	12,3	275	13,0	303	13,8	349	17,1	568	18,2	651	19,7	764	23,0	992	25,1	1193
	1,5	12,9	309	13,7	345	14,5	400	18,1	649	19,2	750	20,9	895	24,4	1171	26,8	1407
	2,5	13,8	370	14,7	418	15,7	499	19,6	797	20,9	940	23,2	1164	26,8	1516	29,5	1883
	4,0	15,5	481	—	—	18,5	775	22,8	1047	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	17,4	694	—	—	20,0	965	24,7	1341	—	—	—	—	—	—	—	—
КРВБн	1,5	18,9	521	19,9	573	21,7	771	25,1	999	26,5	1143	28,9	1375	33,1	1781	36,0	2150
	2,5	19,9	595	21,8	727	22,9	851	26,6	1205	28,6	1402	30,8	1632	35,5	2193	38,7	2682
	4,0	21,8	818	—	—	24,3	1070	29,0	1452	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	23,0	955	—	—	25,5	1281	30,0	1752	—	—	—	—	—	—	—	—
КРНБн	1,5	19,3	568	20,3	622	22,7	869	26,1	1119	27,5	1267	29,5	1479	34,3	1972	37,2	2356
	2,5	20,3	646	22,8	882	23,9	1001	27,6	1310	29,2	1508	31,4	1782	36,7	2403	40,9	3027
	4,0	22,8	915	—	—	25,3	1186	29,6	1567	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	24,0	1063	—	—	26,8	1402	31,5	1880	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 6.1

Марка	Сечение жил, мм²	Значение характеристик при количестве жил: 4 — Наружный диаметр, мм	4 — Масса, кг/км	5 — Наружный диаметр, мм	5 — Масса, кг/км	7 — Наружный диаметр, мм	7 — Масса, кг/км	10 — Наружный диаметр, мм	10 — Масса, кг/км	14 — Наружный диаметр, мм	14 — Масса, кг/км	19 — Наружный диаметр, мм	19 — Масса, кг/км	27 — Наружный диаметр, мм	27 — Масса, кг/км	37 — Наружный диаметр, мм	37 — Масса, кг/км
КВВБн	1,0	16,9	375	17,6	408	18,4	461	21,7	680	22,8	779	24,3	906	27,6	1148	29,7	1325
	1,5	17,5	424	18,3	467	19,1	524	22,7	791	23,8	900	25,5	1046	29,0	1344	31,4	1610
	2,5	18,4	497	19,3	552	20,3	622	24,2	957	25,5	1105	27,8	1315	31,4	1712	34,5	2129
	4,0	20,1	615	—	—	23,1	949	27,4	1234	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	22,0	738	—	—	24,6	1140	29,3	1548	—	—	—	—	—	—	—	—
КВВБбГ	1,5	13,3	238	14,1	270	14,9	323	17,7	443	18,8	532	20,5	775	24,0	1036	26,4	1260
	2,5	14,2	296	15,1	340	16,1	416	19,2	574	20,5	820	22,8	1034	26,4	1369	29,1	1723
	4,0	15,9	398	—	—	18,1	564	22,4	954	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	17,0	469	—	—	19,6	738	24,3	1203	—	—	—	—	—	—	—	—
КВБбШв	1,5	15,2	352	16,0	392	16,9	450	19,6	574	20,8	681	22,4	819	26,0	1080	28,4	1338
	2,5	16,2	416	17,1	468	18,0	552	21,2	712	22,5	862	24,8	1079	28,4	1410	31,1	1776
	4,0	17,8	526	—	—	20,1	712	24,3	969	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	19,0	623	—	—	21,6	884	26,3	1212	—	—	—	—	—	—	—	—
КВВГЭ	1,5	10,1	149	10,9	175	11,8	222	14,5	304	15,7	393	17,3	504	20,9	708	23,2	925
	2,5	11,1	197	12,0	234	12,9	302	16,1	417	17,4	546	19,6	726	23,3	999	26,0	1320
	4,0	12,7	278	—	—	15,0	437	19,2	624	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	13,9	365	—	—	16,4	584	21,2	836	—	—	—	—	—	—	—	—
КПсВГ	1,5	9,2	126	9,9	147	10,7	187	13,3	270	14,3	338	15,9	435	19,2	617	21,4	802
	2,5	10,1	172	11,0	205	11,9	265	14,9	381	16,8	490	17,8	633	21,6	901	24,1	1181
	4,0	11,3	244	—	—	13,3	381	16,8	553	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	12,5	330	—	—	14,8	526	19,1	778	—	—	—	—	—	—	—	—
КПсВБ	1,5	16,4	400	17,1	435	17,9	493	21,3	750	22,3	847	23,9	989	27,2	1265	29,4	1512
	2,5	17,3	466	18,2	518	19,1	597	22,8	904	24,1	1049	25,8	1241	29,6	1617	32,1	1968
	4,0	18,5	563	—	—	21,3	861	24,8	1133	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	19,7	676	—	—	22,8	1040	27,1	1423	—	—	—	—	—	—	—	—
КПсВБГ	1,5	12,4	288	13,1	318	13,9	369	17,3	600	18,3	689	19,9	819	23,2	1069	25,4	1294
	2,5	13,3	347	14,2	392	15,1	464	18,8	742	20,1	878	21,8	1056	25,6	1402	28,1	1734
	4,0	14,5	435	—	—	17,3	711	20,8	956	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	15,7	538	—	—	18,8	887	23,1	1228	—	—	—	—	—	—	—	—
КПсВБн	1,0	15,8	324	17,1	414	17,8	453	20,1	581	21,9	769	23,3	852	25,9	1020	28,3	1248
	1,5	17,0	419	17,7	460	18,5	515	21,9	777	22,9	881	24,5	1019	27,8	1307	30,0	1560
	2,5	17,9	490	18,8	544	19,7	621	23,4	940	24,7	1083	26,4	1284	30,2	1669	33,1	2069
	4,0	19,1	585	—	—	21,9	894	25,4	1166	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	20,3	702	—	—	23,4	1089	27,7	1471	—	—	—	—	—	—	—	—
КПсПбШв	1,5	—	—	—	—	—	—	20,9	1029	21,9	1157	23,4	1319	26,4	1718	29,6	2003
АКПсВГ	2,5	10,1	110	11,1	127	11,9	156	14,9	225	16,4	272	17,8	337	21,6	480	24,1	605
	4,0	11,3	143	—	—	13,3	204	16,8	301	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	12,5	180	—	—	14,8	263	19,1	403	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,0	15,4	276	—	—	18,9	430	24,0	637	—	—	—	—	—	—	—	—
АКПсВБ	2,5	17,3	404	18,2	440	19,1	488	22,8	748	24,1	849	25,8	945	29,6	1196	32,1	1392
	4,0	18,5	462	—	—	21,3	684	24,8	981	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	19,7	526	—	—	22,8	786	27,1	1048	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,0	23,4	816	—	—	26,9	1070	32,0	1421	—	—	—	—	—	—	—	—
АКПсВБГ	2,5	13,3	287	14,2	316	15,1	360	18,8	580	20,1	660	21,8	768	25,6	984	28,1	1205
	4,0	14,5	331	—	—	17,3	536	20,8	683	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	15,7	382	—	—	18,8	625	23,1	832	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,0	19,4	636	—	—	22,9	865	28,0	1162	—	—	—	—	—	—	—	—
АКВВГ	2,5	10,6	126	11,5	146	12,5	182	15,6	263	16,9	317	19,2	416	22,8	569	25,5	725
	4,0	12,3	174	—	—	14,5	243	18,8	387	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	13,4	212	—	—	16,0	316	20,7	483	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,0	16,4	323	—	—	20,1	505	25,6	729	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 6.1

Марка	Сечение жил, мм²	Значение характеристик при количестве жил															
		4		5		7		10		10		19		27		37	
		Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/км
АКВВБ	2,5	17,8	430	18,7	470	19,7	528	23,6	809	24,9	900	27,2	1064	30,8	1319	33,5	1552
	4,0	19,5	511	—	—	22,5	759	26,8	988	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	21,4	705	—	—	24,0	873	28,7	1174	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,0	24,4	892	—	—	28,1	1178	33,6	1558	—	—	—	—	—	—	—	—
АКВВБГ	2,5	13,8	307	14,7	340	15,7	390	19,6	641	20,9	722	23,2	868	26,8	1095	29,5	1307
	4,0	15,5	380	—	—	18,5	598	22,8	795	—	—	—	—	—	—	—	—
	6,0	17,4	554	—	—	20,0	702	24,7	966	—	—	—	—	—	—	—	—
	10,0	20,4	717	—	—	24,1	975	29,6	1312	—	—	—	—	—	—	—	—

нелях, коллекторах и блоках совместно с силовыми кабелями установок электроснабжения и силового электрооборудования должны соблюдаться требования совместной прокладки. Прокладка кабелей в блоках, как наименее экономичная, допускается только на отдельных участках трассы: в грунтах, агрессивных по отношению к оболочкам кабелей; в местах, где возможны разливы металла, и местах пересечения кабелями дорог, проездов и т. п., а также при необходимости защиты кабелей от блуждающих токов. Для изготовления блоков могут быть использованы железобетонные панели, асбоцементные трубы.

При выполнении электропроводок систем автоматизации, как правило, следует избегать прокладки кабелей в земле (траншеях). Такой вид прокладки допускается при малом числе кабелей в траншее (не более четырех-пяти); на участках территории с неагрессивными по отношению к оболочкам кабеля почвами, не загруженных другими подземными коммуникациями, только в случае, когда затруднена или невозможна открытая прокладка кабелей.

ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ В ЗАЩИТНЫХ ТРУБАХ, КОРОБАХ И ЛОТКАХ

Незащищенные изолированные провода, применяемые в электропроводках систем автоматизации, должны быть надежно защищены от механических повреждений, воздействия повышенной температуры, влаги и агрессивной среды.

Прокладка в коробах. Защиту электропроводок, прокладываемых в производственных помещениях и наружных установках с большим количеством проводов в потоке, рекомендуется выполнять стальными коробами. Стальные короба следует также использовать для прокладки кабелей, если последние, исходя из местных условий, недопустимо или нецелесообразно прокладывать открыто на кабельных конструкциях или стальных лотках. Для открытых электропроводок применяют короба со съемными крышками, для скрытых — глухие. В наружных установках короба должны защищать кабели и провода электропроводок от дождя и снега. Короба в наружных установках прокладывают по конструкциям зданий и сооружений, по технологическим и кабельным эстакадам; в производственных помещениях — по стенам, под перекрытиями зданий, по конструкциям, под площадками и т. п. Допускается прокладка коробов в полах производственных помещений, если конструкция короба предназначена для этой цели.

Высота установки коробов от пола не нормируется. При наличии условий, которые могут вызвать тягу воздуха внутри коробов (уклон трассы, разность температур), необходимо предусматривать уплотнения, разделяющие трассу коробов на отдельные участки.

Прокладка в лотках. При открытой прокладке электропроводок в сухих помещениях, где отсутствуют газы, вредно действующие на изоляцию проводов и кабелей, и существует возможность механического повреждения, рекомендуется использовать стальные лотки. Высота установки лотков не должна быть меньше 2 м от уровня пола или площадки обслуживания. В щитовых помещениях и помещениях, в которые имеет доступ только обслуживающий персонал, высота лотков не нормируется.

В коробах и лотках рекомендуется прокладывать провода и кабели, собранные бан-

дажами в пучки (до 30 проводов в пучке). На лотках пучки располагают в один ряд, в коробах допускается многорядное расположение. На горизонтальных участках допускается прокладка проводов без объединения их в пучки.

Электропроводки в защитных трубах. В качестве защитных труб должны применяться пластмассовые и стальные трубы. Стальные трубы для электропроводок систем автоматизации следует применять, как исключение, в случаях когда не допускается прокладка проводов и кабелей без защитных труб, а применение пластмассовых труб запрещено. В целях расширения области применения пластмассовых труб в электропроводках в порядке опытно-промышленного внедрения при проектировании и монтаже силовых и осветительных сетей разрешается применение:

открытых и скрытых электропроводок в винипластовых трубах и скрытых в полиэтиленовых трубах в пожароопасных зонах промышленных предприятий в пределах каждого этажа, кроме складских помещений, а также транзитных, горизонтальных и вертикальных прокладок;

полиэтиленовых труб для электропроводок, заключенных в строительные конструкции жилых зданий высотой десять этажей и более (за исключением стояков – междуэтажных вертикальных прокладок), при отсутствии в межквартирных стеновых панелях и панелях перекрытий, поставляемых домостроительными комбинатами, сквозных отверстий под электроустановочные изделия и сквозных ответвительных ниш; на участках выхода скрытых электропроводок наружу (из полов, фундаментов и т. п.) – винипластовых труб с соответствующей защитой в местах возможных механических повреждений. Защитные трубы в наружных установках прокладывают по конструкциям зданий и сооружений, по технологическим и кабельным эстакадам.

Прокладка защитных труб в земле (траншеях) запрещается. Высота прокладки электропроводок в защитных трубах от уровня пола не нормируется. Исключением являются неметаллические защитные трубы, которые в местах возможных механических повреждений требуют дополнительной защиты отрезками металлических труб, уголков и т. п. Размеры защитных труб (диаметр, длина) должны обеспечивать свободную протяжку кабелей и проводов.

Определение длин защитных труб и их диаметров в зависимости от сложности протяжки провода или кабеля, их наружного диаметра и числа проводов и кабелей можно произвести по расчетным табл. 6.2–6.5.

Таблица 6.2. **Оценка сложности затяжки проводов и кабелей в защитные трубы**

Длина, м, затяжки проводов сложности			Примеры конфигураций	Число изгибов
А	Б	В		
100	75	50		Прямая труба
75	50	30		Один изгиб 90° или два 150–120°
50	30	20		Два изгиба 90° или один изгиб 90° и два 150–120°
40	25	15		Три изгиба 90° или два изгиба 90° и два изгиба 150–120°
30	20	10		Три изгиба 90° и два изгиба 150–120°

Примечание. Кружки на концах линий обозначают изгиб линии под углом 90° вверх или вниз.

Пример. Требуется определить диаметр стальной трубы для прокладки в ней десяти проводов марки ПРТО сечением жил 1,5 мм^2 и трех проводов марки АПР сечением жил 6,0 мм^2 при длине трубопровода 50 м и двух изгибах под углом 90°.

По табл. 6.2 определяем сложность затяжки проводов А. Диаметр необходимой трубы находим по расчетной формуле из табл. 6.3:

$$0{,}32D^2 \geqslant n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 = 10 \cdot 4{,}8^2 + 3 \cdot 5{,}3^2 =$$

$$= 314 \text{ мм}$$

Таблица 6.3. **Расчетные формулы для выбора труб**

Сложность затяжки проводов в соответствии с табл. 6.2	Один провод или кабель	Два провода или кабеля		Три провода или кабеля и более
		одинакового диаметра	разных диаметров	
А	$0{,}6D \geqslant d$	$0{,}38D \geqslant d$	$0{,}38D \geqslant (d_1 + d_2)/2$	$0{,}32D^2 \geqslant n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \ldots$
Б	$0{,}7D \geqslant d$	$0{,}38D \geqslant d$	$0{,}38D \geqslant (d_1 + d_2)/2$	$0{,}4D^2 \geqslant n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \ldots$
В	$0{,}8D \geqslant d$	$0{,}4D \geqslant d$	$0{,}4D \geqslant (d_1 + d_2)/2$	$0{,}45D^2 \geqslant n_1^2 d_1^2 + n_2^2 d_2^2 + \ldots$

Примечание. Здесь d, d_1, d_2,... – наружные диаметры проводов или кабелей, мм; n_1, n_2 – число проводов или кабелей данного диаметра; D – внутренний диаметр трубы, мм.

Таблица 6.4. **Расчетные коэффициенты для выбора труб**

Водогазопроводные трубы		Внутренний диаметр электросварных труб, мм	Один провод или кабель			Два провода или кабеля		Три провода или кабеля и более		
Трубная резьба, дюймы	Внутренний диаметр, мм		$0{,}6D$	$0{,}7D$	$0{,}8D$	$0{,}38D$	$0{,}4D$	$0{,}32D^2$	$0{,}4D^2$	$0{,}45D^2$
1/2	15,75	17	12,6	11,2	9,6	6,3	5,8	79	99	111
3/4	21,25	22,5	17	15,2	12,9	8,5	7,8	144	180	203
1	27	28	21,6	19,3	16,4	10,8	10	233	292	328
1 1/4	35,75	–	28,6	25,6	21,7	14,3	13,2	409	511	575
1 1/2	41	43	32,8	29,3	24,8	16,4	15,2	537	672	756
2	53	55	42,3	37,8	32,1	21,2	19,6	898	1123	1264

Таблица 6.5. **Размеры труб в зависимости от числа и сечений одножильных проводов марок АПРТО, ПРТО, АПРН, ПРН, АПВ и ПВ**

Сечение жилы, мм^2	Сложность затяжки проводов в соответствии с табл. 6.2	Наибольшее допустимое число проводов для труб диаметром, дюймы					
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
1,0	А	5	10	16	28	37	–
	Б	6	12	20	35	46	–
	В	7	14	23	40	53	–
1,5	А	4	8	13	24	31	–
	Б	5	10	17	30	40	–
	В	6	12	19	34	45	–
2,5	А	3	7	11	20	26	44
	Б	4	8	14	25	33	56
	В	5	10	16	28	37	62
4	А	3	6	9	17	22	37
	Б	4	7	12	21	28	46
	В	4	8	13	23	31	52
6	А	2	4	7	14	18	30
	Б	3	6	10	17	23	38
	В	3	6	11	19	25	43
10	А	1	2	3	6	9	15
	Б	1	3	4	8	11	18
	В	1	3	5	9	12	21

с учетом наружных диаметров проводов марки ПРТО-500 сечением 1,5 мм^2 $d_1 = 4{,}8$ мм и проводов марки АПР сечением 6,0 мм^2 $d_2 = 5{,}3$ мм. Из табл. 6.4 находим ближайшее большее значение расчетного коэффициента $0{,}32D^2 = 409$, которому соответствует водогазопроводная труба диаметром 1 1/4.

СЕТИ ЗАНУЛЕНИЯ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ

Для зануления и заземления электроустановок систем автоматизации должна использоваться заземляющая сеть (заземляющее устройство) системы электроснабжения и силового электрооборудования автоматизируемого объекта.

Исключение могут составить некоторые специальные системы автоматического контроля и управления, которые по специфическим условиям работы или требованиям заводов-изготовителей не допускается объединять с общей (с другими электроустановками) системой заземления. Для таких систем допускается предусматривать отдельное заземляющее устройство, которое должно отвечать всем требованиям, предъявляемым к защитному заземлению.

Выполнение зануления и заземления элек-

троустановок систем автоматизации должно быть согласовано с организациями (подразделениями), проектирующими или эксплуатирующими электротехническую часть автоматизируемого объекта.

Рекомендуется зануление (заземление) в электроустановках систем автоматизации выполнять следующим образом.

Щит питания системы автоматизации соединяется нулевым защитным (заземляющим) проводником с магистралью зануления (заземления) у источника питания; все другие элементы электроустановок систем автоматизации, подлежащие занулению (заземлению), соединяются нулевыми защитными (заземляющими) проводниками со щитом питания.

Зануление (заземление) в электроустановках систем автоматизации следует выполнять:

а) при напряжениях переменного тока 380 В и постоянного тока 440 В и выше во всех случаях;

б) при напряжениях переменного тока выше 42 В и постоянного тока выше 110 В только в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках.

Зануление (заземление) не требуется выполнять при номинальных напряжениях 42 В и ниже переменного тока и 110 В и ниже постоянного тока.

Занулению (заземлению) подлежат металлические части электроустановок, не находящиеся под напряжением, но на которых может появиться опасное для жизни напряжение при повреждении электрической изоляции токоведущих частей (проводов, обмоток и т. п.). К ним относятся:

а) металлические корпуса контрольно-измерительных приборов, регулирующих устройств, аппаратов управления, защиты, сигнализации, освещения, корпуса электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек (вентилей) и т. д.;

б) металлические щиты и пульты всех назначений, на которых устанавливаются электрические приборы, аппараты и другие средства автоматизации; съемные или открывающиеся части щитов и пультов, если на них установлена электроаппаратура напряжением выше 42 В переменного или 110 В постоянного тока; вспомогательные металлические конструкции для установки электроприемников и аппаратов управления;

в) металлические оболочки, брони и муфты контрольных и силовых кабелей, металлорукава, металлические оболочки проводов и кабелей, стальные трубы электропроводок, коробки, металлические короба, лотки, кабельные конструкции, кронштейны и другие металлические элементы крепления электропроводок;

г) металлические корпуса стационарных и переносных трансформаторов, корпуса выпрямительных устройств;

д) металлические корпуса переносных и передвижных электроприемников;

е) приборы и аппараты, размещенные на движущихся частях технологического оборудования;

ж) стационарные металлические защитные ограждения открытых токоведущих частей электроустановок;

з) электрифицированный инструмент.

Не требуется зануление (заземление):

а) отдельными проводниками приборов, аппаратов и средств автоматизации, устанавливаемых на зануленных (заземленных) щитах и пультах или вспомогательных конструкциях, если обеспечивается надежный металлический контакт (без краски, лака и т. п.) между корпусами электроприемников и металлоконструкциями щитов и пультов;

б) корпусов электроприемников, изготовленных полностью из изоляционных материалов, например пластмассовых корпусов;

в) открывающихся и съемных частей зануленных (заземленных) металлических щитов, пультов, ограждений и т. п., если на этих открывающихся и съемных частях установлена электроаппаратура напряжением, не превышающим 42 В переменного или 110 В постоянного тока;

г) отдельно стоящих щитов и пультов, предназначенных для установки неэлектрических приборов и средств автоматизации, например пневматических приборов и регуляторов (без электропитания), манометров (без электрических цепей) и т. п.; электрическая проводка стационарного освещения таких щитов (если оно требуется) должна выполняться в зануленной (заземленной) стальной трубе (вплоть до ввода в осветительную арматуру). Указанные щиты и пульты, если они устанавливаются в помещениях и наружных установках, в которых применено зануление (заземление) электрооборудования с целью уравнивания потенциалов, также следует присоединить к сети зануления (заземления);

д) корпусов электроприемников с двойной изоляцией и корпусов электроприемников, подключаемых к сети через разделительные трансформаторы;

е) металлических скоб, закрепов, отрез-

ков стальных защитных труб в местах провода кабелей через стены и перекрытия.

В качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников в электроустановках систем автоматизации следует использовать:

нулевые рабочие проводники в электроустановках, нитающихся от систем с глухозаземленной нейтралью, кроме ответвлений к однофазным электроприемникам, для зануления которых должен использоваться отдельный третий нулевой защитный проводник;

специально предусмотренные для этой цели проводники (жилы кабелей, проводов, стальные полосы и т. п.);

стальные трубы электропроводок;

алюминиевые оболочки кабелей;

металлические короба и лотки.

Допускается в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников использовать:

металлические конструкции зданий и сооружений производственного назначения;

металлические стационарные открыто проложенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных веществ и смесей, систем канализации и центрального отопления. При этом должно быть обеспечено надежное соединение указанных конструкций и трубопроводов с заземляющим устройством объекта и непрерывность электрической цепи по всей длине ее использования.

При питании от систем с глухозаземленной нейтралью полная проводимость нулевых защитных проводников должна составлять не менее 50% проводимости фазных проводников. При питании от сети с изолированной нейтралью сечение заземляющих проводников должно составлять не менее $^1/_3$ проводимости фазных проводников. Сечение заземляющих жил проводов и кабелей в сетях постоянного тока могут приниматься равными сечению питающих проводников. Во всех случаях размеры заземляющих и нулевых защитных проводников не должна быть меньше размеров, приведенных в табл. 6.6. Выбор заземляющих стальных проводников из круглой, полосовой стали и стальных труб производится по табл. 6.7.

Требования к выполнению заземляющей сети. При выполнении заземляющей сети необходимо соблюдать следующие требования:

1) в заземляющей сети должны быть обеспечены непрерывная электрическая цепь по всей ее длине и надежность контактных соединений заземляющих проводников между собой и в местах присоединения к заземляющим элементам электроустановок систем автоматизации;

2) медные и алюминиевые заземляющие проводники должны присоединяться так же, как и фазные (соединение с помощью зажимов, пайкой, сваркой и т. п.). Прокладку отдельных заземляющих медных и алюминиевых проводников необходимо производить вместе с остальными (в одной трубе, коробе, лотке, кабеле). Во всех случаях, когда у зануляемого (заземляемого) оборудования отсутствуют заземляющие болты, для присоединения нулевых защитных (заземляющих) проводников из цветных металлов необходимо предусматривать приварку флажка с заземляющим болтом;

3) соединение стальных защитных труб электропроводок, используемых в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников, должно производиться с помощью резьбовых муфт; должен быть также обеспечен

Таблица 6.6. **Наименьшие размеры заземляющих и нулевых защитных проводников**

Нанменование	Медные	Алюминиевые	Стальные		
			в зданиях	в наружных установках	в земле
Неизолированные проводники:					
сечение, мм^2	4	6	—	—	—
диаметр, мм^2	—	—	5	6	10
Заземляющие и нулевые жилы кабелей и многожильных проводов в общей защитной оболочке с фазными жилами:					
сечение, мм^2	1	2,5	—	—	—
Угловая сталь:					
толщина полки, мм	—	—	2	2,5	4
Полосовая сталь:					
сечение, мм^2	—	—	24	48	48
толщина, мм	—	—	3	4	4
Водогазопроводные стальные трубы:					
толщина стенки, мм	—	—	2,5	2,5	3,5
Тонкостенные стальные трубы:					
толщина стенки, мм	—	—	1,5	2,5	Не допускается

Таблица 6.7. **Выбор сечения стальных заземляющих проводников в зависимости от сечения фазных**

Наименование, ГОСТ и размеры стальных заземляющих проводников, проводимость которых равна примерно 50% проводимости фазных проводников	Сечение стальных заземляющих проводников при сечении фазных проводников или жил кабелей, мм²				
	медных				
	до 2,5	4	6	10	16
	алюминиевых				
	до 4	6	10	16	25
Полоса стальная горячекатаная, ГОСТ 103-76, сечение, мм	14×4	16×4	18×4	20×4	30×4
Сталь круглая, ГОСТ 2590-71, диаметр, мм	6	8	10	12	12
Трубы стальные электросварные, ГОСТ 10704-76, наружный диаметр × толщина стенки, мм	20×1,6	25×1,8	25×1,8	32×2	32×2
То же, но для соединения манжетами	18×1,6	25×1,5; 25×1,8	25×1,6; 25×1,8	30×1,8	30×1,8
Трубы стальные водогазопроводные, ГОСТ 3262-75, наружная резьба, дюймы	1/2	1/2	3/4	1	1

надежный контакт стальных труб с корпусами приборов и аппаратов, стальными соединительными коробками способами, предусмотренными инструкциями по монтажу.

Соединение коробов, лотков, стальных полос, угловой стали должно производиться сваркой или с помощью болтовых соединений, имеющих приспособления против самоотвинчивания с соблюдением требований инструкций по монтажу. Стальные полосы, угловую сталь, используемые в качестве нулевых защитных проводников, следует прокладывать по возможности ближе к фазным проводникам;

4) при использовании в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников алюминиевых оболочек кабелей соединение с зануляемыми (заземляемыми) элементами должно выполняться с помощью гибких медных проводников сечением 6 мм² при сечении жил кабелей до 10 мм² и сечением 10 мм² при сечении жил кабелей 16–35 мм²;

5) при установке приборов, аппаратов и средств автоматизации на зануленных (заземленных) щитах, пультах и вспомогательных конструкциях, а также при соединении между собой отдельных щитов и пультов в многосекционные щиты (пульты) в местах соединений должен быть обеспечен надежный металлический контакт (без краски, лака и т. п.). Зануление (заземление) составных щитов и пультов, у которых обеспечен надлежащий контакт отдельных панелей (шкафов, пультов) между собой и установочной металлической рамой, допускается выполнять в одном месте;

6) зануление (заземление) металлических корпусов отдельно стоящих аппаратов управления электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек (магнитных пускателей, кнопок управления и т. п.) должно осуществляться с помощью отдельных проводников, присоединяемых к нулевому защитному (заземляющему) проводнику ответвления данного электродвигателя;

7) в случаях, когда короба, лотки, стальные защитные трубы не используются в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников, они должны быть занулены (заземлены) в соответствии с требованиями, приведенными в данном параграфе, как обычные элементы электроустановки, которые в результате пробоя изоляции проводов или кабелей могут оказаться под напряжением.

6.2. ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

РАЗМЕТКА ТРАСС ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

Перед разметкой трасс электропроводок должны быть определены точные места установки щитов и пультов, средств автоматизации, зажимных щитов, соединительных коробов и ящиков, местных щитов, приборов, регуляторов и других средств автоматизации, а также места прохода трасс через стены и перекрытия. Разметка трасс электропроводок выполняется в соответствии с монтажными чертежами проекта автоматизации и проекта производства работ.

При разметке трасс открытых электропроводок производится отбивка окрашенным шнуром или нанесение другим способом вертикальных и горизонтальных линий. При этом для одиночных труб и кабелей линии указывают точное их местонахождение.

Для пакетов труб или группы кабелей вертикальные линии указывают оси пакетов или групп кабелей, а горизонтальные — верхние их края. При разметке горизонтальных участков трасс электропроводок в защитных трубах необходимо учитывать, что при переходах электропроводок из отапливаемых помещений в неотапливаемые со стороны последних на защитных трубопроводах необходимо установить водосборные трубки.

При разметке трасс электропроводок необходимо учитывать также допустимые радиусы внутренней кривой изгиба кабелей, указанные в § 6.1. Радиус изгиба защитных трубопроводов открытых электропроводок должен быть не менее четырех и скрытых не менее десяти наружных диаметров труб. Допускается радиус изгиба труб, равный шести наружным диаметрам, если вскрытие защитного трубопровода не представляет особых трудностей. Во время разметки трасс электропроводок выполняют также необходимые замеры для изготовления в МЗУ трубных блоков, блоков коробов и заготовок кабелей и жгутов установочных проводов.

После разметки вертикальных и горизонтальных линий, указывающих места прокладки электропроводок, размечают поперечными линиями места установки опорных конструкций и крепежных изделий, а также намечают места установки протяжных и соединительных устройств. При разметке мест крепления электропроводок и установке опорных конструкций необходимо учитывать, что расстояние между опорными конструкциями как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости должно быть не более 2 м под лотки и мосты и 4 м под короба.

Расстояния между креплениями открыто проложенных защитных пластмассовых труб должны быть: 0,5 м для труб диаметром 20 мм; 0,7 м для труб диаметром 25 мм; 0,9 м для труб диаметром 32 мм; 1,1 м для труб диаметром 40 мм и 1,3 м для труб диаметром 50 мм.

Расстояния между креплениями открыто проложенных защитных металлических труб на горизонтальных и вертикальных участках не должны превышать: 2,5 м для труб с условным проходом до 20 мм; 3 м для труб с условным проходом от 20 до 40 мм; 4 м для труб с условным проходом от 40 до 50 мм.

При совместной прокладке труб с различными условными проходами принимается наименьшее расстояние между креплениями. Кроме того, защитные трубы открытых электропроводок должны быть закреплены не далее 0,8 м от приборов, исполнительных механизмов и т. п. и не далее 0,3 м от соединительных и протяжных устройств. Гибкие металлические рукава крепят через 0,5 — 0,75 м.

Опорные конструкции для прокладки бронированных и небронированных кабелей диаметром более 18 мм устанавливают на расстоянии не более 1 м, а для прокладки небронированного кабеля диаметром до 18 мм не более 0,5 м. Независимо от расстановки опорных конструкций кабели должны быть закреплены у соединительных коробок, муфт и концевых заделок на расстоянии не менее 0,5 м.

Разметку скрытых электропроводок, выполненных в защитных трубах, проходящих в бороздах стен и потолков или в подливках полов, допускается производить по кратчайшему направлению.

УСТАНОВКА ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При горизонтальной прокладке потоков кабелей по стенам зданий, в туннелях и каналах применяют сборные опорные кабельные конструкции, состоящие из кабельных стоек и полок закладных подвесок, оснований типа К1155. Кабельные стойки крепят специальной скобой К1149 пристрелкой или сваркой к металлическим закладным устройствам и металлоконструкциям. При прокладке небольшого числа кабелей в потоке (от двух до десяти) применяют подвески К340 и К341, закрепляемые на перфорированном профиле типа Ш32 × 16.

Многоярусные потоки кабелей, проходящие под перекрытиями, прокладывают по кабельным полкам, которые крепят к подвесам. Подвесы представляют собой две кабельные стойки, связаные в нижней части поперечиной или шпилькой, а в верхней — фланцем для крепления к перекрытию. Кабельные подвесы устанавливают друг от друга на расстояниях, не превышающих 0,8 м, т. е. меньших расстояний между сборными кабельными конструкциями. Это объясняется тем, что кабельные подвесы выдерживают меньшую нагрузку, чем кабельные конструкции.

При прокладке одиночных кабелей и за-

щитных труб электропроводок по стенам и перекрытиям для крепления используют скобы типов СО и СД. Однолапковые скобы СО применяют на вертикальных участках, двухлапковые СД – на горизонтальных. На горизонтальных участках при прокладке труб и кабелей по стенам допускается выполнение промежуточных креплений однолапковыми скобами, при этом лапки скоб должны располагаться ниже кабеля или трубы.

Для прокладки вертикальных потоков кабеля и защитных труб применяют П-образные конструкции из перфорированных уголков или швеллеров различных сечений.

При прокладке кабельных электропроводок широко применяют конструкции из перфорированных профилей, выполненные в виде мостов или лотков. Для установки лотков и мостов на стенах или колоннах применяют кабельные полки соответствующей длины или кронштейны, а для установки под перекрытиями – кабельные подвесы. Такой способ установки позволяет обеспечить укладку на них проводов или кабелей через борт без протягивания в лотках или мостах. Расстояние между соседними полками, на которых устанавливают лотки, должно быть 1,5 – 2 м. Лотки между собой соединяют болтами диаметром 6 мм и перфорированными полосами с продольными отверстиями.

ПРОКЛАДКА ЗАЩИТНЫХ ТРУБ И КОРОБОВ

После установки опорных конструкций приступают к монтажу защитных труб и коробов. Защитные трубопроводы во всех случаях, когда это возможно, следует использовать блоками, предварительно собранными в МЗМ. Блоки маркируют порядковыми номерами, указанными на чертежах, от начала потока труб к его концу, поэтому маркировка указывает на последовательность сборки на месте монтажа. Блоки доставляют на место монтажа и устанавливают на опорные конструкции с помощью подъемных механизмов и приспособлений.

Для электропроводок систем автоматизации должны применяться пластмассовые и металлические трубы. Предпочтительным является применение пластмассовых труб. Сортамент труб, рекомендуемых для защитных трубопроводов, и область их применения рассмотрены в § 6.1.

В зависимости от окружающей среды защитные трубопроводы выполняют уплотненными и неуплотненными. Уплотненные электропроводки применяют во взрывоопасных зонах (см. § 6.3), а также в помещениях с агрессивной средой и в особо сырых.

Соединение труб неуплотненных трубопроводов. Трубы неуплотненных трубопроводов соединяют: а) манжетами с клиновой обоймой; б) гильзами из отрезков труб большого диаметра, привариваемых к трубам; в) при наличии резьбы – прямыми соединительными муфтами непосредственно встык или с помощью вставок. По мере соединения блоков между собой их прикрепляют к опорным конструкциям скобами, хомутами или путем электросварки.

Соединение пластмассовых труб должно выполняться с помощью муфт и раструбов: винипластовых с последующим склеиванием; полиэтиленовых и полипропиленовых с последующей сваркой в муфтах или горячей обсадкой в раструбах. Изгибание пластмассовых труб производят с предварительным нагревом.

Крепление открыто прокладываемых пластмассовых труб должно допускать их свободное перемещение (подвижное крепление) при линейном расширении или сжатии от изменения температуры окружающей среды. Жесткие крепления устанавливают около мест ввода труб в аппараты и монтажные изделия, в местах прохода труб через стены, а также при вертикальной прокладке в средних точках между соседними компенсаторами.

Крепить пластмассовые трубы рекомендуется при помощи пластмассовых клиц либо металлическими скобами с обязательной прокладкой прокладочного материала – прессшпана, паронита и т. п.

Для затяжки проводов и кабелей при прокладке защитных трубопроводов применяют протяжные коробки, расстояние между которыми не должно превышать: 50 м при одном изгибе труб; 40 м при двух изгибах; 20 м при трех изгибах.

Для ответвления и соединения проводов и кабелей, затягиваемых в трубы, устанавливают соединительные коробки. Трубопроводы к соединительным коробкам присоединяют с помощью гибкого металлорукава. На концы защитных труб, входящих в протяжные коробки, короба, щиты и пульты, должны быть надеты втулки.

Крепление труб к несущим и опорным конструкциям. Одиночные трубы крепят скобами типов СО, СД и хомутами. Для крепления двух труб служат скобы типа БС.

Концы защитных труб до затяжки проводов и кабеля закрывают заглушками, предотвращающими попадание в трубы воды, мусора или грязи.

Защитные трубы для скрытых электропроводок закладывают в период сооружений зданий и фундаментов, располагая трубы в бетонируемых полах на глубине не менее 20 мм от поверхности пола. На выходе полиэтиленовых и полипропиленовых труб из фундаментов, подливок полов наружу должны применяться отрезки и коленья из стальных тонкостенных труб. Полиэтиленовые и полипропиленовые трубы при выходе из фундаментов и полов на стены должны защищаться стальным профилем на высоту до 1,5 м. Места соединения труб уплотняются. Соединение труб должно выполняться так, чтобы вода не попадала в защитные трубы. При необходимости заземления защитного трубопровода для соединения труб необходимо применять хорошо затянутые муфты на сурике. Временно открытые концы труб должны быть плотно закрыты заглушками.

Замоноличивание и заделку скрытых защитных трубопроводов производят только после проверки правильности укладки и соединения труб. Результаты проверки должны быть оформлены актом на скрытые работы.

Стальные защитные короба. Для защиты неуплотненных электропроводок с большим числом проводов и кабелей применяют защитные стальные короба сечением 100 × 100, 150 × 150, 200 × 200 мм^2 (см. табл. 3.62). Ответвления, повороты и соединения коробов разного сечения выполняют типовыми соединительными элементами (угольниками, крестами и переходами). Монтаж коробов заключается в установке их на опорные конструкции, стыковке между собой, закреплении с помощью болтов или сваркой к опорным конструкциям и соединении с защитными трубами или металлорукавами. В коробах, прокладываемых на вертикальных участках, должны быть приварены шпильки для крепления пучков и кабелей, прокладываемых между ними змейкой.

Приварка коробов должна проводиться до прокладки кабельных проводок с последующей зачисткой шва от шлака и металлических брызг и покраской мест сварки. Вывод кабелей из стальных коробов производится через отверстия в дне или боковых стенках с применением соединителей: металлорукав – короб, вводы кабельные и сальники.

Короба в месте пересечения осадочных и температурных швов зданий и сооружений должны иметь компенсирующие устройства.

Внутренние поверхности коробов не должны иметь заусенцев, острых кромок и других дефектов, из-за которых может быть повреждена изоляция проводов и кабелей.

ЗАТЯЖКА ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ В ЗАЩИТНЫЕ ТРУБЫ

Затяжка проводов должна осуществляться в полностью смонтированные защитные трубопроводы. Перед затяжкой проводов со свободных концов труб удаляют заглушки и продувают трубопровод сжатым воздухом. Затем между протяжными устройствами затягивается стальная проволока диаметром 1 – 2 мм. Для облегчения протяжки, особенно при больших пучках проводов и на сложных участках трассы, вдувается в трубы тальк. На концы труб в протяжных коробках со стороны подачи проводов и кабелей должны быть установлены пластмассовые втулки типа ВО. Заранее отмеренные и намотанные на инвентарные барабаны или вертушки пучки провода или отрезки кабеля устанавливают у конца трубопровода, с которого начинается затяжка.

В трубах допускается прокладка изолированных проводов и небронированных кабелей с пластмассовой или резиновой оболочкой с минимальным сечением токопроводящих жил: 1 мм^2 для медных и 2,5 мм^2 для алюминиевых проводников. Провода и кабели должны быть из одного куска, сращивание не допускается. Затем провода или кабель соединяют с тросом и с помощью лебедки затягивают в трубы. При протягивании проводов через протяжные и ответвительные коробки провода в них вытягивают и укладывают петлей, создавая запас для выполнения ответвления.

Провода, проложенные в защитных трубах на вертикальных участках при длине более 20 м, закрепляют зажимами или другими устройствами, помещенными в протяжных или ответвительных электрофитингах и т. п. Затяжку на участках рекомендуется производить снизу вверх. Защита проводов от конца защитных труб до прибора, исполнительного механизма и других средств автоматизации, ввод в которые не предусматривает присоединение защитной трубы, выполняют обычно металлорукавом. Металлорукава с трубой, коробом и прибором соединяют специальными соединителями типов СМК и СМТ, а также муфтой типа МС-1.

Укладка проводов и кабеля на лотки и короба производится в следующей последовательности. Предварительно заготовленные в МЗМ пучки провода и мерные отрезки кабеля, намотанные на инвентарные бара-

баны, располагают у одного из концов трассы. По трассе устанавливают линейные ролики различных типов и с помощью лебедок прокладывают кабель и пучки провода вдоль трассы. С установленных коробов снимают крышки и укладывают пучки проводов и кабеля. При этом в коробах провода и кабель укладывают многослойно с упорядоченным или произвольным (россыпью) взаимным расположением, свободно без натягов, изломов и петель.

Коэффициент заполнения короба определяется в зависимости от сложности трассы и конкретных типов коробов и кабелей в соответствии с требованием монтажных инструкций.

Крепление проводов и кабеля в коробах производится на вертикальных участках трассы и при расположении коробов крышкой вниз или в боковую сторону при помощи шпилек и пластин, предусмотренных конструкцией короба. Расстояние между точками крепления должно составлять: при боковом расположении крышки не более 3 м; при крышке, направленной вниз, не более 1,5 м; при вертикальном расположении короба не более 1 м. Провода и кабель закрепляют также перед поворотом короба вверх или вниз на расстоянии не менее 0,5 м от начала поворота.

На лотках провода и кабели должны прокладываться пучками вплотную друг к другу в один слой (кабели, не скрепленные между собой в пучки, также укладываются в один слой). Наружный диаметр пучков проводов и кабелей не должен превышать 100 мм.

Для объединения в пучки и прокладки в коробах следует по возможности подбирать провода и кабели с однотипными изоляцией и оболочками.

Крепление проводов, прокладываемых на лотках на прямых горизонтальных участках трассы, не требуется, за исключением случаев установки лотков на ребро. Крепление проводов и кабеля на вертикальных участках должно выполняться с интервалом не более 0,4 м.

Для крепления кабелей и проводов необходимо применять скобы типов СО, $БС_2$, СД, БСП и перфорированную ленту с кнопками.

При креплении пучков проводов и небронированных кабелей металлическими скобами необходимо в местах крепления применять прокладки из прессшпана, пергамина или другого аналогичного материала. Выход проводов из лотков может осуществляться поверх борта или через отверстие перфорации. В местах выхода проводов должны быть установлены прокладки, предохраняющие изоляцию или оболочку от повреждения. В местах, где возможны механические повреждения, провода и кабели следует закрывать вторым лотком, образуя своеобразный короб. На проволочных лотках прокладывают пучки проводов и кабеля в один слой с креплением их к лотку перфорированной поливинилхлоридной лентой с кнопками и с расстоянием между точками крепления 30—40 см. Короба, лотки должны маркироваться в начале и конце трассы, у каждого ответвления в пределах каждого помещения согласно проекту. Провода, кабели, пучки проводов и кабелей маркируются в начале и конце трассы, на поворотах и ответвлениях, а также в местах подключения их к оборудованию при помощи бирок, на которых должны быть нанесены маркировочные знаки несмываемой краской.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ

Для прокладки кабеля в производственных помещениях, туннелях, каналах и шахтах кабельные барабаны доставляют на место монтажа и устанавливают на одном из концов трассы.

Перед размоткой кабеля необходимо произвести сверку протоколов заводских испытаний кабеля с документами, указанными на барабане. Установить барабан с учетом того, что размотка кабеля должна производиться сверху, а не снизу. Вывесить барабан с помощью стальной оси и кабельных домкратов, затем снять обшивку и произвести внешний осмотр кабеля на барабане. При прокладке кабеля в холодное время года необходимо перед прокладкой осуществить прогрев кабеля. Размотку и прокладку кабеля без предварительного его прогрева допускается проводить в тех случаях, когда температура воздуха в течение 24 ч до начала прокладки не опускалась, хотя бы временно, ниже температуры:

— 7 °С для кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией бронированных, включая с защитным покровом;

— 15 °С для кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в резиновой или поливинилхлоридной оболочке, небронированных и бронированных одной профилированной стальной оцинкованной лентой.

Прогрев кабеля на барабанах может быть произведен: теплым воздухом помещения, теплым воздухом от воздуходувки (с утеплением барабанов кабеля) и электрическим током.

Прокладка кабеля при пониженной температуре должна выполняться в сроки не более: 1 ч при температуре от 0 до −10 °С; 40 мин при температуре от −10 до −20 °С; 30 мин при температуре от −20 °С и ниже.

При монтаже больших потоков магистральных кабелей необходимо вдоль трассы расставить линейные ролики различных типов, угловые секции роликов, подготовить тяговые лебедки и ограничители кабеля. Для обеспечения присоединения прокладываемых кабелей к тросу тянущей лебедки применяют кабельные захваты, проволочные чулки и зажимы.

После укладки кабель закрепляют скобами и полосками-пряжками на вертикальных участках на каждой опоре и на горизонтальных участках – через одну-две опоры. Крепление кабеля должно исключать деформацию его оболочки и не должно нарушать соединение жил в муфтах и соединительных коробах под действием собственной массы кабеля на вертикальных участках трассы.

При креплении небронированных кабелей под скобы и конструкции в местах крепления подкладывают эластичные прокладки.

Ввод кабеля в соединительные коробки, приборы и средства автоматизации уплотняют сальниками. После прокладки и крепления кабель необходимо промаркировать бирками, которые устанавливают с обеих сторон проходов через стены и перекрытия, у соединительных коробок и у концевых заделок. Маркировка производится в полном соответствии с проектом.

ПРОХОДЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК ЧЕРЕЗ СТЕНЫ И ПЕРЕКРЫТИЯ

Проходы электропроводок через стены и перекрытия зданий и сооружений разделяются на одиночные и групповые. В свою очередь одиночные и групповые проходы в зависимости от классификации помещений выполняют открытыми или уплотненными. Уплотненные проходы применяют, если необходимо предотвратить переход среды из одного помещения в другое (см. § 6.3).

Открытые проходы в стенах и перекрытиях выполняют в виде обрамленных проемов, допускающих замену электрических проводок без нарушения стены или перекрытия в месте прохода. Через открытые проходы электрические проводки пропускают транзитом. Одиночные кабели или небольшие группы кабелей сквозь стены и перекрытия прокладывают через отрезки труб.

Открытые проходы через наружные стены или через стены между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями, а также через внутренние стены и перекрытия сырых, особо сырых, пыльных помещений и помещений с химически активной средой после прокладки электропроводок должны быть уплотнены кирпичом, а отрезки труб – мастикой типа НЗ-1, НЗ-2.

Открытые проходы электропроводок в стальных коробах осуществляют отрезком короба, длина которого на 200 мм больше толщины стены. Крышка короба приваривается к коробу, а сам короб приваривается к обрамлению проема, после чего проем должен быть заделан цементным раствором. При переходе короба через наружные стены и через стены между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями, а также через внутренние стены и перекрытия сырых, особо сырых, пыльных помещений и помещений с химически активной средой внутреннюю полость короба уплотняют минеральной ватой на толщину стены.

Выполнение вводов кабелей и электропроводок в защитных трубах в щиты, пульты, протяжные коробки и т. п. описано в § 4.4.

6.3. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЭЛЕКТРОПРОВОДОК ВО ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОНАХ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОПРОВОДКАМ ВО ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНЫХ ЗОНАХ

Выбор способа прокладки электропроводок систем автоматизации во взрывоопасных зонах следует производить в соответствии с табл. 6.8. При этом необходимо учитывать, что в электропроводках систем автоматизации (цепях управления, измерения, сигнализации, питания и др.) во взрывоопасных зонах классов В-I и В-Iа должны применяться провода и кабели с медными жилами. Во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-Iг, В-II и В-IIа допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами. При этом следует иметь в виду, что приборы и аппараты взрывозащищенных исполнений и без средств взрывозащиты, устанавливаемые в указанных зонах, должны иметь вводные устройства и контактные зажимы, позволяющие осуществлять присоединение алюминиевых проводников.

Во всех случаях при выборе материала жил проводов и кабелей (медных или алю-

Таблица 6.8. **Способы прокладки электропроводок систем автоматизации во взрывоопасных зонах**

Способ прокладки	Классы взрывоопасных зон					
	В-I	В-Iа	В-Iб	В-Iг	В-II	В-IIа
Бронированные кабели, прокладываемые на кабельных конструкциях и в каналах	+	+	+	+	+	+
То же в стальных коробах с открываемыми крышками	–	+	+	+	–	–
То же на лотках	+	+	+	+	–	–
То же по технологическим и кабельным эстакадам, в траншеях, блоках	–	–	–	+	–	–
Небронированные кабели, прокладываемые в стальных водогазопроводных защитных трубах	+	+	+	+	+	+
То же на кабельных конструкциях при отсутствии механических повреждений и химических воздействий	–	–	+	+	–	+
То же на лотках	–	–	+	+	–	–
То же в стальных коробах с открываемыми крышками	–	+	+	+	–	–
То же в каналах, пылеуплотненных (покрытых асфальтом) или засыпанных песком	–	–	–	–	+	+
То же по технологическим и кабельным эстакадам	–	–	–	+	–	–
Проводами в стальных водогазопроводных защитных трубах	+	+	+	+	+	+

Примечания: 1. Обозначения, принятые в таблице: «+» – следует применять; «–» – не разрешается применять, 2. Прокладку измерительных цепей напряжением не выше 12 В в зонах класса В-Iг и по наружным открытым технологическим эстакадам с трубопроводами для горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) разрешается выполнять проводами в стальных коробах с открывающимися крышками. Прокладка искробезопасных цепей в зонах любого класса может выполняться всеми перечисленными в таблице способами.

миниевых), прокладываемых во взрывоопасных зонах, следует учитывать также рекомендации заводов – изготовителей приборов, аппаратов и средств автоматизации по выполнению их электрических проводок.

Наименьшее допустимое сечение жил проводов и кабелей электропроводок систем автоматизации во взрывоопасных зонах должно составлять: 1 мм^2 для медных и 2,5 мм^2 для алюминиевых проводников.

Допускается по рекомендации заводов – изготовителей приборов, аппаратов и средств автоматизации применение медных проводов и кабелей меньших сечений, если вводные устройства и контактные зажимы аппаратуры рассчитаны на присоединение проводников сечением жил менее 1 мм^2 и об этом имеется указание заводов-изготовителей, одобренное государственной контрольной организацией.

Во взрывоопасных зонах любого класса следует применять провода с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией; кабели с поливинилхлоридной, резиновой и бумажной изоляцией в поливинилхлоридной, резиновой и металлической оболочках.

Запрещается во взрывоопасных зоиах классов В-I и В-Iа применять кабели с алюминиевой оболочкой.

Применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой запрещается во взрывоопасных зонах всех классов.

Кабели, прокладываемые во взрывоопасных зонах любого класса на кабельных конструкциях, лотках, в стальных защитных трубах, коробах, каналах, по технологическим и кабельным эстакадам, не должны иметь наружных покровов и покрытий из горючих материалов.

Во взрывоопасных зонах всех классов не допускается совместная прокладка электрических проводок с пластмассовыми трубами или пневмокабелями в одних коробах, на лотках, кабельных конструкциях.

При прокладке кабелей в помещениях с взрывоопасными зонами классов В-I и В-Iа с тяжелыми или сжиженными горючими газами следует, как правило, избегать устройства кабельных каналов, при необходимости устройства каналов последние должны быть засыпаны песком.

В наружной взрывоопасной зоне класса В-Iг кабели на кабельных конструкциях,

в коробах, на лотках, в защитных трубах, а также провода в защитных трубах и коробах должны прокладываться, как правило, по конструкциям зданий и сооружений, по технологическим и кабельным эстакадам.

Наружную прокладку кабелей между взрывоопасными зонами, между наружной взрывоопасной зоной и производственным помещением или операторной рекомендуется выполнять по эстакадам (технологическим и кабельным), стенам и конструкциям зданий и сооружений, не применяя по возможности подземную прокладку кабелей в траншеях, каналах, блоках.

По технологическим эстакадам с трубопроводами с горючими газами и легко воспламеняющимися жидкостями помимо кабелей, предназначенных для управления задвижками указанных трубопроводов, допускается прокладывать до 30 кабелей и защитных труб с проводами или кабелями электропроводок систем автоматизации. Предел огнестойкости конструкций эстакад должен быть не менее 0,75 ч. На указанных эстакадах небронированные кабели должны прокладываться в стальных защитных водогазопроводных трубах или в стальных коробах с открываемыми крышками; бронированные кабели – на кабельных конструкциях, лотках, в стальных коробах с открываемыми крышками. При этом кабельные конструкции, защитные трубы, лотки и короба следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопроводов, по возможности со стороны трубопроводов с негорючими веществами.

Если возникает необходимость прокладки более 30 кабелей и защитных труб с проводами или кабелями, то рекомендуется предусматривать специальные кабельные эстакады.

Если по эстакадам совместно с кабелями и защитными трубами электропроводок систем автоматизации прокладываются силовые и контрольные кабели или защитные трубы электропроводок другого назначения, то сумма кабелей и защитных труб электропроводок всех назначений (помимо кабелей управления задвижками трубопроводов) не должна также превышать 30.

Искробезопасные цепи должны удовлетворять следующим требованиям:

не допускается использование одного кабеля для искробезопасных и искроопасных цепей;

провода искробезопасных цепей не должны иметь петель;

изоляция проводов искробезопасных цепей должна иметь отличительный синий цвет. Допускается маркировать синим цветом только концы проводов;

провода искробезопасных цепей должны быть защищены от наводок, нарушающих их искробезопасность.

Электропроводки систем автоматизации в пожароопасных зонах могут выполняться всеми способами, принятыми для прокладки в производственных помещениях и наружных установках с учетом следующих требований. В качестве стальных защитных труб в открытых электропроводках, выполняемых проводами, могут применяться стальные тонкостенные трубы с толщиной стенки не менее: 2,5 мм для алюминиевых проводов сечением 6 мм^2; 2,8 мм для алюминиевых проводов сечением 10 мм^2 и медных сечением 4 мм^2. С этими же ограничениями в виде исключения разрешается применять отрезки стальных тонкостенных труб для выхода из пола, фундаментов и т. п.

Разрешается выполнение открытых и скрытых электропроводок в винипластовых трубах и скрытых в полиэтиленовых трубах в пожароопасных зонах промышленных предприятий в пределах каждого этажа, кроме складских помещений, а также транзитных горизонтальных и вертикальных прокладок. Для электропроводок применяют винипластовые трубы, классифицируемые по ТУ 6-19-051-249–79 (см. табл. 3.63), либо аналогичные отечественные или зарубежные, классифицируемые по ГОСТ 12.1.017–80 как трудногорючие или с критерием оценки их пожарной опасности $K = 0{,}2 \div 0{,}45$, определяемым по методике ВНИИПО МВД СССР.

Таблица 6.9. **Способы прокладки электропроводок систем автоматизации в пожароопасных зонах**

Способ прокладки	Классы пожароопасных зон			
	П-I	П-II	П-IIa	П-III
Кабелями на кабельных конструкциях	+	+	+	+
То же на лотках	+	–	+	+
То же в стальных коробах с открытыми крышками	+	–	+	+
То же по технологическим и кабельным эстакадам	–	–	–	+
То же в земле (траншеях)	–	–	–	+
Проводами в стальных и пластмассовых защитных трубах	+	+	+	+
То же в стальных коробах с открываемыми крышками	+	–	+	–

Наиболее предпочтительные способы прокладки проводов и кабелей систем автоматизации в пожароопасных зонах приведены в табл. 6.9.

Область применения бронированных и небронированных кабелей в пожароопасных зонах определяется требованиями прокладки кабелей в производственных помещениях и наружных установках.

Не допускается в пожароопасных зонах всех классов применять провода и кабели с алюминиевыми жилами. Наименьшее допустимое сечение жил проводов и кабелей электропроводок систем автоматизации в пожароопасных зонах должно быть 1 мм^2 для медиых и 2,5 мм^2 для алюминиевых проводников. В пожароопасных зонах всех классов не допускается совместная прокладка электрических проводок с пластмассовыми трубами или пневмокабелями в одних коробах на лотках и кабельных конструкциях.

МОНТАЖ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК В ЗАЩИТНЫХ ТРУБАХ

Для защиты электропроводок во взрывоопасных зонах применяют обыкновенные стальные водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262—75, сортамент и размеры которых приведены в § 5.1.

Заготовка защитных труб для электропроводок, как правило, выполняется в МЗМ монтажных управлений по заранее произведенным замерам и подготовленным эскизам.

Перед началом обработки труб проверяют отсутствие поперечных и продольных разрезов, качество выполнения заводских сварных швов и целость резьбы. Для защитных трубопроводов электропроводок взрывоопасных помещений и наружных установок не допускается применение тонкостенных легких и некондиционных водогазопроводных труб. Все трубы необходимо очистить от ржавчины и грязи механическим или химическим способом. После очистки окрашивают внутреннюю и наружную поверхности труб, за исключением труб, предназначенных для прокладки в бетоне. Такие трубы необходимо окрашивать только внутри.

Окраска труб выполняется красками и лаками, применяемыми для окраски защитных трубопроводов обычных электропроводок. Окраска труб, прокладываемых в химически активных средах, выполняется красками, предусмотренными в проекте. Цвет окраски защитных труб открытых электропроводок средств автоматизации должен отличаться от окраски других коммуникаций (технологических трубопроводов, защитных труб силовых электропроводок, трубных проводок средств автоматизации).

Разметка, разрезка, изгибание труб, нарезание резьбы и сборка труб в узлы и блоки производятся в МЗМ с помощью станков и механизмов способами и приемами, описаиными в разд. 5, с учетом следующих дополнительных требований: а) крепление защитных труб в блоках выполняют с помощью скоб, хомутов и других крепежных изделий. Крепление должно быть надежным и исключать перемещение труб. Запрещается прибегать к креплению труб сваркой; б) расстояние между защитными трубами в блоках для электропроводок, прокладываемых во взрывоопасиых зонах классов В-II и В-IIа, должно быть 20 мм; конструкция блока должна предусматривать наименьшее скопление взрывоопасной пыли и удобство ее удаления (однорядное исполнение несущих металлоконструкций с наименьшей горизонтальной площадью); в) все соединения труб выполняют на трубной цилиндрической резьбе по ГОСТ 6357—81. Во всех соединениях на каждой трубе должно быть не менее пяти полных неповрежденных ниток резьбы. Нарезка резьбы на трубах должна быть не ниже класса точности В и проверяться калибрами-кольцами проходными ПР и непроходными НЕ выборочно через каждые 40—50 нарезок.

Прокладка защитных труб. При прокладке защитных труб следует руководствоваться следующими общими положениями для электропроводок во взрывоопасных помещениях: а) прокладка трубопроводов должна осуществляться в строгом соответствии с указаниями проекта. В случаях вынужденного отступлеиия от проекта изменение трасс должно быть согласовано проектной организацией или заказчиком; б) скрытая прокладка защитных труб в зонах классов В-I, В-Iа, В-II и В-IIа должна быть углублена не менее чем на 20 мм и защищена слоем цементного раствора; в) открытая прокладка защитных труб в зонах классов В-I и В-Iа параллельно технологическим трубопроводам, несущим легковоспламеняющиеся продукты, рекомендуется располагать ниже технологических трубопроводов с легкими горючими газами или ЛВЖ и выше трубопроводов с тяжелыми или сжиженными горючими газами; г) при совместной прокладке с технологическими трубопроводами на эстакадах в зоне класса В-Iг защитные трубопроводы следует располагать со стороны,

свободной от трубопроводов с легковоспламеняющимися продуктами, исключив возможность попадания технологических продуктов на защитные трубы электропроводок; д) открытая прокладка защитных труб в сырых и особо сырых помещениях, а также в помещениях с резким изменением температуры, где в трубах может образоваться конденсат, должна иметь уклон не менее 3 мм на 1 м трассы в сторону трубок-водосборников; е) расстояние между местами крепления открыто проложенных труб как на горизонтальных, так и на вертикальных участках не должно превышать 2,5 м для труб диаметром 20 мм и 3 м для труб диаметром 25–50 мм; ж) защитные трубы должны быть закреплены у места ввода в электроаппараты и электродвигатели на расстоянии не более 0,8 м, а в коробке на расстоянии не более 0,3 м.

Протяжка, соединение и ответвление проводов и кабелей. Для протяжки проводов и кабелей, а также их ответвления во взрывоопасных зонах всех классов применяют взрывоопасные коробки типов КПП, КПД, КТО, КТД, КПЛ, изготавливаемые заводами Главэлектромонтажа по ТУ 36.1739–74. Для соединения и ответвления применяют коробки с зажимами типов У614 и У615 со степенью защиты JP54, выпускаемые заводами Главэлектромонтажа по ТУ 36.12–80. В пожароопасных установках коробки с зажимами рекомендуется выносить за пределы пожароопасных зон. В случае необходимости сборок зажимов в пределах пожароопасных зон должны применяться коробки с зажимами, предназначенные для использования в условиях пожароопасных сред со степенью защиты не ниже JP44.

Коробки в зависимости от назначения разделяются на проходные, ответвительные и разделительные. Проходные коробки предназначены для создания нормальных условий протягивания проводов в трубопроводах большой длины и сложной конфигурации; ответвительные – для ответвления (без разрыва жил проводов) части проводов от общего потока трассы; разделительные – для выполнения разделительных уплотнений. Соединение проводов в разделительных коробках не допускается.

Расстояния между протяжными коробками при монтаже зависят от марки проводов и кабелей, которые прокладываются в трубах, размера труб, сложности протяжки и определяются проектной рабочей документацией. Запрещается устанавливать соединительные и протяжные коробки в полу помещения. Если защитные трубы прокладывают в сырых, особо сырых помещениях, на наружных установках, а также в помещениях, где в трубах может образоваться конденсат, необходимо выполнять монтажный уклон трассы не менее 3 см на 10 м трубной проводки в сторону трубок-водосборников. Уклон не допускается выполнять в сторону разделительных уплотнений.

Водосборник представляет собой отрезок водогазопроводной трубы длиной 200–300 мм, на конце которой на короткой резьбе устанавливается муфта по ГОСТ 8966–75 с пробкой по ГОСТ 8963–75. Водосборник к защитным трубопроводам присоединяют с помощью водопроводного тройника по ГОСТ 8948–75.

Соединения защитных труб электропроводок между собой, с патрубками фитингов и коробок, а также с вводными устройствами приборов и средств автоматизации должны быть выполнены на трубной цилиндрической резьбе. Каждая труба в соединении должна содержать не менее пяти полных неповрежденных ниток резьбы. Соединение труб может быть разъемным и неразъемным.

Неразъемное соединение выполняется с помощью соединительных стальных прямых муфт по ГОСТ 8966–75. Муфта навертывается на конец одной трубы с короткой резьбой; вторая труба также с короткой резьбой ввертывается в муфту. При выполнении разъемного соединения на конце одной трубы нарезают длинную резьбу, на которую навертывают сначала контргайку, а затем муфту. К муфте подводят вторую трубу с нарезанной короткой резьбой и муфту навертывают на нее до упора. Контргайка привертывается к муфте вплотную. Применять установочные заземляющие гайки в качестве контргаек запрещается. Длины нарезки длинной и короткой резьб приведены в табл. 6.10.

Таблица 6.10. **Длина резьбы на концах труб**

Условный проход		Длина резьбы, мм		Условный проход		Длина резьбы, мм	
мм	дюймы	длинная	короткая	мм	дюймы	длинная	короткая
20	3/4	54	16	40	1 1/2	75	22
25	1	62	18	50	2	80	24
32	1 1/4	68	20	70	2 1/2	98	27

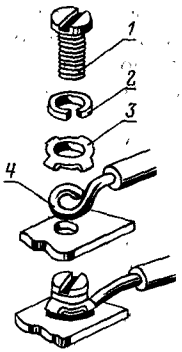


Рис. 6.1. Присоединение однопроволочных алюминиевых жил:
1 — винт; *2* — прижимная шайба; *3* — шайба-звездочка типа ШЗ; *4* — кольцо жилы провода

Все резьбовые соединения при монтаже защитных труб электропроводок должны быть выполнены с подмоткой на резьбу пенькового волокна, пропитанного в сурике, разведенном на олифе. Применение вместо сурика масляных красок не допускается.

Затяжка проводов и кабеля в проложенные защитные трубы производится в обычном порядке.

Соединение и ответвление жил кабеля н проводов должны выполняться: а) в зонах классов В-I и В-II — во взрывозащищенных коробках пайкой или опрессовкой; б) в зонах классов В-Iа, В-IIа, В-Iб и В-Iг — в соединительных коробках типов У614 и У615 на зажимах, во взрывозащищенных коробках типов КПП, КПД, КТО, КТД, КПЛ пайкой, сваркой или опрессовкой.

При выполнении винтовых соединений с помощью зажимов необходимо предотвращать самоотвинчивание винтов (болтов) путем установки стопорных или пружинных шайб или окраски резьбы. Не допускается применение зажимов с нажатием на жилу проводника торцом винта без прокладки или поджимного башмака, а также применение в зажимах винтов менее М4. Пример присоединения алюминиевой однопроволочной жилы дан на рис. 6.1.

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ

Кабельные электропроводки средств автоматизации независимо от класса помещения должны быть выполнены в соответствии с правилами, предъявляемыми к прокладке кабеля в обычных помещениях, и с учетом следующих дополнительных требований. При открытой прокладке кабеля необходимо выдерживать расстояние не менее 150 мм от задвижек, вентилей, обратных клапанов и другой технологической аппаратуры. При переходе кабеля через осадочные и температурные швы зданий и сооружений необходимо предусматривать компенсацию кабеля, выполненную в виде свободного провеса по обе стороны шва. В переходах через трубопроводы и в местах с возможными механическими повреждениями необходимо выполнять защиту кабельных проводок металлическими трубами, коробами, угловой сталью и т. п. Устройства защиты должны быть жестко прикреплены к строительным конструкциям. Ввод кабелей в приборы и средства автоматизации должен осуществляться при помощи вводных арматур. Места вводов должны быть надежно уплотнены. Броня кабелей, кабельные конструкции и элементы крепления должны быть окрашены красками или лаками, стойкими к воздействию окружающей среды. Запрещается устанавливать соединительные и разделительные муфты внутри взрывоопасных зон, а также в непосредственной близости технологических аппаратов взрывоопасных наружных установок, за исключением установки на кабелях с искробезопасными цепями, если в них возникает необходимость. При прокладке кабелей на кабельных конструкциях и в лотках в пожароопасных зонах классов П-I, П-II, П-IIа и П-III они должны быть удалены от мест открытого хранения (размещения) горючих веществ на расстояние не менее 1 м. По эстакадам с трубопроводами с горючими газами и жидкостями, проходящими по территории зоны класса П-III, небронированные кабели рекомендуется прокладывать в коробах и стальных защитных трубах, бронированные — на кабельных конструкциях. При этом стальные защитные трубы, короба и кабельные конструкции следует прокладывать на расстоянии не менее 0,5 м от трубопровода, по возможности со стороны трубопроводов с негорючими веществами.

УПЛОТНЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

При переходе труб электропроводки из помещения со взрывоопасной зоной класса В-I или В-Iа в помещение с нормальной средой или во взрывоопасную зону другого класса с другой категорией или группой взрывоопасной смеси или наружу труба с проводами в местах прохода через стену должна иметь разделительное уплотнение в специально для этого предназначенной коробке.

Во взрывоопасных зонах классов В-Iб, В-II и В-IIа установка разделительных уплотнений не требуется. Если во взрывоопасной зоне кабель проложен в стальной трубе, то при переходе трубы из этой зоны в невзрывоопасную или в помещение со взрывоопасной зоной другого класса либо

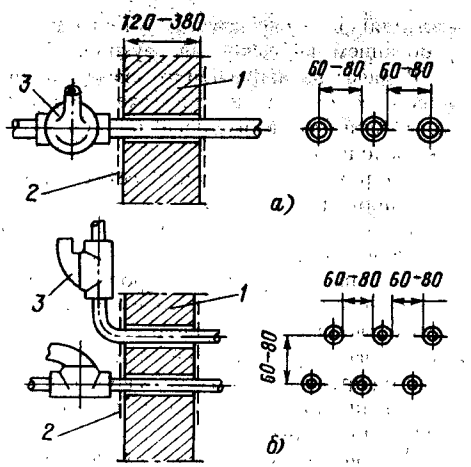


Рис. 6.2. Проходы трубопроводов из взрывоопасной зоны в невзрывоопасную или в помещение со взрывоопасной зоной другого класса либо с другой категорией или группой взрывоопасной смеси:

а – проход одного – трех трубопроводов; *б* – то же, но четырех и более трубопроводов; *1* – заделка цементным раствором; *2* – штукатурка и затирка; *3* – коробка проходная разделительная типа КПД

с другой категорией или группой взрывоопасной смеси труба с кабелем в месте прохода через стену должна также иметь разделительное уплотнение в специально предназначенной для этого коробке. Разделительное уплотнение не ставится, если труба с кабелем выходит наружу, а кабели прокладываются далее открыто или труба служит для защиты кабеля в местах возможных механических воздействий и оба конца ее находятся в пределах одной взрывоопасной зоны.

Разделительные уплотнения устанавливаются:

в непосредственной близости от места входа трубы во взрывоопасную зону;

при переходе трубы из взрывоопасной зоны одного класса во взрывоопасную зону другого класса – в помещение взрывоопасной зоны более высокого класса;

при переходе трубы из одной взрывоопасной зоны в другую такого же класса – в помещение взрывоопасной зоны с более высокой категорией и группой взрывоопасной смеси.

Допускается установка разделительных уплотнений со стороны невзрывоопасной зоны или снаружи, если во взрывоопасной зоне установка разделительных уплотнений невозможна.

Уплотнение переходов одиночных труб или нескольких труб, выходящих из взрывоопасных помещений через стены, полы и междуэтажные перекрытия, выполняют с помощью цементного раствора по всей толщине стены или перекрытия (рис. 6.2).

Для прохода многих труб через стены и перекрытия зданий и сооружений применяют металлические плиты, изготавливаемые в МЗУ. В плиты вваривают отрезки труб с резьбой на обоих концах. На одном конце для разделительного уплотнения проводов и кабеля устанавливают проходную разделительную коробку типа КПЛ.

Места сварки должны быть проверены на плотность. Плиты устанавливают в проем стены и заделывают цементным раствором.

Использование соединительных и ответвительных коробок для выполнения разделительных уплотнений не допускается.

Проходы кабельных электропроводок через стены и перекрытия выполняют через отрезки стальных труб или через специальные сварные короба с песком.

Уплотнение кабеля, проходящего через отрезки труб, выполняют одним из следующих способов:

1) для зон классов В-I, В-Iа и В-II кабель уплотняют с помощью сальников типов У57, У58 и У60 по ТУ 36.108–72 (рис. 6.3). При этом в зонах класса В-I сальники должны устанавливаться с обеих сторон прохода. Отрезок трубы заделывают цементным раствором по всей толщине стены или перекрытия;

2) проходы одиночных кабелей в зонах В-I, В-Iа и В-II следует выполнять в отрезках водогазопроводных труб, заделанных це-

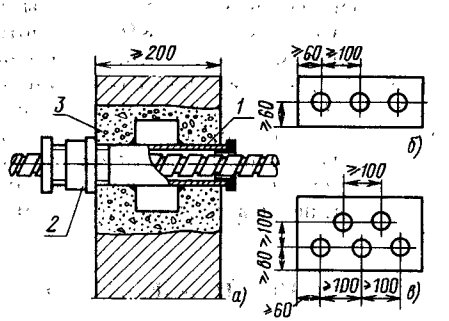


Рис. 6.3. Проходы кабеля с сальниковым уплотнением из взрывоопасных зон одного класса во взрывоопасные зоны другого класса, в помещение с нормальной средой или наружу:

а – общий вид; *б* – расположение однорядного прохода; *в* – то же, но двухрядного; *1* – труба; *2* – сальник; *3* – цементный раствор

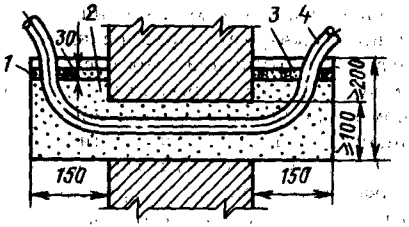


Рис. 6.4. Проход кабеля в коробах с уплотнением песком:

1 – короб; *2* – песок фракции не более 0,7 мм; *3* – бетон марки 300; *4* – кабель

ментным раствором. Кабель уплотняют составом УС-65 на расстоянии 100–120 мм от конца трубы с набивкой кабельного джута или асбестового шнура с обеих сторон составом УС-65. При этом отношение диаметра кабеля к внутреннему диаметру трубы должно быть равно или меньше 0,5. Во взрывоопасных зонах класса В-I уплотнение кабеля следует выполнять с обеих сторон стены, а в зонах классов В-Iа и В-II – со стороны взрывоопасной зоны;

3) проходы кабелей во взрывоопасных зонах классов В-Iб и В-IIа могут быть выполнены с уплотнением кабелей набивкой в трубу на глубину 120–150 мм цемента марок 300–500 с песком в соотношении (по объему) 1:10, глины с цементом марок 300–500 и песком в соотношении 1,5:1:10; глины с песком в соотношении 1:3;

4) уплотнение в коробах осуществляется песком фракции не более 0,7 мм (рис. 6.4).

Разделительные уплотнения проводов и кабелей, проложенных в трубах, должны выполняться в коробках типа КПЛ с уплотнением кабельным джутом или асбестовым шнуром с заливкой уплотнительным составом УС-65. Разделительные уплотнения, установленные в трубах, должны испытываться избыточным давлением воздуха 250 кПа в течение 3 мин. При этом допускается падение давления не более чем до 200 кПа.

ЗАНУЛЕНИЕ И ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Во взрывоопасных зонах занулению (заземлению) подлежат все электропроводки независимо от напряжения и рода тока. Исключение составляют искробезопасные цепи, зануление (заземление) которых, как правило, не допускается, если того не требуют условия работы искробезопасного прибора. Необходимость выполнения зануления (заземления) в этом случае устанавливается требованием заводской инструкции.

В качестве зануляющих (заземляющих) проводников в электроустановках систем автоматизации во взрывоопасных зонах должны использоваться:

в одно- и двухфазных сетях – третьи жилы проводов и кабелей;

в трехфазных сетях – четвертые жилы проводов и кабелей.

Стальные трубы электропроводок и алюминиевые оболочки кабелей, которые в невзрывоопасных установках допускается использовать в качестве зануляющих (заземляющих) проводников, во взрывоопасных зонах должны применяться лишь как дополнительные проводники.

Для зануления (заземления) датчиков и других средств автоматизации, гальванически не связанных с системой электроснабжения (питающихся, например, от вторичных приборов или преобразователей через имеющиеся в них трансформаторы), допускается применение специально предназначенных для этой цели проводников, проложенных как в общей оболочке с подключаемыми к ним проводами, так и отдельно от них.

6.4. КОНЦЕВЫЕ ЗАДЕЛКИ И СОЕДИНЕНИЯ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

Концевые заделки и соединения кабелей и проводов должны обеспечить герметизацию кабеля и предотвратить проникновение влаги под оболочки кабелей и изоляцию жил, а также защиту изоляции жил, освобожденных от заводских оболочек, от воздействия внешней среды. Качество изоляции концевой заделки должно быть не ниже качества изоляции кабелей и проводов. При концевой заделке кабеля выполняются его разделка, собственно заделка, маркировка и заземление металлической оболочки и брони. Кроме того, выполняется оконцевание, прозвонка и маркировка жил, а также надежное присоединение к зажимам соединительных коробок, щитов, пультов, приборов и других средств автоматизации.

РАЗДЕЛКА КОНЦОВ КАБЕЛЯ

Разделка концов кабелей является подготовительной операцией для их дальнейших соединений или концевых заделок.

Для выполнения разделки конца кабеля определяют необходимую длину разделки *А* (рис. 6.5, *а*), которая равна расстоянию от

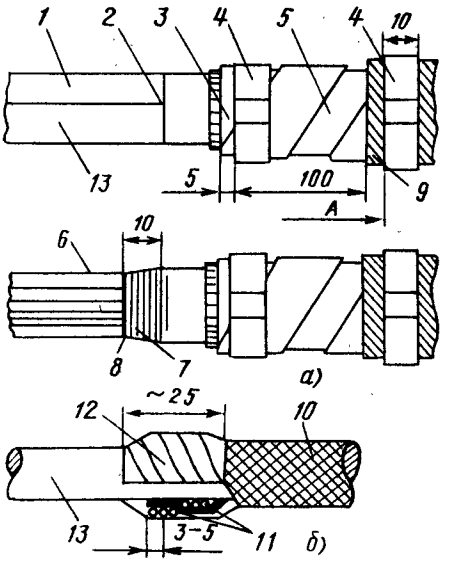


Рис. 6.5. Разделка конца кабеля бронированного (*а*) и с экранирующей оплеткой (*б*):

1 — продольный надрез; *2* — кольцевой надрез; *3* — джутовая подушка; *4* — бандаж из бронеленты или стальной оцинкованной проволоки; *5* — броня; *6* — жилы в заводской изоляции; *7* — бандаж из шпагата или ниток № 00; *8* — поясная изоляция; *9* — наружный джутовый покров; *10* — экранирующая оплетка; *11* — бандаж из медной проволоки; *12* — обмотка поливинилхлоридной липкой лентой; *13* — оболочка

бандажа закрепленного конца кабеля до наиболее удаленного контакта плюс 100 мм запаса на выполнение оконцевания и присоединения жил кабеля к контактам приборов, аппаратов и сборкам зажимов.

Лишний конец кабеля отрезают слесарной ножовкой или секторными ножницами типов НС-1 и НС-2, предварительно наложив временные проволочные бандажи на расстоянии 20–30 мм по обе стороны от места реза. На наружный джутовый покров на расстоянии от конца кабеля, равном длине разделки, накладывают бандаж шириной 10–12 мм из бронеленты или оцинкованной стальной проволоки диаметром 1 мм.

Джутовый покров разматывают и обрезают у бандажа. На расстоянии 100 мм от выполненного бандажа на броню кабеля накладывают такой же второй бандаж и, отступив 3–5 мм в сторону конца кабеля, броню надрезают по кольцевой линии ножовкой и удаляют с разделываемого конца кабеля. Удаляют джутовую подушку и бумажную ленту с оболочки. Оболочку кабеля очищают от битума, протирая ее тряпкой, смоченной в бензине, и вытирают насухо.

Если кабель имеет экранированную оплетку, то ее разделяют следующим образом: а) в намеченном месте обрезают экранирующую оплетку и сдвигают ее по кабелю на расстояние 25–30 мм и на этом месте на оболочку накладывают бандаж из трех витков медной проволоки диаметром 1 мм; б) сдвигают экранирующую оплетку через наложенный бандаж в первоначальное положение и рядом с бандажом на оболочке накладывают поверх экранирующей оплетки второй бандаж из трех витков медной проволоки диаметром 1 мм; в) конец экранирующей оплетки обрезают, отступив на 3–5 мм от бандажа, и места среза оплетки и бандаж покрывают на длине около 25 мм тремя слоями липкой поливинилхлоридной ленты (рис. 6.5, *б*).

После удаления с кабеля брони или экранирующей оплетки с его конца снимают пластикатную оболочку из негорючей резины, для чего на ней делают сначала продольный, а затем кольцевой надрез. Надрезы выполняют специальным ножом, исключающим повреждение изоляции жил.

На тканевую или бумажную обмотку жил (поясную изоляцию) у среза оболочки накладывают бандаж шириной 10 мм из шпагата или ниток № 00. Обмотку сматывают с конца кабеля и обрезают у бандажа (рис. 6.5, *а*). Бандаж пропитывают клеем БФ или покровным электроизоляционным лаком БТ-99 по ГОСТ 8017–74.

КОНЦЕВЫЕ ЗАДЕЛКИ КАБЕЛЯ

Концевые заделки кабелей с резиновой изоляцией жил. Заделку выполняют следующим способом: а) заготавливают поливинилхлоридные трубки в зависимости от сечения жил кабеля в соответствии с табл. 6.11. Концы трубок срезают под углом 25–30°; б) на жилы разделанного кабеля надевают поливинилхлоридные трубки так, чтобы срезанные под углом концы находили на обмотку из прорезиненной ленты или при ее

Таблица 6.11. **Выбор поливинилхлоридных трубок**

Изоляция жил кабеля	Внутренний диаметр трубки, мм, для жил сечением, мм²					
	0,2	0,75	1,0	1,5	2,5	4,0
Резиновая	—	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0
Полиэтиленовая	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0

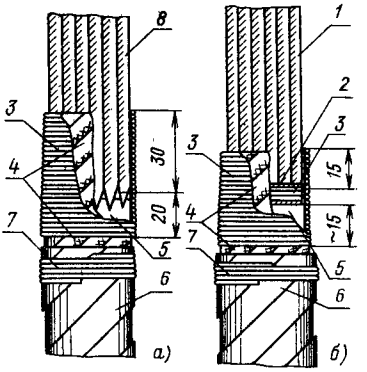


Рис. 6.6. Концевая заделка кабелей с жилами в резиновой и полиэтиленовой изоляции (*а*) и с жилами в поливинилхлоридной изоляции (*б*):

1 — жила; *2* — поясная изоляция; *3* — бандаж из крученого шпагата; *4* — липкая полнвннилхлоридная лента; *5* — оболочка; *6* — броня; *7* — бандаж из проволоки; *8* — жила в полнвнилхлоридной трубке

отсутствии на оболочку; в) на жилы с надетыми на них поливинилхлоридными трубками у корешка заделки наматывают липкую поливинилхлоридную ленту с 50%-ным перекрытием каждого витка. Ширина обмотки поливинилхлоридной лентой должна быть около 50 мм, в том числе 20 мм по оболочке; г) на намотку из поливинилхлоридной ленты накладывают бандаж из крученого шпагата диаметром 1 мм. Бандаж пропитывают бакелитовым лаком или электроизоляционным покровным лаком БТ-99.

Концевая заделка кабеля, выполненная для подключения к зажимам, расположенным непосредственно у места концевой заделки, показана на рис. 6.6, *а*. Если концевую заделку кабеля выполняют для подключения к зажимам, расположенным на некотором расстоянии от места закрепления кабеля, то для экономии поливинилхлоридных трубок и уменьшения толщины пакета заделку выполняют следующим способом (рис. 6.7): а) жилы собирают в плотный пучок, который связывают через 150—200 мм временными перевязками; б) на каждую жилу надевают поливинилхлоридную трубку только на длину жилы для ответвления от пучка. Эта трубка должна заходить внутрь пучка на расстояние не менее 15 мм; в) пучок жил обматывают липкой поливинилхлоридной лентой с 50%-ным перекрытием витков в один слой.

По мере наложения обмотки временные перевязки с пучка удаляют; г) на резервные жилы надевают на всю длину поливинилхлоридные трубки отдельно от общего пучка и прикрепляют к нему бандажами и поливинилхлоридной липкой лентой; д) на начало обмотки из липкой поливинилхлоридной ленты накладывают бандаж из крученого шпагата диаметром 1 мм. Бандаж пропитывают бакелитовым лаком или электроизоляционным покровным лаком БТ-99.

Концевые заделки кабелей с полиэтиленовой изоляцией жил выполняют так же, как и с резиновой (см. рис. 6.6). Особенностью концевой заделки кабелей с полиэтиленовой изоляцией жил является то, что трубки надевают на все жилы и на всю их длину независимо от расстояния места крепления кабеля до места присоединения жил.

Концевую заделку кабелей с поливинилхлоридной изоляцией жил (см. рис. 6.6, *б*) выполняют следующим способом: а) жилы расправляют, выравнивают, собирают в пучок и на корешок заделки накладывают обмотку из липкой поливинилхлоридной ленты. Ширина обмотки должна быть 30—35 мм, в том числе по оболочке 15—20 мм;

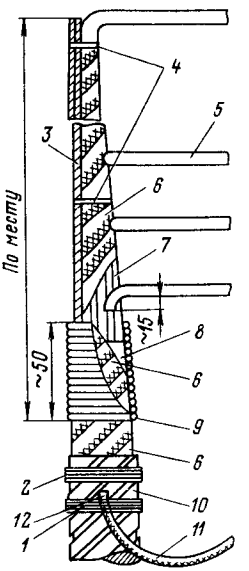


Рис. 6.7. Концевая заделка кабеля:

1 — бандаж из медной проволоки; *2* — бандаж из стальной проволоки; *3* — резервная жила; *4* — бандаж из липкой полнвнилхлоридной ленты; *5* — жилы в полнвнилхлоридной трубке; *6* — обмотка полнвнилхлоридной лентой; *7* — изоляция жилы; *8* — полнвнилхлоридная оболочка кабеля; *9* — бандаж из крученого шпагата; *10* — броня кабеля; *11* — заземляющий проводник; *12* — место пайки заземляющего проводника

б) на намотку из ленты накладывают бандаж из крученого шпагата диаметром 1 мм. Бандаж пропитывают бакелитовым лаком или электроизоляционным покровным лаком БТ-99.

Концевые заделки с применением термоусаживаемых трубок (ТУТ) (рис. 6.8). Для выполнения концевых заделок применяются следующие термоусаживаемые трубки:

радиационно-модифицированные (терморад ТТ) по ТУ 6-19-051-446–83;

электроизоляционные по ТУМИ 631–81;

с клеящим подслоем из бутилкаучука по ТУ 013-145–82, краткие технические данные которых приведены в табл. 6.12.

Для обеспечения герметичности в местах установки термоусаживаемых трубок применяют клеящий подслой из бутилкаучука или клея-расплава марки ГИПК 14-17 по ТУ 6-05-122–80. Концевую заделку кабелей выполняют в следующей последовательности:

с полоски бутилкаучука шириной 10–15 мм снимают целлофановую оболочку; согласно табл. 6.12 подбирают соответствующего размера ТУТ;

оболочку кабеля, полоску бутилкаучука и внутреннюю поверхность ТУТ обезжиривают бензином, ацетоном или уайт-спиритом с помощью протирочного материала;

надевают ТУТ на кабель;

на предварительно нагретую до 50–60 °С оболочку кабеля накладывают полоску

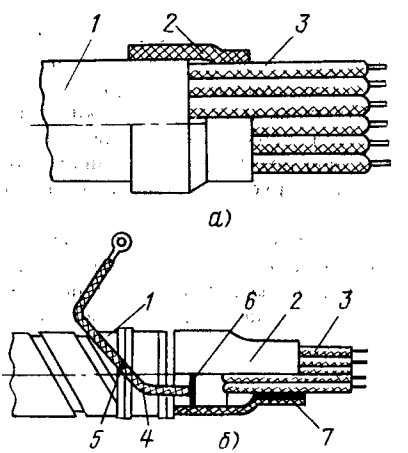


Рис. 6.8. Концевая заделка кабеля с применением термоусаживаемых трубок (ТУТ): *а* – в винипластовой или найритовой оболочке; *б* – бронированных; *1* – кабель; *2* – муфта из ТУТ; *3* – жилы кабеля; *4* – заземляющий проводник; *5* – место пайки заземляющего проводника к броне; *6* – то же к экрану кабеля; *7* – клеящий подслой

Таблица 6.12. **Сортамент и размеры ТУТ по ТУ 013-145–82**

Сортамент	Наружный диаметр окоцовываемого кабеля, мм	Длина муфты, мм	Размеры ТУТ, мм			
			до усадки		после полной усадки	
			Внутренний диаметр	Толщина стенки	Внутренний диаметр	Толщина стенки
ТУТ12/6	8–10	35	12	0,5	6	1,0
ТУТ14/7	8–10	35	14	0,5	7	1,0
ТУТ16/8	10–13	35	16	0,5	8	1,0
ТУТ20/10	14–17	40	20	0,5	10	1,0
ТУТ24/12	18–21	40	24	0,5	12	1,0
ТУТ30/15	22–26	45	30	0,5	15	1,0
ТУТ40/20	27–36	50	40	0,8	20	1,5

бутилкаучука так, чтобы она перекрывала срез оболочки кабеля с заходом на жилы кабеля не более 10 мм;

надвигают ТУТ так, чтобы она перекрывала полоску бутилкаучука с заходом на жилы кабеля не менее чем на 20 мм от среза оболочки;

производят усадку ТУТ, нагревая ее до 120–200 °С с помощью газовой горелки типа ГПВМ-01 по ТУ 36-667–77 в комплекте со специальными насадками либо специальными электрическими нагревателями. Усадки начинают со стороны кабеля, при этом для равномерного нагрева ТУТ и во избежание местных перегревов сопло нагревательного инструмента должно постоянно быть в движении. Нагрев прекращают при появлении зеркального блеска.

КОНЦЕВЫЕ ЗАДЕЛКИ КАБЕЛЯ И ПРОВОДОВ В ШТЕПСЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ

Для разъемных соединений проводов и кабелей с медными жилами применяют штепсельные разъемы серий ШР, СШР, Р, 2РМ и типа А. Штепсельные разъемы серий ШР, СШР, Р и 2РМ делятся на приборные, предназначенные для присоединения кабелей и проводов к аппаратуре, и кабельные для соединения кабелей между собой непосредственно или через перегородки. По типу корпуса штепсельные разъемы делятся на прямые и угловые. Основные технические данные штепсельных разъемов приведены в табл. 6.13.

Заделка экранированных кабелей и пакетов проводов в общей экранирующей или панцерной оплетке в штепсельные разъемы серий ШР, СШР и Р (рис. 6.9). После удаления лишней длины кабеля или пакета проводов

Таблица 6.13. **Основные технические данные штепсельных разъемов**

Тип разъема	Условный размер корпуса, мм	Число контактов	Диаметр контактов, мм	Рабочее напряжение, В	Допустимые токовые нагрузки, А
ШР	16, 20, 28, 32, 36, 40, 48, 55, 60	1–8, 13–16, 22, 25, 26, 33, 40	1,5; 2,5; 3,5; 5,5; 9	850	20, 35, 50, 100, 200
СШР	20, 28, 32, 36, 48, 55, 60	2, 3, 4, 7, 10, 15, 20, 26, 30, 45, 50	2,5	850	35
5Р	–	3	–	380	50
6Р	–	100, 150	–	115	7
7Р	–	52	–	500	10
2РМ	14, 18, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42	2, 4–8, 10, 12, 15, 17, 19, 24, 30, 33	1; 1,5; 2,3	560, 700	4–10, 16, 18, 32, 36
А	–	6, 8, 10, 14, 20	–	600	6

закрепляют экранирующую оплетку на расстоянии 250 мм от конца кабеля временным бандажом из медной проволоки диаметром 0,5–0,7 мм и удаляют лишнюю часть экранирующей оплетки. Затем на оплетку кабеля (пакета) надевают экранирующую гайку штепсельного разъема и шайбу. Шайбу устанавливают на расстоянии 10–15 мм от конца среза оплетки. Конец оплетки отгибают на шайбу и припаивают припоем ПОС-40. Концы проволок отрезают вровень с краями шайбы.

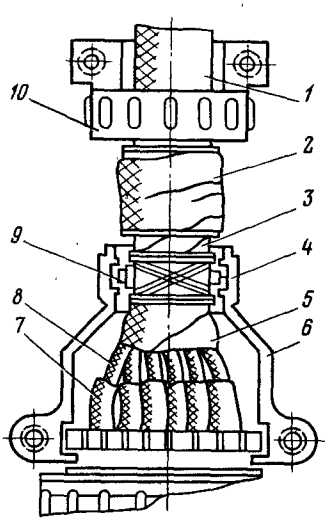


Рис. 6.9. Заделка экранированного кабеля в штепсельный разъем серий ШР, СШР и Р:
1 – экран кабеля; *2* – обмотка из листовой резины; *3* – шайба с припаянным экраном; *4* – бандаж из ниток; *5* – обмотка поливинилхлоридной лентой; *6* – половина патрубка; *7* – поливинилхлоридные трубки; *8* – изолированные жилы кабеля; *9* – штифт; *10* – экранирующая гайка

Конец кабеля разделяют, как показано на рис. 6.10; жилы кабеля облуживают и надевают на них отрезки поливиинилхлоридных трубок длиной 15 мм. После этого жилы поочередно вставляют в гнезда хвостовиков контактов с таким расчетом, чтобы срез изоляции не доходил до хвостовика на 1–2 мм, и припаивают по порядку, начиная с заднего ряда. После проверки качества пайки места пайки закрашивают цапонлаком и надвигают на иих поливинилхлоридные отрезки трубок до упора в изолятор разъема.

Затем жилы разделяют на две равные части и между ними пропускают металлический штифт, на который надета поливинилхлоридная трубка. Штифт сдвигают как

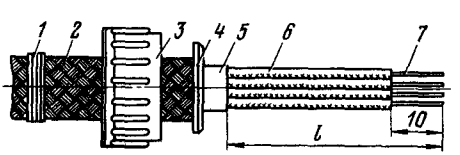


Рис. 6.10. Разделка экранированного кабеля:
1 – временный бандаж; *2* – экран кабеля; *3* – экранирующая гайка; *4* – шайба с припаянным экраном; *5* – оболочка кабеля; *6* – изолированные жилы; *7* – голые жилы

можно ближе к оболочке кабеля и с обеих сторон обматывают пучок жил двумя слоями поливинилхлоридной ленты. Обмотка должна заходить на 10—15 мм на оболочку или прорезиненную ленту. Штифт закрепляют бандажом из крученых ниток и на подмотку из поливинилхлоридной ленты надвигают шайбу с оплеткой. Нитки покрывают лаком № 1. Для кабельных штепсельных разъемов заделку кабеля и проводов производят без штифтов. Затем накладывают сначала одну, потом вторую половину патрубка, скрепляют их двумя винтами, до отказа завинчивают экранирующую гайку и снимают временный бандаж.

Заделку неэкранированных кабелей и пакетов проводов в штепсельные разъемы серий СШР, ШР и Р выполняют так же, как заделку экранированных, за исключением операций, связанных с заделкой экрана. Дополнительной операцией является крепление кабеля (пакета) в прижиме неэкранирующей гайки. Для этого после установки и скрепления обеих половин патрубка на кабель (пакет) в месте прилегания прижима накладывают подмотку из нескольких слоев листовой резины толщиной 1 мм и шириной 25—30 мм и закрепляют ее сверху поливинилхлоридной лентой. На патрубок навинчивают неэкранирующую гайку и устанавливают скобу прижима.

Заделка экранированных кабелей и пакетов проводов в общей экранирующей оплетке в штепсельные разъемы серии 2РМ с экранирующей гайкой (диаметры корпусов 22—42 мм). Для заделки кабеля (пакета) в штепсельный разъем серии 2РМ с экранирующей гайкой выполняют те же операции, что и при заделке в разъемы серий ШР, СШР и Р, за исключением операций, связанных с заделкой экранирующей оплетки. Если заделка экрана выполняется с применением конических или цилиндрических обкладок, то после отрезки кабеля, закрепления экранирующей оплетки временным бандажом и удаления лишней ее длины надевают экранирующую гайку *3*, наружную *4* и внутреннюю *5* обкладки (рис. 6.11, *а*). Внутреннюю обкладку вводят под оплетку кабеля и огибают проволоки оплетки вокруг ее фланца. Затем надвигают наружную обкладку на конец оплетки так, чтобы оплетка оказалась зажатой между ними, и завертывают край наружной обкладки внутрь (рис. 6.11, *а* и *б*). Заделка экрана с помощью шайбы *9* аналогична заделке экрана в штепсельный разъем типа ШР (рис. 6.11, *в*).

После подготовки кабеля к пайке (разделка конца кабеля, облуживание жил и т. п.) на конец кабеля надевают втулку крепления фиксатора и патрубок, на который навинчивается экранирующая гайка так, чтобы втулка фиксатора вошла в патрубок, а обкладки были прижаты к торцу патрубка. Патрубок вместе с оплеткой сдвигают на 18—20 мм и закрепляют временным бандажом. После подпайки жил к половине рядов контактов устанавливают крестообразный фиксатор и закрепляют временной перевязкой. Фиксатор располагают таким образом, чтобы он делил весь пучок жил на четыре равные части. После подпайки всех жил пучок жил обматывают двумя слоями поливинилхлоридной ленты с обеих сторон фиксатора, поверх поливинилхлоридной ленты накладывают бандаж из ниток. Затем от патрубка отвинчивают заземляющую гайку, патрубок сдвигают вплотную к корпусу и закрепляют гайкой патрубок. Втулку фиксатора вставляют в патрубок и закернивают в двух местах. Об-

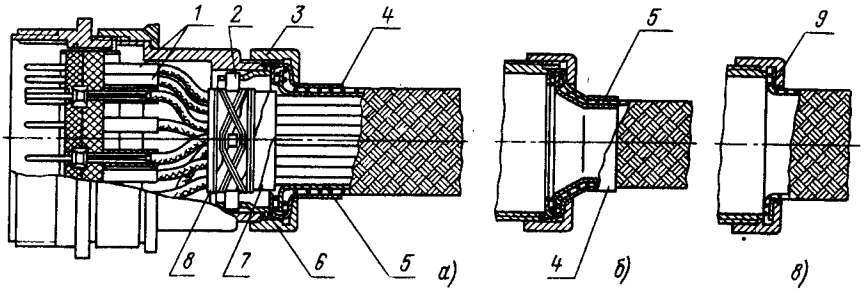


Рис. 6.11. Заделка экранированных кабелей в разъем серии 2РМ с корпусами диаметром 22—42 мм:

а — заделка экранированного кабеля с применением цилиндрических обкладок; *б* — заделка экрана в конические обкладки; *в* — заделка экрана шайбой; *1* — поливинилхлоридная трубка; *2* — фиксатор; *3* — экранирующая гайка; *4* — обкладка наружная; *5* — обкладка внутренняя; *6* — втулка фиксатора; *7* — обмотка поливинилхлоридной лентой; *8* — бандаж из ниток; *9* — шайба

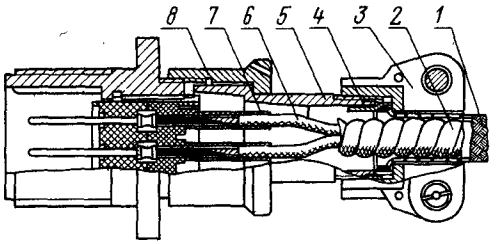


Рис. 6.12. Заделка экранированного кабеля в разъемы серии 2РМ с корпусами диаметром 14, 18 и 22 мм:

1 — экран кабеля; *2* — поливинилхлоридная лента; *3* — прижим; *4* — шайба; *5* — патрубок; *6* — изолированная жила кабеля; *7* — полнвинилхлоридная трубка; *8* — гайка патрубка

кладки или шайбу с закрепленным экраном придвигают вплотную к торцу патрубка и завинчивают экранирующую гайку. Общий вид заделки показан на рис. 6.11, *а*.

Заделка экранированных кабелей и пакетов проводов в общей экранирующей оплетке в разъем серии 2РМ с неэкранирующими гайками (диаметры корпусов 14, 18, 22 мм) производится следующим образом. Накладывают временный бандаж, удаляют лишнюю часть экранирующей оплетки, надевают неэкранирующую гайку и шайбу, к внутренней стороие шайбы припаивают оплетку. Разделывают конец кабеля, зачищают и облуживают концы жил, надевают патрубок и сдвигают вместе с шайбой и оплеткой на 50—60 мм по кабелю. На жилы надевают отрезки поливинилхлоридных трубок и припаивают жилы к хвостовикам контактов разъема; место пайки очищают от флюса и покрывают цапонлаком. На корень заделки накладывают обмотку из липкой ленты, надевают патрубок и соединяют с корпусом разъема. Шайбу с оплеткой вставляют в патрубок и завинчивают неэкранирующую гайку; на нее устанавливают прижимы, плотно схватывающие кабель. Общий вид заделки приведен на рис. 6.12.

Заделка в штепсельные разъемы серии 2РМ небронированного кабеля и проводов производится в той же очередности, что и заделка экранированных, но исключается подпайка оболочки к шайбе и между шайбой и втулкой фиксатора устанавливается дополнительно резиновая втулка. В разъемах с диаметрами корпусов 14, 18 и 22 мм вместо фиксатора и втулки фиксатора устанавливают вторую шайбу.

Разъемы типа А позволяют выполнять заделку неэкранированного кабеля и пакетов проводов с уплотнением и без уплотнения ввода в корпус разъема. В зависимости от наружного диаметра кабеля или пакета проводов и модификации разъема пакет проводов (жил) может быть разбит на два—пять потоков, как показано на рис. 6.13. Диаметр потока не должен быть более 12 мм.

Кабель в трехвтулочный разъем при использовании одной втулки вводят в среднюю втулку, при использовании двух втулок — в крайние. Ввод кабеля (пакета) в пятивтулочный разъем (расположение втулок показано на рис. 6.14) выполняют при использовании: двух втулок — во вторую и третью втулки; трех втулок — в первую, третью и пятую втулки; четырех втулок — во вторую — пятую втулки. Неиспользованные втулки должны быть заглушены резиновыми заглушками диаметром 15 мм и толщиной 3—4 мм.

Заделка неэкранированного кабеля без уплотнения производится следующим образом. Конец кабеля (пакета) отрезают на необходимую длину и разделывают. Жилы кабеля (провода пакета) разделяют на потоки и надевают на них поливинилхлоридную или резиновую трубку наружным диаметром не более 12 мм и длиной около 50 мм. Корпус разъема отделяют от изолятора с контактами и во втулки его вводят потоки кабеля (пакета). Концы проводов зачищают на длину 7—8 мм, облуживают жилы кабеля

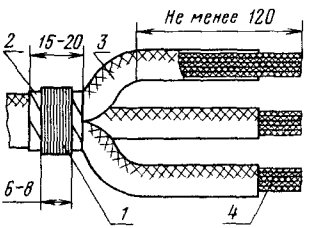


Рис. 6.13. Разделение кабеля или пакета проводов на потоки:

1 — бандаж из ниток; *2* — обмотка поливинилхлоридной лентой; *3* — поливинилхлоридная трубка; *4* — изолированные жилы кабеля

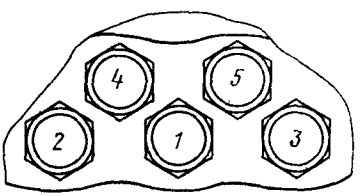


Рис. 6.14. Расположение втулок в пятивтулочном разъеме типа А

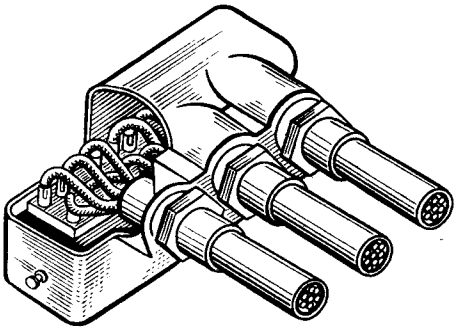


Рис. 6.15. Заделка кабелей в штепсельный разъем типа А

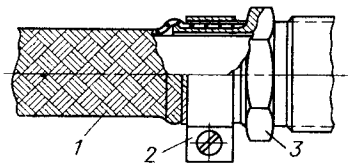


Рис. 6.16. Заделка экрана на втулке разъема типа А:

1 — экран кабеля; *2* — хомут; *3* — шейка втулки разъема

и припаивают к хвостовикам контактов. Места пайки очищают от флюса и закрашивают цапонлаком. Изоляцию жил, выполненную бумажной или шелковой прядью, пропитывают лаком № 1. Изолятор с контактами вкладывают в корпус и закрепляют винтами. Излишек проводов вытягивают из корпуса, а изоляционные трубки, надетые на пакет проводов, сдвигают по нему в корпус через втулку. Общий вид заделки показан на рис. 6.15.

Уплотнение ввода в разъем выполняют обмоткой из двух слоев поливинилхлоридной ленты, захватывающей шейку втулки разъема и кабель (провод) на длину 50 мм. Обмотка ленты на шейке втулки закрепляется бандажом шириной 6—10 мм из ниток. Бандаж пропитывают лаком № 1.

Разъемы типа А предназначены, как правило, для неэкранированных проводов и кабеля. При заделке экранированного кабеля (провода) экран натягивают на шейку втулки, отгибают назад на длину шейки и закрепляют хомутом (рис. 6.16).

СОЕДИНЕНИЕ КАБЕЛЕЙ

Соединение кабелей осуществляется в следующей очередности: а) соединяемые

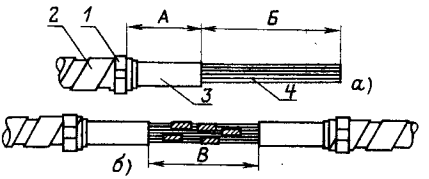


Рис. 6.17. Подготовка кабеля к соединению:

а — разделка концов кабеля; *б* — соединение жил кабеля; *1* — бандаж; *2* — ленточная броня; *3* — поливинилхлоридная или резиновая оболочка; *4* — жилы кабеля

концы кабелей разделывают, как показано на рис. 6.17. Длина разделываемых концов жил и оболочек кабеля в зависимости от числа жил определяется из табл. 6.14. Если кабели имеют джутовый покров, то на одном из кабелей покров сматывают с разделываемого конца на длину 700—800 мм и закрепляют временной перевязкой; б) соединяемые концы кабелей закрепляют на подставке один против другого так, чтобы расстояние между торцами оболочек было равно размеру *В* (табл. 6.14). Концы жил соединяют между собой пайкой или сваркой и изолируют липкой поливинилхлоридной лентой или изоляционной гильзой. Затем восстанавливают оболочку при помощи изоляционных лент, термоусаживаемых трубок и лент из стеклоткани с эпоксидным клеем. Если кабель бронированный, то после восстановления оболочки производят пайку заземляющего медного проводника сечением не менее 6 мм^2 к лентам брони на концах соединяемых кабелей.

Восстановление оболочек кабеля при помощи многослойной намотки стеклоткани с эпоксидным клеем производится в следующей последовательности:

зачищают концы оболочек; покрывают концы оболочек лаком КО-916 на длину не менее 30 мм и сушат 10—15 мин; накладывают один слой ленты ЛЭТСАР на оболочку концов кабеля с 50%-ным перекрытием; надвигают трубку на место соединения с захо-

Таблица 6.14. **Длина разделываемых концов жил и оболочек кабеля**

Сечение жил, мм^2	Число жил	Длина разделки, мм		
		А	*Б*	*В*
0,75—1,0	2—4	70	150	150
0,75—1,0	6—10	70	200	200
0,75—2,5	14—19	70	250	250
0,75—2,5	24—37	70	300	300

дом на оболочки кабелей; производят усадку трубки пламенем газовой горелки или пистолетом типа ПС-1;

обматывают лентой ПВХ в два слоя с 50%-ным перекрытием витков жилы кабелей с заходом на оболочки не менее 10 мм;

зачищают и обезжиривают поверхности оболочек и ленты брони до технологических бандажей;

производят намотку из четырех слоев ленты из стеклоткани с 50%-ным перекрытием витков заподлицо со срезами брони;

накладывают обмотку из двух слоев ленты поверх ранее наложенной обмотки до технологических бандажей.

Ленту из стеклоткани перед намоткой предварительно промазывают эпоксидным клеем, приготовленным на месте монтажа из следующих компонентов: эпоксидная смола ЭД-20 – 100 частей; полиэтиленполиамин – 10 частей; дибутилфталат – 15 частей; пудра алюминиевая ПАП-1 или ПАП-2 – 10 частей. Жизнеспособность клея 45 – 60 мин.

Восстановление оболочки кабелей при помощи изоляционных лент производится в следующей последовательности: изолированные жилы сближают и обматывают двумя слоями ПВХ ленты с 50%-ным перекрытием витков; зачищают и обезжиривают поверхность оболочек на расстоянии 50 мм от места среза, протирая участок оболочки тампоном из ветоши, смоченным в бензине; покрывают обезжиренные участки слоем лака КО-916 и сушат в течение 10 – 15 мин; накладывают на оболочку на место, где был нанесен лак, обмотку из ленты марки ЛЭТСАР-ЛП в один слой с 50%-ным перекрытием и вытягивают в процессе намотки так, чтобы ширина ее составляла половину исходной; накладывают подмотку из двух-трех слоев ленты ЛЭТСАР с 50%-ным перекрытием.

Восстановление оболочки кабелей при помощи термоусаживаемых трубок выполняется в следующей последовательности: надевают термоусаживаемую трубку на оболочку одного из концов сращиваемых кабелей, размер трубки выбирают по табл. 6.12.

ОКОНЦЕВАНИЕ И СОЕДИНЕНИЕ МЕЖДУ СОБОЙ ЖИЛ КАБЕЛЯ И ПРОВОДОВ

Оконцевание жил проводов и кабелей производится кольцом, штырем или наконечником. Оконцевание однопроволочных медных жил проводов и кабелей сечением 0,5 и 0,75 мм^2 и многопроволочных медных жил сечением 0,35; 0,5; 0,75 мм^2 производится, как правило, штырем с последующим присоединением пайкой к контактам или наконечникам.

Однопроволочные медные жилы проводов и кабелей сечением 1; 1,5; 2,5; 4 мм^2 оконцовываются штырем или кольцом, а многопроволочные провода этих же сечений – с помощью наконечников или непосредственно под винт или болт (кольца, штыря) с последующим облуживанием. Если конструкция выводов и зажимов приборов, аппаратов, сборок зажимов требует или допускает иные способы присоединения однопроволочных и многопроволочных медных жил проводов и кабелей, должны применяться способы присоединения, указанные в соответствующих стандартах и технических условиях на эти изделия. Оконцевание алюминиевых жил проводов и кабелей сечением 2,0 мм^2 и более осуществляется штырем или кольцом, при этом присоединение к приборам, аппаратам, сборкам зажимов возможно лишь зажимами, позволяющими выполнять непосредственное присоединение к ним алюминиевых проводников соответствующих сечений. Для снятия изоляции с проводов и жил кабеля сечением 0,75; 1,0; 1,5 мм^2 применяют клещи КК-1М, для жил сечением 1,5; 2,5; 4 мм^2 – клещи ККСИ. Изоляцию жил сечением 4 мм^2 и более допускается снимать ножом, при этом запрещается делать кольцевые надрезы изоляции во избежание повреждений проволок жилы.

Зачистку медной жилы производят мелкой наждачной шкуркой до металлического блеска. Алюминиевую жилу зачищают шкуркой под слоем технического вазелина.

Заделку среза изоляции жилы, имеющей хлопчатобумажную оплетку, если не требуется ее маркировка, производят оконцевателями типа ОП или У540, или муфточками из ПВХ трубки с внутренним диаметром, обеспечивающим плотное одевание ее на изоляцию жилы провода или кабеля. Маркировку выполняют маркировочными оконцевателями типов ОКМ, А671, У541 и муфточками длиной 15 – 20 мм из ПВХ трубки. Маркировочные надписи на оконцевателях и муфточках делают разборчиво с высотой знаков 3 – 4 мм маркировочной краской марки БМК4, которая приготовляется по следующему рецепту (в составных частях):

трубка из поливинилхлоридного пластиката по ГОСТ 19034 – 82 – 10 частей;

растворитель Р-4 по ГОСТ 7827 – 80 или ацетон по ГОСТ 2603 – 79 – 70 частей;

спирт этиловый технический по ГОСТ 18300 – 72 – 10 частей;

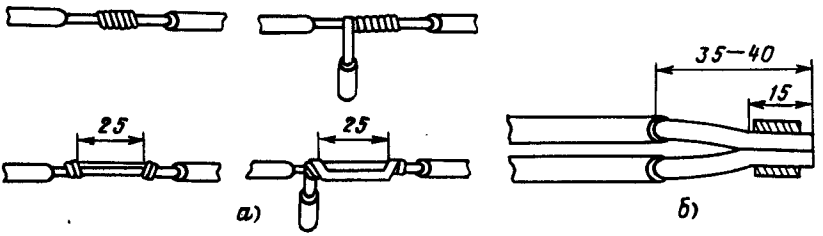


Рис. 6.18. Соединение жил проводов и кабелей перед пайкой:
а – скручивание медных жил перед пайкой; *б* – скручивание алюминневых жил перед пайкой

нигрозин спирторастворимый по ГОСТ 9307–78 – 10 частей.

Для приготовления краски в стакане на водяной бане при температуре 60–80 °С растворяют измельченные трубки из поливинилхлоридного пластиката в растворителе Р-4 или ацетоне. Полученный раствор тщательно перемешивают, а затем в него добавляют спиртовой раствор нигрозина.

Соединение и ответвление медных и алюминиевых жил проводов и кабелей должно производиться в протяжных устройствах или муфтах пайкой или сваркой. Подготовка жилы к пайке заключается в снятии с нее изоляции и зачистке, как было описано выше. Медные жилы сечением до 2,5 мм^2 включительно перед пайкой скручивают, как показано на рис. 6.18, *а*, а жилы сечением до 6 мм^2 соединяют с помощью гильз (рис. 6.18, *б*) из медной или латунной ленты толщиной 0,3–0,5 мм, которые располагаются на жилах так, чтобы стык находился в середине гильзы. Гильзы и жилы предварительно облуживают. Алюминиевые жилы укладывают внахлестку и скручивают так, чтобы в месте присоединения жил образовался желобок (рис. 6.18, *б*).

Пайка медных жил должна производиться припоем ПОС-30 с бескислыми флюсами, а пайка алюминиевых жил – припоями А и Б (табл. 6.15) с флюсом ВАМИ, который

Таблица 6.15. **Припои для пайки медных и алюминиевых жил**

Марка припоя	Компоненты, % (по массе)						Температура плавления, °С
	Олово	Свинец	Сурьма	Цинк	Медь	Кадмий	
ПОС-30	30	68	2	–	–	–	245
ПОС-40	40	58	2	–	–	–	230
А	40	–	–	58,5	1,5	–	400–450
Б	35	1,0	0,5	39	–	24,5	225–250

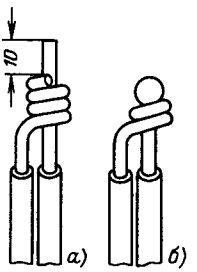


Рис. 6.19. Соединение жил сечением 2,5 мм^2 сваркой:
а – скручивание жил перед сваркой; *б* – выполненне соединения

состоит из 50% хлористого калия, 30% хлористого натрия и 20% криолита марки К-1. Для пайки жил к контактам штепсельных разъемов применяют припой ПОС-40. Запрещается применять легкоплавкие припои типа висмут–олово–свинец–кадмий, а также использовать в качестве флюса хлористый цинк.

Электросварка применяется для соединения между собой медных или алюминиевых жил, а также жил компенсационных проводов. Для сварки применяют трансформатор мощностью 300 Вт, напряжением 220/12 В, угольный электрод, держатель угольного электрода с медным зажимом для присоединения провода от трансформатора и плоскогубцы с изолированными ручками и зажимом для присоединения второго провода от трансформатора. Перед сваркой жилы скручивают, как показано на рис. 6.19. Для сварки алюминиевых жил применяется флюс ВАМИ, а для медных жил и жил компенсационных проводов – бура.

6.5. ИСПЫТАНИЕ И СДАЧА ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

Полностью смонтированные электропроводки независимо от назначения и класса помещения, где они проложены, перед проведением испытаний должны быть подвергнуты внешнему осмотру. При внешнем осмотре выявляется соответствие выполненных

электропроводок проекту автоматизации и требованиями СНиП 3.05.07—85 «Системы автоматизации».

При внесении изменений в проект, согласованных с проектной организацией или заказчиком, при внешнем осмотре проверяют соответствие электропроводок внесенным изменениям.

Внешним осмотром электропроводок проверяют: правильность установки конструкций и монтажа труб, коробов, лотков и т. п.; правильность выполнения соединений и разветвлений проводов и кабелей, а также их оконцеваний и подсоединений к зажимам; выполнение антикоррозионных покрытий и заземления. Для электропроводок систем автоматизации во взрыво- и пожароопасных помещениях при внешнем осмотре дополнительно проверяют выполнение требований, предъявляемых к электропроводкам этих помещений. Дефекты, обнаруженные в результате внешнего осмотра, должны быть устранены.

После внешнего осмотра электропроводок проводят измерение сопротивления изоляции.

Измерение сопротивления изоляции электрических цепей производят в полностью смонтированных электропроводках между всеми жилами кабеля или всеми жилами проводов в защитном трубопроводе (коробе), а также между каждой жилой и металлической защитной оболочкой кабеля или защитным трубопроводом (коробом). При этом все контрольно-измерительные приборы, исполнительные механизмы и электрическая аппаратура должны быть отключены, а провода и кабели присоединены к сборкам зажимов соединительных коробок, щитов и пультов средств автоматизации. Напряжение мегаомметра при измерении должно быть: а) 1000 В для силовых электропроводок в помещениях всех классов; б) 1000 В для электропроводок во взрывоопасных помещениях всех классов и пожароопасных класса П-1; в) 500 В для остальных проводок. Сопротивление изоляции проводников должно быть не меньше 1 МОм. Результаты измерения заносят в протокол. Сдача электропроводок производится при сдаче всего комплекса работ по монтажу приборов и средств автоматизации (см. разд. 1).

К акту сдачи прикладывают: а) рабочую проектную документацию с внесенными в процессе монтажа изменениями; б) протоколы и акты на скрытые работы (прокладка электропроводок в земле, в фундаментах, в полу и т. п.); в) протоколы измерения сопротивления изоляции проводов и кабеля; г) протоколы прогрева кабеля перед прокладкой в зимних условиях.

РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

МОНТАЖ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

7.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Температура и температурные шкалы. Степень нагретости, или тепловое состояние, твердого тела, жидкости или газообразной среды характеризуется температурой и основывается на способности одного тела передавать теплоту другому при разной степени нагретости и находиться в состоянии теплового равновесия при одинаковой степени их нагретости. Это явление теплового обмена между телами с различной степенью нагретости, а также изменение физических свойств тел при нагревании легли в основу устройства и принципа действия приборов для измерения температуры.

Эти приборы составляют самую распространенную группу приборов контроля технологических параметров. Методы контроля температуры делятся на механические, тепловые, электрические, излучательные и др.

В зависимости от принципа действия приборы для измерения температуры делят на следующие группы:

1) термометры расширения, основанные на изменении объема жидкости или линейных размеров твердых тел при изменении температуры;

2) манометрические термометры, основанные на изменении давления веществ при постоянном объеме при изменении температуры;

3) термопреобразователи сопротивления, основанные на изменении электрического сопротивления проводников и полупроводников при изменении температуры;

4) преобразователи термоэлектрические, основанные на изменении термоэлектродвижущей силы термопары от температуры;

5) пирометры излучения, из которых наиболее распространены: а) оптические, основанные на измерении интенсивности монохроматического излучения нагретого тела; б) цветовые (пирометры спектрального отношения), основанные на измерении распределения энергии в спектре теплового излучения тела; в) радиационные, основанные на измерении мощности излучения нагретого тела.

Измерения. В общем случае *измерением* называют процесс, заключающийся в экспериментальном определении численного соотношения между измеряемой физической величиной и ее значением, принятым за единицу. Измерения температуры можно разделить на два основных вида: прямые и косвенные.

При прямых измерениях значение искомой температуры получается путем непосредственного измерения ее измерительным прибором, градуированным в градусах, например измерение температуры с помощью термометра расширения.

При косвенных измерениях результат получается на основании опытных данных прямых измерений значений одной или нескольких величин, связанных с искомой величиной определенным уравнением. В качестве примера можно привести измерение температуры термопреобразователем сопротивления, действие которого основано на свойстве веществ изменять электрическое сопротивление с изменением температуры. Зная зависимость сопротивления от температуры, можно по его изменению судить о температуре измеряемой среды. Эта зависимость, например для медных термопреобразователей сопротивления, выражается формулой

$$R_t = R_0(1 + \alpha t),$$

где R_t, R_0 – сопротивления термометра при температуре t и при 0°С соответственно; α – температурный коэффициент сопротивления.

При косвенных измерениях получить результат можно только при использовании целого комплекса технических средств, получившего название системы измерения. В зависимости от назначения и поставленных задач измерительную систему выполняют в виде цепи последовательно или параллельно соединенных преобразователей, каналов связи и измерительных приборов.

Технические средства (преобразователи, вторичные приборы), применяемые для измерения, называют *средствами измерений*. Одни и те же средства измерений могут быть использованы для определения значений различных величин. Например, вольтметр в зависимости от типа преобразователя, в комплекте с которым его применяют, может измерять напряжение, температуру, состав газа и т. п.

Средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования и обработки, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем, называют *измерительным преобразователем*. Измерительный преобразователь, к которому подводится измеряемая среда и который стоит первым в измерительной цепи, называют *первичным измерительным преобразователем (чувствительным элементом, датчиком)*.

Передающие измерительные преобразователи предназначены для дистанционной передачи сигнала измерительной информации на измерительный прибор (вторичный), который вырабатывает сигнал в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем (оператором).

Устройство, воспринимающее сигнал от первичного или передающего измерительного преобразователя и выражающее его в удобном виде при помощи отсчетного устройства, называют *вторичным преобразователем*. По способу отсчета вторичные измерительные приборы подразделяют на показывающие, регистрирующие и комбинированные. Вторичные приборы могут также иметь дополнительные устройства, однозначно связанные с измерительной частью приборов и осуществляющие, например, сигнализацию предельно допустимых значений параметра, регулирование, суммирование и т. п. Измерительная информация в показывающих приборах воспроизводится в виде положения указателя, например стрелки, относительно отметки шкалы прибора. Шкала представляет собой совокупность отметок, расположенных вдоль какой-либо линии и проставленных около некоторых из них чисел или других символов, соответствующих ряду последовательных значений величины. Для каждого измерительного прибора устанавливается диапазон показаний – область значений шкалы, ограниченная начальным и конечным ее значениями. Измерительная информация в регистрирующих приборах представляется в виде непрерывных кривых (у самопишущих приборов) или в виде цифровых индексов, которые печатаются на диаграммной ленте с заданным интервалом (пе-

чатающий прибор). Комбинированные приборы одновременно показывают и регистрируют значения измеряемой величины.

Каналы (линии) связи служат для соединения передающих измерительных преобразователей и вторичных приборов, устанавливаемых на центральном пульте управления. Вспомогательные устройства системы измерения предназначены для обеспечения энергией средств измерения и защиты от внешних воздействий, внутренних перегрузок и т. п.

7.2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МОНТАЖУ

Монтаж приборов для измерения температуры, как правило, выполняют по типовым чертежам. Типовые чертежи в зависимости от назначения и способа монтажа приборов для измерения температуры сгруппированы по трем технологическим признакам: установка на технологических трубопроводах и оборудовании; установка на стене; установка на щитах и пультах.

На технологическом оборудовании и трубопроводах в основном устанавливают приборы погружного типа, имеющие, как правило, штуцерное крепление.

На стене устанавливают приборы камерного типа и некоторые первичные преобразователи. Установку таких приборов обычно выполняют на типовом кронштейне.

На щитах и пультах устанавливают вторичные приборы.

В отдельных случаях монтаж приборов для измерения температуры выполняют по нетиповым чертежам, которые включены в состав проектов автоматизации.

При монтаже приборов для измерения температуры следует иметь в виду и учитывать, что точность измерения температуры зависит не только от класса прибора, но и от места, где устанавливают чувствительный элемент датчика. Для конкретного технологического аппарата или трубопровода чувствительный элемент необходимо устанавливать таким образом, чтобы фиксировалась наиболее характерная температура процесса. Как правило, место устаиовки датчика температуры определяет техническая документация и оно должно строго соблюдаться при монтаже. Любое отклонение от места установки должно согласовываться с проектной организацией.

При монтаже приборов для измерения температуры кроме требований, изложенных в типовых монтажных чертежах, должны соблюдаться требования инструкций по эксплуатации заводов – изготовителей этих приборов, а также следующие общие технические требования:

а) приборы не допускается устанавливать в помещениях с незаконченными строительными и отделочными работами, а также до окончания работ по монтажу технологического оборудования и трубопроводов;

б) приборы не должны устанавливаться в местах с повышенной влажностью, подверженных вибрации и ударным нагрузкам, а также воздействиям агрессивных сред и сильных магнитных полей. Это требование не распространяется на приборы, если их установка в условиях, перечисленных выше, предусмотрена техническими условиями завода-изготовителя;

в) приборы, поступающие в монтаж, должны проходить внешний осмотр и предмонтажную поверку, которая определяет их пригодность для монтажа;

г) глубина погружения термометров расширения, термобаллонов манометрических термометров, термопреобразователей и т. д. в измеряемую среду должна быть выбрана таким образом, чтобы обеспечить наибольшее соприкосновение с измеряемой средой и в местах, где поток измеряемой среды не нарушается открытием расположенных вблизи запорной и регулирующей арматуры, подсосом наружного воздуха через неплотности и т. д.;

д) на приборы не должны оказывать влияние посторонние источники тепла в результате радиации и лучеиспускания;

е) при монтаже приборов для измерения температуры потоков запыленных сред (пылепроводы, пылеугольные мельницы и т. п.) для предотвращения быстрого механического износа приборов в местах их установки должны предусматриваться специальные отбойные козырьки.

7.3. МОНТАЖ ПРИБОРОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ И ОБОРУДОВАНИИ

Закладные конструкции. Монтаж приборов для измерения температуры на технологических трубопроводах и оборудовании выполняется, как правило, с помощью специальных закладных конструкций – бобышек. Бобышка приварная – это деталь, привариваемая к технологическому трубопро-

воду или аппарату, имеющая резьбу (или без резьбы) для закрепления первичного измерительного преобразователя.

Бобышки изготавливают в соответствии с отраслевым стандартом ОСТ 36.7–74 «Бобышки и штуцера приварные для установки приборов и устройств автоматики», который распространяется на приварные бобышки и штуцера, являющиеся комплектующими деталями технологических трубопроводов и аппаратов с условным давлением жидкостей и газов до 40 МПа. Термометры расширения, термобаллоны манометрических термометров и термопреобразователи соединяются с бобышками, как правило, через установочные штуцера, которые иногда называют *соединительными*. Размеры и форму штуцера приборов для измерения температуры определяет ГОСТ 25164–82 «Приборы и устройства пневматические, электрические и гидравлические ГСП. Присоединительные размеры». По своим присоединительным размерам бобышки, изготавливаемые по ОСТ 36.7–74, полностью соответствует ГОСТ 25165–82.

По типу и параметрам приварные бобышки подразделяют на *прямые*: БП1 на P_y до 20 МПа; БП2 на P_y от 20 до 40 МПа; БП3 на атмосферное давление; *скошенные*: БС1 на P_y до 20 МПа; БС2 на P_y от 20 до 40 МПа.

Бобышки всех типов по ОСТ 36.7–74 могут иметь следующие размеры резьбы: М12 × 1,5; М20 × 1,5; М27 × 2; М33 × 2; М39 × 2.

Бобышки в зависимости от типа имеют следующие высоты: БП1 – 55 и 100; БП2 – 50, 60 и 100; БП3 – 25; БС1, БС2 – 115 и 140 мм. Высоту бобышки выбирают в зависимости от толщины слоя изоляции технологического трубопровода или аппарата.

Для отличия одного типа бобышки от другого в технической документации всем бобышкам присвоены условные обозначения. Например, прямая бобышка на P_y до 20 МПа с резьбой М20 × 1,5 высотой 55 мм имеет обозначение БП1-М20-55, ОСТ 36.7–74.

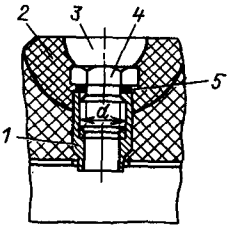
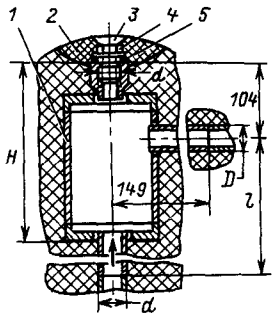
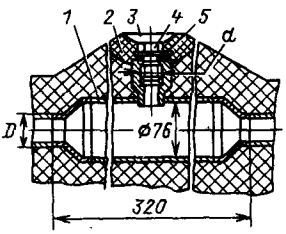
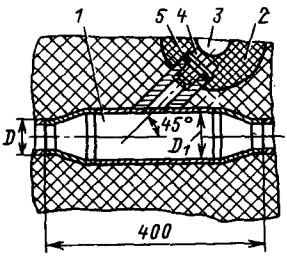
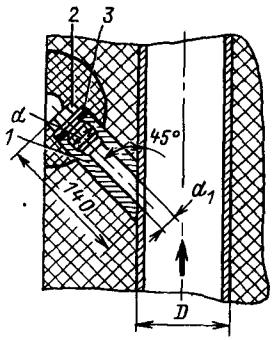
Рекомендуемые области применения бобышек. Бобышки БП1 и БП2 служат для присоединения погружных элементов термометров расширения, термобаллонов, манометрических термометров, термопреобразователей сопротивления, преобразователей термоэлектрических и др.; бобышки БП3 – для присоединения поверхностных термопреобразователей сопротивления и других преобразователей. Подчеркнем, что при монтаже приборов следует проверить соответствие материала бобышки материалу трубопровода или аппарата, для которых они предназначены, и качество их сварных соединений. Соответствие материала бобышки материалу трубопровода может быть установлено по маркировке бобышек, которая должна содержать размер резьбы, значение условного давления, группу стали по ГОСТ 356–68, товарный знак завода – изготовителя. Основные виды закладных конструкций для монтажа приборов температуры приведены в табл. 7.1.

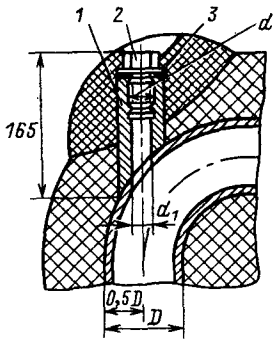
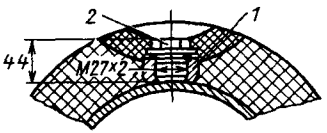
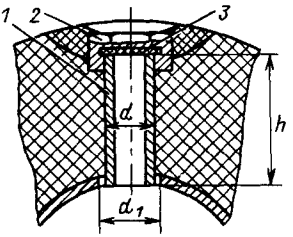
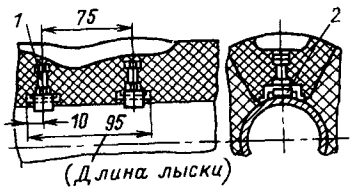
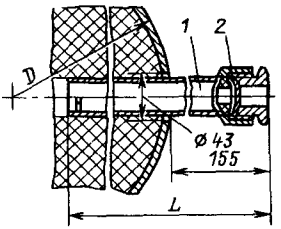
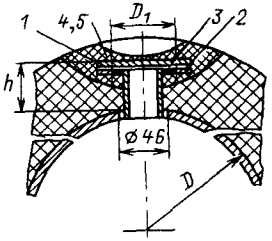
Способы монтажа. Способ монтажа прибора для измерения температуры на технологических трубопроводах или оборудовании зависит от диаметра трубопровода, конструктивных особенностей оборудования, места установки и габарита прибора.

Если диаметр трубопровода и длина чувствительного элемента прибора обеспечивают необходимую глубину погружения, то монтаж осуществляется непосредственно на трубопроводе с помощью прямой или скошенной бобышки. Если длина прибора значительно больше диаметра трубопровода, то применяют специальные устройства, увеличивающие в месте установки прибора диаметр трубопровода. Эти устройства (см. табл. 7.1) могут иметь форму расширителя или стакана, изготовленного из трубы большего диаметра, с габаритами, удовлетворяющими условиям установки прибора.

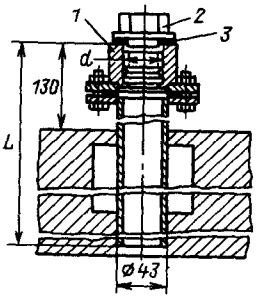
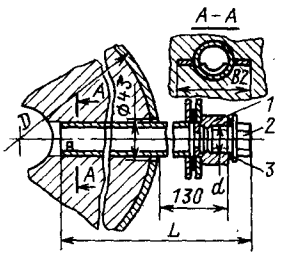
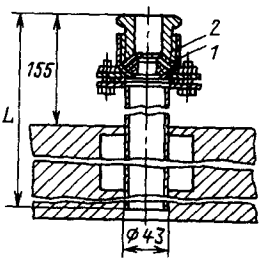
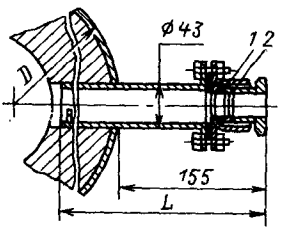
Одним из основных условий установки прибора на технологическом трубопроводе, как уже было ранее отмечено, является соблюдение требуемой глубины погружения, от которой в значительной степени зависит точность измерения температуры. Глубина погружения прибора зависит от длины его монтажной части. Длина монтажной части l для прибора с неподвижным штуцером определяется как расстояние от рабочего конца до опорной площадки штуцера; для датчика с подвижным штуцером и без штуцера – как расстояние от рабочего конца до головки, а при отсутствии головки – до места заделки выводных концов. Таким образом, понятие «глубина погружения» прибора в технологический трубопровод определяется положением, которое занимает конец погружаемой части прибора ниже оси трубопровода. Как правило, конец погружаемой части в зависимости от типа прибора должен размещаться от 5 до 70 мм ниже оси трубопровода, по которому движется измеряемая среда. Соблюдение этого условия может быть достигнуто, как ранее было отмечено, путем применения бобышек разной длины и конструкции.

Таблица 7.1. **Установка закладных ковструкций на технологических трубопроводах и оборудовании для монтажа приборов для измерения температуры**

Установочный чертеж	Наименование, номер чертежа и область применения
	Бобышка (ЗК4-1-75). Установка на металлической стенке или трубопроводе $D > 76$ мм, давление среды $P_y \leqslant \leqslant 6{,}4$ МПа: *1* – бобышка по ОСТ 36.7–74 или ТК4-226-75; *2* – легкоснимаемый слой изоляции; *3* – лунка; *4* – пробка по ТК4-229-69; *5* – прокладка по ТК4-556-68
	Расширитель (ЗК4-2-75). Установка на трубопроводе $D = 14 \div 38$ мм, $P_y = 6{,}4$ МПа: *1* – расширитель по ЗК4-29-75; *2* – легкоснимаемый слой изоляции; *3* – лунка; *4* – пробка по ТК4-229-69; *5* – прокладка по ТК4-566-68
	Расширитель (ЗК4-3-75). Установка на трубопроводе $D = 45 \div 67$ мм, $P_y = 10$ МПа: *1* – расширитель по ЗК4-27-75; *2 – 5* – см. ЗК4-2-75
	Расширитель (ЗК4-4-75). Установка на трубопроводе $D = 45 \div 76$ мм, $P_y \leqslant 16$ МПа: *1* – расширитель по ЗК4-28-75; *2–5* – см. ЗК4-2-75
	Бобышка, скошенная под углом 45° (ЗК4-5-75). Установка на трубопроводе $D < 76$ мм или металлической стенке, $P_y \leqslant 20$ МПа: *1* – бобышка по ТК4-226-75; *2* – пробка по ТК4-229-69; *3* – прокладка по ТК4-566-68

Установочный чертеж	Наименование, номер чертежа и область применения
	Бобышка, скошенная под углом 30° (ЗК4-6-75). Установка на колене трубопровода $D = 76 \div 168$ мм, $P_y \leqslant 20$ МПа: *1* – бобышка по ТК4-227-75; *2* и *3* – см. ЗК4-5-75
	Бобышка (ЗК4-7-75). Установка на трубопроводе или металлической стеике:. *1* – бобышка по ОСТ 36.7–74; *2* – пробка по ТК4-229-69
	Штуцер (ЗК4-8-75). Установка на трубопроводе $D > 76$ мм или металлической стенке, $P_y \leqslant 10$ МПа: *1* – штуцер по ЗК4-30-75; *2* – колпачок по ЗК4-31-75; *3* – прокладка по ЗК4-36-70
	Прижим (ЗК4-9-75). Устаиовка на трубопроводе или металлической стенке: *1* – прижим по ЗК4-20-75; *2* – лыска
	Оправа закладная с сальником (ЗК4-11-75). Установка на трубопроводе $D > 530$ мм или металлической стенке с внутренней кирпичной кладкой: *1* – оправа закладная по ТК4-361-72; *2* – заглушка по ЗК4-26-75
	Бобышка с фланцем (ЗК4-14-75). Установка на трубопроводе $D > 377$ мм, $P_y \leqslant 4$ МПа: *1* – заглушка; *2* – бобышка с фланцем по ЗК4-22-75; *3* – прокладка по ЗК4-37-70; *4* – болт по ГОСТ 7798–70; *5* – гайка по ГОСТ 5915–70

Продолжение табл. 7.1

Установочный чертеж	Наименование, номер чертежа и область применения
	Оправа закладная фланцевая с бобышкой (ЗК4-16-75). Установка в кирпичной кладке, $P_y \leqslant 0{,}25$ МПа: *1* – оправа закладная по ТК4-362-75; *2* – пробка по ТК4-229-69; *3* – прокладка по ТК4-566-68
	Оправа закладная фланцевая с бобышкой (ЗК4-17-75). Установка на трубопроводе $D > 530$ мм или металлической стенке с внутренней кирпичной кладкой, $P_y > 0{,}25$ МПа: *1 – 3* – см. ЗК4-16-75
	Оправа закладная фланцевая с сальником (ЗК4-18-75). Установка в кирпичной кладке: *1* – оправка закладная по ТК4-363-72; *2* – заглушка по ЗК4-26-75
	Оправа закладная фланцевая с сальником (ЗК4-19-75). Установка на трубопроводе $D > 530$ мм или металлической стенке с внутренней кирпичной кладкой: *1* и *2* – см. ЗК4-18-75

В зависимости от рассмотренных условий наибольшее распространение получили способы установки (монтажа) приборов для измерения температуры, приведенные в табл. 7.2.

Способ № 1, примеияют тогда, когда приборы монтируют на горизонтальных участках трубопроводов диаметром более 76 мм. При этом длиа моитажной части приборов может колебаться в пределах от 80 до 2000 мм. Для лучшего понимаиия технологии монтажа приборов каждый из приведениых в табл. 7.2 способов сиачала иллюстрируется чертежами закладной конструкции (бобышки), а затем монтажным чертежом установки какого-либо коикретного прибора. Так, иа рис. 7.1,*а*, показана установка бобышки на горизонтальном участке трубопровода диаметром свыше 76 мм. Монтаж бобышки и тепловую изоляцию выполняют, как правило, организации, монтирующие технологическое оборудование.

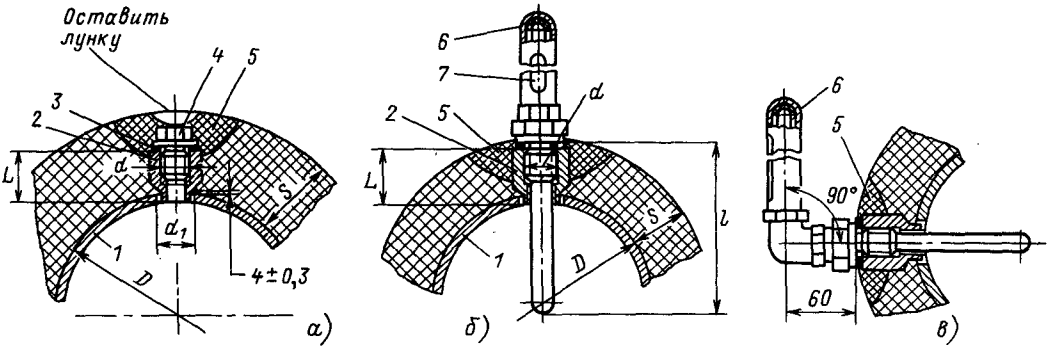


Рис. 7.1. Установка бобышки на трубопроводе диаметром свыше 76 мм (*а*) и термометров расширения прямого (*б*) и углового (*в*):

1 — трубопровод; *2* — бобышка; *3* — прокладка; *4* — пробка; *5* — легкоснимаемый слой изоляции; *6* — защитная оправа; *7* — прибор; *D* — диаметр трубопровода; d_1 — диаметр отверстия в трубопроводе; *S* — толщина слоя изоляции; *l* — глубина погружения; *L* — высота бобышки

Таблица 7.2. **Способы монтажа датчиков приборов для измерения температуры**

Способ установки					
№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Наружный диаметр трубопровода *D*, мм, глубина погружения *l*, мм					
Свыше 76, от 80 до 2000	45 и 57, от 90 до 100	От 14 до 38, от 150 до 250	Свыше 76, от 160 до 500	Свыше 76, от 250 до 630	Поверхностный датчик
Монтажный чертеж					
Рис. 7.1, *б, в*	Рис. 7.2, *б*	Рис. 7.3, *в*	Рис. 7.4, *б*	Рис. 7.5, *б*	Рис. 7.6, *б*
Чертеж закладной конструкции					
Рис. 7.1, *а*	Рис. 7.2, *а*	Рис. 7.3, *а, б*	Рис. 7.4, *а*	Рис. 7.5, *а*	Рис. 7.6, *а*

Учитывая, что установка приборов производится после завершения всех работ по монтажу технологического оборудования, бобышку *2* закрывают пробкой *4*, что позволяет выполнять опрессовку трубопроводов без установленных приборов. Монтажные чертежи установки прямого и углового термометров расширения в загнутой оправе приведены на рис. 7.1,*б* и *в*.

Способ № 2 применяют при диаметрах технологического трубопровода 45 и 57 мм и глубине погружения прибора от 90 до 100 мм. В этом случае в месте установки прибора участок трубопровода искусственно расширяют за счет вставки трубы большего диаметра. Расширитель, как правило, изготавливают из трубы диаметром 76 мм, в которую вваривается бобышка (рис. 7.2, *а*).

При применеиии скошенных бобышек и расширителей, изготовленных из трубы диаметром 133 мм, этот способ может быть применен для монтажа приборов глубиной погружения до 200 мм.

В этом случае скошенную бобышку приваривают таким образом, чтобы нижний конец смонтированного прибора был направлен навстречу потоку измеряемой среды.

Расширители устанавливают как на горизонтальных, так и на вертикальных участ-

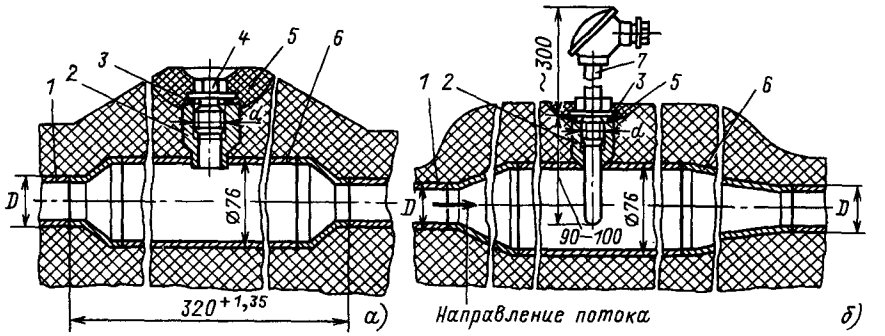


Рис. 7.2. Установка расширителя с бобышкой (*а*) и преобразователя сопротивления ТСП-5071 (*б*) на трубопроводе диаметром 45 или 57 мм:

1 — трубопровод; *2* — бобышка; *3* — прокладка; *4* — пробка; *5* — легкоснимаемый слой изоляции; *6* — расширитель; *7* — преобразователь

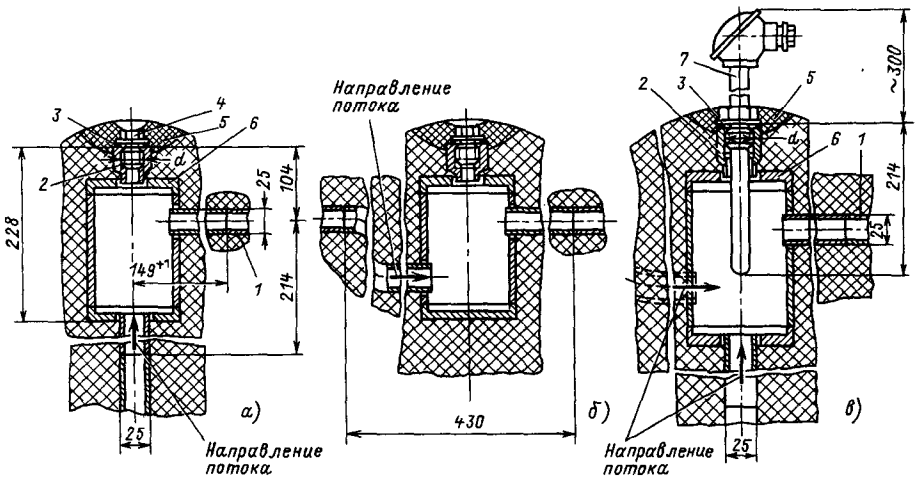


Рис. 7.3. Установка на трубопроводе диаметром 25 мм расширителя с бобышкой при направлении потока снизу вверх (*а*), слева направо (*б*) и термоэлектрического преобразователя ТХК-0063 (*в*):

1 — трубопровод; *2* — бобышка; *3* — прокладка; *4* — пробка; *5* — легкоснимаемый слой изоляции; *6* — расширитель; *7* — термопреобразователь

ках технологических трубопроводов. На рис. 7.2, *б* приведен пример монтажа преобразователя сопротивления на горизонтальном участке трубопровода диаметром 45 и 57 мм. Расширители могут устанавливаться как на горизонтальном, так и на вертикальных участках технологических трубопроводов.

Способ № 3 применяют для монтажа приборов, имеющих длину монтажной части от 150 до 200 мм, на трубопроводах диаметром от 14 до 38 мм. Монтаж приборов на трубопроводах с таким диаметром может быть выполнен только при помощи специальных расширителей, имеющих форму стакана. Измеряемая среда в стакан подводится либо снизу (рис. 7.3, *а*), либо сбоку (рис. 7.3, *б*) в нижнюю часть стакана. Отводится измеряемая среда сбоку в верхней части стакана. Бобышка для монтажа прибора приваривается к верхней крышке стакана. Пример установки термоэлектрического преобразователя ТХК-0063 на трубопроводе диаметром 25 мм приведен на рис. 7.3, *в*.

Способ № 4 считается оптимальным для монтажа приборов на вертикальных

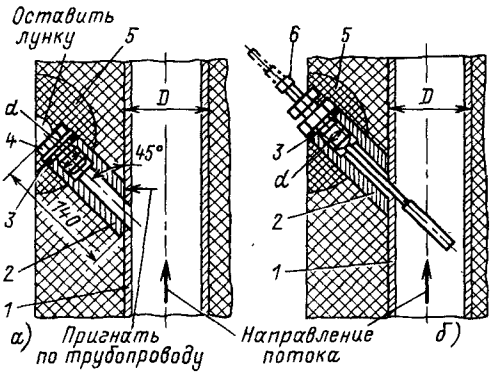


Рис. 7.4. Установка на вертикальном участке трубопровода диаметром свыше 76 мм скошенной бобышки (*а*) и термобаллона манометрического термометра ТДГ-П (*б*):

1 – трубопровод; *2* – бобышка; *3* – прокладка; *4* – пробка; *5* – легкоснимаемый слой изоляции; *6* – термобаллон

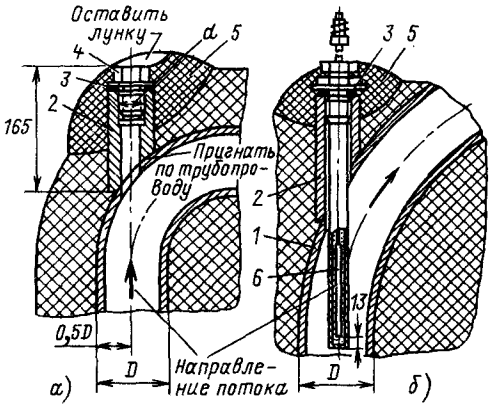


Рис. 7.5. Установка в колено трубопровода диаметром свыше 76 мм скошенной бобышки (*а*) и термобаллона манометрического термометра ТПЖ-4 (*б*):

1 – трубопровод; *2* – бобышка; *3* – прокладка; *4* – пробка; *5* – легкоснимаемый слой изоляции; *6* – термобаллон в защитной оправе

участках трубопроводов диаметром более 76 мм с использоваиием скошенных бобышек (рис. 7.4).

Способ № 5 часто используют для моитажа приборов в колено трубопровода. Этот способ может быть применеи только в том случае, когда диаметр технологического трубопровода более 76 мм. Для установки приборов используют скошенные бобышки (рис. 7.5, *а*), установлеиные таким образом, чтобы при монтаже рабочий коиец

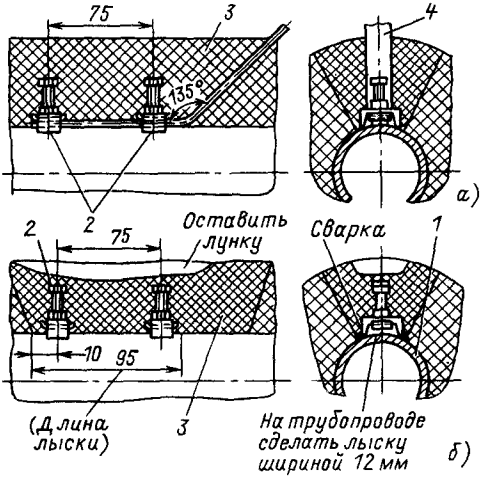


Рис. 7.6. Установка на трубопроводе поверхностного термопреобразователя ТХКП-XIII (*а*) и прижима на трубопроводе или металлической стенке (*б*):

1 – трубопровод; *2* – прижим; *3* – легкоснимаемый слой изоляции; *4* – поверхностный термопреобразователь

прибора совпадал в нижней его части с осью трубопровода (рис. 7.5, *б*).

Способ № 6. На рис. 7.6, *а* дан пример монтажа поверхностного термоэлектрического преобразователя ТХКП-XIII. Конструктивное исполнение закладной конструкции для его крепления приведено на рис. 7.6, *б*. Для обеспечения плотного прилегания термопреобразователя на трубопроводе необходимо сделать продольную лыску длиной 95 мм и шириной 12 мм.

Приведенные способы монтажа на технологических трубопроводах приборов для измерения температуры рассмотрены в общем виде. При выборе способа монтажа конкретного типа прибора необходимо учитывать специфические особеииости измерения, присущие тому или иному типу прибора, конструктивные особенности технологических трубопроводов и параметры протекающей по иим среды. Эти особенности в основном учтены большой номенклатурой типовых чертежей на установку приборов для измереиия температуры, которые разработаны ГПИ «Проектмонтажавтоматика».

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПРИБОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ

Термометры расширения. Применяют два способа установки термометров: с иепосред-

ственным соприкосновением чувствительного элемента с измеряемой средой или изолированно от измеряемой среды в защитной оправе. Первый способ создает благоприятные условия для теплопередачи, но не защищает термометр от механических повреждеиий и требует уплотнения мест ввода термометров в измеряемую среду. Второй способ увеличивает иидерционность термометра, но обеспечивает сохранность от повреждений. На практике, как правило, применяют второй способ. Для снижения теплового сопротивления, которое возникает при использовании защитных оправ, кольцевой зазор между термометром и внутренней стенкой оправы заполняют теплопроводящим материалом – машинным маслом (для термометров со шкалой + 200 °С), медными или стальными опилками (для термометров со шкалой до + 500 °С). Для уменьшения теплоотдачи во внешнюю среду целесообразио часть оправы, выступавшую за пределы измеряемой среды, выполнять по возможности короткой и теплоизолированной.

Промышленность выпускает оправы защитные для технологических стеклянных термометров по ГОСТ 3029–75 двух типов:

1) оправы с защитной трубкой с перфорацией для неагрессивных сред при условном давлении измеряемой среды, близком к атмосферному;

2) оправы с закрытой защитной трубкой для изоляции резервуара и погружаемой части термометра от соприкосновения с измеряемой средой при условном давлении среды P_y до 6,4 и 32,0 МПа.

Манометрические термометры. Термобаллон термометра должен быть полностью погружен в измеряемую среду. Положение термобаллона в измеряемой среде может быть любым (горизоитальное, вертикальное, наклонное) в зависимости от местных условий. Как и термометры расширения, термобаллон манометрического термометра в зависимости от давления измеряемой среды, а также ее химических свойств может быть смонтирован в защитной оправе. Для увеличения теплопроводности пространство между внутренней стенкой оправы и термобаллоном заполняют металлическими опилками или жидкостью с температурой кипения выше, чем верхний предел измерения термометра. Капилляр, соединяющий термобаллон манометрического термометра со вторичным прибором, должен прокладываться в местах с постоянной температурой. От горячих или холодных поверхностей капилляр должен быть изолирован воздушным зазором или теплоизоляциоиным материалом. При прокладке капилляра маиометрического термометра нельзя допускать резких перегибов, так как это может привести к закупорке внутреннего отверстия капилляра, имеющего диаметр 0,2 или 0,36 мм. Радиус изгиба капилляра при поворотах должен быть не менее 60 мм. По всей длине капилляр необходимо защищать от механических повреждений перфорированным уголком или металлорукавом.

Термопреобразователи сопротивления. Исполнение термопреобразователей должно соответствовать параметрам и свойствам измеряемой и окружающей среды. Рабочий конец погружаемой части термопреобразователя должен размещаться для платиновых преобразователей на 50–70 мм ниже оси измеряемого потока, для медных – на 25–30 мм.

При измерении температуры более 400 °С устанавливать термопреобразователь, как правило, следует вертикально. В случае необходимости установки термопреобразователя горизонтально при рабочей длине более 500 мм проектом должна быть предусмотрена закладная конструкция с дополнительной опорой в конце закладной трубы (см. табл. 7.1). При горизонтальном и наклоином монтаже штуцер для ввода проводов в головку термопреобразователя сопротивления, как правило, должен быть направлен вниз. Рабочая часть поверхностных термопреобразователей сопротивления должна плотно прилегать к измеряемой поверхности на всей площади. Перед установкой поверхностных термопреобразователей на металлической поверхности место соприкосновения должно быть зачищеио до металлического блеска.

Термоэлектрические преобразователи. Специальные требования, предъявляемые к монтажу термопреобразователей сопротивления, полностью распространяются на монтаж термопреобразователей. В отличие от термопреобразователей сопротивления рабочий конец термоэлектрического преобразователя должен выступать за ось потока на 5–10 мм.

Характерные ошибки при монтаже приборов на технологических трубопроводах и оборудовании. Наиболее часто допускают ошибки, связанные с неправильным выбором места установки или несоблюдением требуемой глубины их погружения. Причиной этого являются: ошибки при выборе длины моитажной части датчиков; отступление монтажных оргаиизаций от требоваиий чертежей закладных конструкций в части строгого соблюдения нужной длиины бобышек при их врезке в трубопроводы и оборудова-

ние; установка датчиков в непосредственной близости от запорных или регулирующих органов, вызванная либо неправильными указаниями проектных организаций, либо отступлениями монтажных организаций от требований монтажных чертежей; замена предусмотренных проектами приборов на другие типы без согласования с проектными организациями.

При отсутствии указаний в монтажных чертежах о месте установки приборов выполнять монтаж следует только после получения необходимых рекомендаций от проектных организаций. Кроме того, перед установкой на трубопроводах и оборудовании необходимо тщательно проверить соответствие техническим характеристикам, указанным на эти приборы в заказных спецификациях.

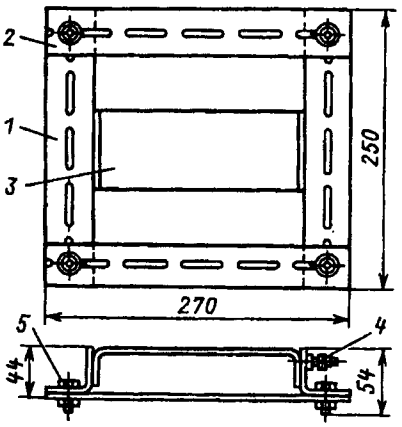


Рис. 7.7. Рама для установки на стене:
1 – перфорированный уголок; *2* – перфорированная полоса; *3* – скоба; *4* – болт для заземления; *5* – детали крепления

7.4. МОНТАЖ ПРИБОРОВ НА СТЕНЕ

Приборы для измерения температуры, устанавливаемые на стенах в помещениях, в основном являются приборами камерного типа. Относительно слабая циркуляция воздуха в помещении не допускает установку таких приборов не только в нишах, где вообще отсутствует циркуляция воздуха, но и непосредственно на стене. Расстояние прибора от стены должно быть не менее 50–70 мм.

Очень важно правильно определить место установки датчиков или чувствительных элементов приборов в помещении. Датчик должен устанавливаться в месте с наиболее характерной для данного помещения температурой и недоступном для прямого воздействия на него каких-либо источников тепловой энергии.

Конструкции корпусов приборов и их присоединительные размеры весьма разнообразны, и это не позволяет выполнить широкую унификацию конструкций для их установки. Однако для наиболее распространенных групп приборов разработан и широко применяется в практике монтажных организаций ряд типовых конструкций, выполненных в виде рам и кронштейнов. Принципиально эти типовые рамы и кронштейны друг от друга не отличаются.

В зависимости от присоединительных размеров приборов рамы и кронштейны отличаются габаритами и конструктивным исполнением отдельных деталей. Рассмотрим две наиболее характерные типовые конструкции: рамы для установки большой группы манометрических термометров (ТПГ, ТПЖ, ТПП) и получивших широкое распространение полупроводниковых приборов серии ПТР и кронштейна для установки таких датчиков и приборов, как ТСМ-010, ТСМ-020, ТСМ-100, ТСМ-200, ДТКБ, ТР, ПТР и т. д.

Типовая конструкция рамы приведена на рис. 7.7. Рама собрана из перфорированных изделий: уголка и перфополосы. Их применение дает возможность, несмотря на разные присоединительные размеры, устанавливать на раме большую группу приборов за счет изменения положения полосы на раме и использования самой перфорации.

Крепление рамы к кирпичной (бетонной) стене производится пристрелкой дюбелями из строительно-монтажного пистолета. Для этой цели рама имеет скобу. К металлической стене или конструкции раму за скобу крепят сваркой. Пример установки на раме манометрического показывающего термометра ТПГ-4 дан на рис. 7.8. Для установки

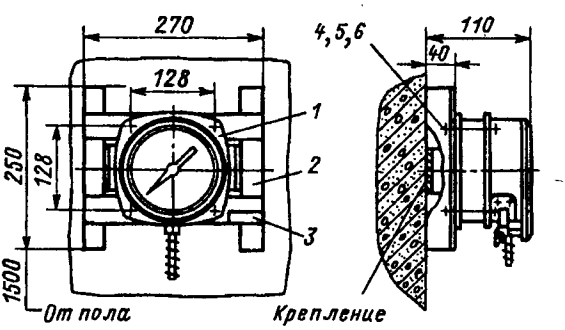


Рис. 7.8. Установка на раме манометрического термометра ТПГ-4:
1 – термометр; *2* – рама; *3* – рамка для надписи; *4–6* – детали крепления

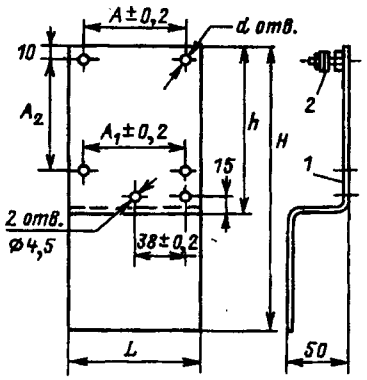


Рис. 7.9. Кронштейн для установки на стене:
1 – кронштейн; *2* – болт для заземления

термометра изменено расположение верхней и нижней перфорированных полос соответственно по размерам (см. рис. 7.7 и 7.8).

Типовая конструкция кронштейна (рис. 7.9) показана в общем виде. Весьма разнообразные присоединительные размеры и габариты приборов не позволяют иметь постоянные оптимальные размеры как самого кронштейна, так и расположения отверстий в нем. Для экономии металла габариты кронштейна (*L* и *H*) определяются размерами корпуса конкретного прибора, а расположение отверстий и их диаметр *d* – его присоединительными размерами. В связи с этим кронштейн имеет десять исполнений. Это не следует рассматривать как недостаток конструкции. Наличие такого типового чертежа на монтажно-заготовительных участках и указание проектной организацией номера исполнения позволяет легко и

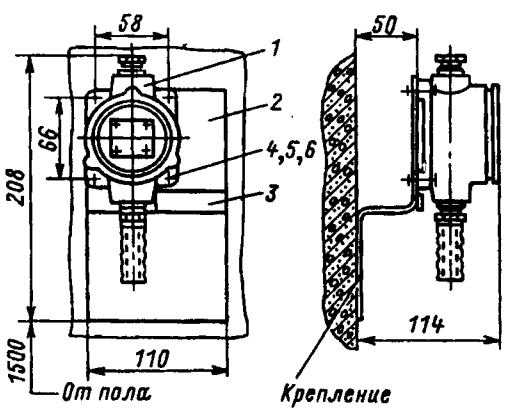


Рис. 7.10. Установка термопреобразователя сопротивления ТСМ-010 на кронштейне:
1 – термопреобразователь сопротивления; *2* – рама; *3* – рамка для надписи; *4–6* – детали крепления

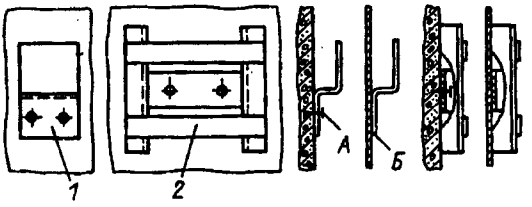


Рис. 7.11. Крепление рам и кронштейнов на бетонной или кирпичной стене, на металлической конструкции:
1 – кронштейн; *2* – рама; *А* – крепление по МСН 202–69/ММСС СССР; *Б* – сварка электродом 342, ГОСТ 9467–75

быстро подготовить кронштейн для конкретного типа прибора.

На рис. 7.10 показана установка термопреобразователя сопротивления ТСМ-010 на кронштейне. Крепление кронштейна производится аналогично креплению рамы (рис. 7.11).

Характерные ошибки при монтаже приборов на стенах помещений: неправильный выбор места их установки, что, как правило, вызвано несоблюдением при установке прибора необходимых расстояний от стены до пола; закрывание приборов различными декоративными элементами, что значительно увеличивает погрешность измерения; установка приборов в местах, подверженных солнечной радиации или воздействию от посторонних источников теплоты.

7.5. МОНТАЖ ПРИБОРОВ НА ЩИТАХ И ПУЛЬТАХ

При размещении приборов для измерения температуры на щитах и пультах учитывают удобство обслуживания, конструктивные особенности щитов, пультов и самих приборов, а также требования техники безопасности. Например, должны строго соблюдаться минимально допустимые расстояния между корпусами приборов, позволяющие обеспечить свободное открывание крышек приборов и присоединение электрических линий связи с первичными преобразователями. При размещении внутри щитов и пультов установочных изделий и конструкций, пакетов (жгутов) проводов, устройств для крепления кабелей и т. п. необходимо учитывать габариты выступающих внутрь приборов и аппаратов, установленных на лицевой панели щита или пульта. Для установки приборов на лицевой панели щита или пульта вырезают отверстия, соответствующие конфигурации корпусов приборов. Размеры вырезов под приборы на лицевых

панелях щитов и пультов показывают, как правило, на чертежах общих видов щитов и пультов, ограничиваясь указанием только размеров между осями приборов по вертикали и горизонтали. На заводах – изготовителях щитов и пультов и производственных базах монтажных организаций вырезы под приборы на лицевых панелях щитов и пультов выполняют на основании чертежей типовых конструкций, которые учитывают все конструктивные особенности корпусов вторичных приборов для измерения температуры.

Размещение приборов. При размещении приборов широко используют конструктивные нормы, учитывающие необходимые расстояния между приборами. В этих нормалях даны минимальные расстояния между корпусами приборов, а также от приборов до боковых стенок щита или пульта. Приборы в нормалях объединяют по исполнению в укрупненные группы. В табл. 7.3 приведены допустимые расстояния между приборами и боковыми стенками щита трех групп приборов.

К группе 1 отнесены показывающие самопишущие и регулирующие мосты МСМ2, МСМР2, МС1, МСР1, ЭВМ2; показывающие самопишущие и саморегулирующие потенциометры ПМС2, ПСМР2, ПС1, ПСР1, ЭПВ2; вторичные приборы ДСМ2, ДСМР2, ДС1, ДСР1, ЭПВ2.

К группе 2 отнесены мосты КПМ1, КСМ-1, МП4, МПР4, КСМ-2, КСМ-3; потенциометры КПП1, КСП1, ПП4, ППР4, КСП-2, КСП-3; вторичные приборы КПУ1, КСУ1, ДП4, ДПР4, КСД-2, КСД-3.

К группе 3 отнесены электронные регуляторы РПИБ, корректирующие приборы КПИ, дифференциаторы ДЛ-Т, ДЛ-П.

Таблица 7.3. **Допустимые расстояния между корпусами приборов, устанавливаемых на лицевой стороне щитов**

Группа прибора	Допустимые расстояния между корпусами приборов для группы приборов			Допустимые расстояния от приборов до боковых стенок щитов, мм
	1	2	3	
1	80 70 **1** 70 80	80 60 **1** 60 60	80 50 **1** 50 50	– 100 **1** 100 –
2	80 60 **2** 60 60	50 70 **2** 70 50	40 50 **2** 50 40	– 100 **2** 100 –
3	40 50 **3** 50 50	40 50 **3** 50 40	40 40 **3** 40 40	– 100 **3** 100 –

В середине каждой клетки табл. 7.3 условно жирным шрифтом показано обозначение группы прибора. С четырех сторон даны расстояния в миллиметрах до корпусов соседних приборов; эти же цифры показывают допустимые расстояния до боковых стенок щита.

Электрические проводки в щитах и пультах выполняют открытыми пакетами (жгутами) или в закрытых коробах, например полихлорвиниловых, металлических. Не разрешается объединять в общие пакеты или прокладывать в одном коробе цепи питания, управления и сигнализации с измерительными цепями прибора. Совместная прокладка цепей различного назначения приводит к возникновению в измерительных цепях электрических помех, которые в значительной степени искажают результаты измерения. Прокладку таких цепей производят в соответствии с указаниями заводов – изготовителей приборов. Во всех случаях, когда указания заводов отсутствуют, измерительные цепи должны прокладываться по щиту (пульту) отдельно.

Электрические проводки измерительных цепей в щитах и пультах выполняют изолированными медными проводами. Монтаж проводок к приборам, установленным на неподвижных частях щитов и пультов, выполняют проводами марки ПВ, а монтаж проводок к приборам, установленным на подвижных элементах (дверях, поворотных рамах и т. п.) или имеющим разъемные (штепсельные) соединения, – гибкими проводами марок ПГВ и ПМВГ. В технически обоснованных случаях допускается применение проводов других марок.

7.6. МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Электропроводки для соединения первичных преобразователей температуры со вторичными приборами в системах измерения температуры выполняют контрольными кабелями, установочными и термоэлектродными проводами. В цепях, связывающих термопреобразователи сопротивления со вторичными приборами, применяют кабели и установочные провода с медными жилами, в цепях термоэлектрических преобразователей – кабели с медными жилами и термоэлектродные провода с жилами из специальных сплавов.

Электропроводки к контактным устройствам сигнализаторов температуры выполняют контрольными кабелями и установочными проводами как с медными, так

и с алюминиевыми жилами в зависимости от специальных требований, предъявляемых к системам автоматизации (взрывоопасность, пожароопасность и т. д.).

Сечение жил проводов и кабелей в цепях измерения температуры выбирают, исходя из требований, предъявляемых к их электрическому сопротивлению и механической прочности. На практике установочные провода и кабели в цепях измерения температуры, как правило, имеют сечения жил, лежащие в диапазоне 0,75 – 2,5 мм^2, которые определяются значением сопротивления внешней линии связи, указанным на шкале прибора.

Линии связи термопреобразователь сопротивления – вторичный прибор. В условиях конкретной измерительной системы вторичный прибор часто располагается на значительном расстоянии от термопреобразователя сопротивления, что вынуждает вводить длинные линии связи. Сопротивление линии связи меняется при колебании температуры окружающей среды. Для ограничения влияния нестабильности сопротивления линии связи на результаты измерения температуры применяют:

а) приведение к определенному номиналу сопротивления линии связи при помощи подгоночных катушек из манганина, которые входят в комплект прибора или коммутационного зажима;

б) включение термопреобразователя сопротивления в измерительную схему с помощью трехпроводной линии связи.

Для вторичного прибора сопротивление (5 или 15 Ом) линии связи, при котором он градуирован, указано на его шкале. Это всегда следует иметь в виду при определении длины и сечения проводников линии связи.

Термопреобразователь температуры соединяют со вторичными приборами по двухпроводной или трехпроводной схеме. Двухпроводную схему (рис. 7.12, *а*) применяют при постоянной температуре в местах прокладки линии связи. Питающий провод (минус) подключают к началу линии связи, как правило, к коммутационному зажиму, на котором установлена подгоночная катушка.

Трехпроводную схему (рис. 7.12, *б*) применяют, если температура в местах прокладки линии связи изменяется, например в наружных установках. В этом случае питающий провод (минус) подключают непосредственно к зажиму в головке *ТС*, а провода, соединяющие термопреобразователь с *ЛМ*, оказываются включенными в смежные плечи моста. При этом одновременное и равное изменение сопротивления линии

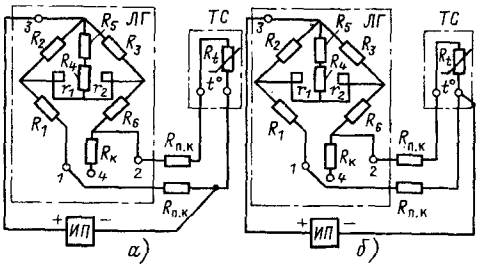


Рис. 7.12. Двухпроводная (*а*) и трехпроводная (*б*) схемы присоединения термопреобразователей сопротивления:

ЛГ – логометр; ТС – термопреобразователь сопротивления; *ИП* – источник питания; $R_к$ – контрольный резистор; r_1, r_2 – сопротивления рамок; $R_{п.к}$ – подгоночные катушки

связи на равновесие моста, а следовательно, на показания *ЛГ* не влияет.

При трехпроводной схеме сопротивление каждого из проводов, соединяющих термопреобразователь с логометром, вместе со своей подгоночной катушкой должно быть равно половине сопротивления линии, указанного на шкале прибора, т. е. 2,5 или 7,5 Ом.

Линии связи преобразователь электрический – вторичный прибор. Для этой линии связи (рис. 7.13, *а*) значение сопротивления внешней цепи также оказывает большое влияние на результат измерения температуры. Сопротивление внешней цепи пирометрического милливольтметра складывается из сопротивления термопреобразователя 5 (рис. 7.13, *б*), сопротивления термоэлектродных проводов *6* и сопротивления термоэлек-

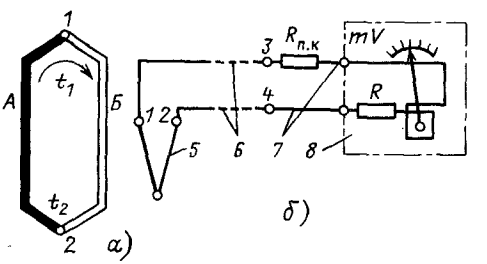


Рис. 7.13. Термоэлектрическая цепь (*а*) и схема включения термоэлектродных проводов (*б*):

А и *Б* – проводники из разных металлов или сплавов; *1* – рабочий конец термопреобразователя; *2* – свободный конец термопреобразователя; *3*, *4* – выводы; *5* – термопреобразователь; *6* – термоэлектродные провода; *7* – медный провод; *8* – измерительный прибор

тродных проводов *7*, а также сопротивления $R_{п.к}$ подгоночной катушки. Подгоночную катушку $R_{п.к}$ из манганиновой проволоки включают в один из подводящих проводов, чтобы подогнать общее значение внешнего сопротивления $R_{вн}$ до значения, при котором был градуирован милливольтметр. Пирометрические милливольтметры градуируют обычно при $R_{вн}$, равном 5, 15 или 25 Ом, что позволяет выбрать соответствующий прибор при различной длине соединительных линий.

На рис. 7.13, *б* показана схема соединения термопреобразователя с милливольтметром, когда на всем протяжении линии связи используются термоэлектродные провода. Как уже ранее было отмечено, этот способ имеет существенный недостаток, так как периодически вручную необходимо проводить коррекцию показаний милливольтметра, а также на всем протяжении линии связи используются дорогостоящие термоэлектродные провода. При применении мостовой электрической схемы для автоматического введения поправки на температуру холодных спаев термоэлектронные провода прокладывают только до компенсационной коробки, а от нее до измерительного прибора *8* можно прокладывать обычные провода с медными жилами.

Рассмотрим схему (рис. 7.14) включения компенсационной коробки в цепь измерения более подробно. Термопреобразователь *1* включен последовательно с неуравновешенным мостом, три плеча которого (R_1, R_2 и R_3) выполнены из манганина, а четвертое плечо R_4 – медное. Схема питается от источника стабилизированного тока. Добавочное сопротивление $R_д$ служит для подгонки подаваемого на мост напряжения до нужного значения. При постоянном напряжении источника питания изменение сопротивления можно настраивать на мост для работы с термопреобразователями различных градуировок. Конструктивно неуравновешенный мост устроен в виде компенсационной коробки. В настоящее время промышленность выпускает коробки КТ-54 различных модификаций, которые отличаются друг от друга значением добавочного сопротивления $R_д$.

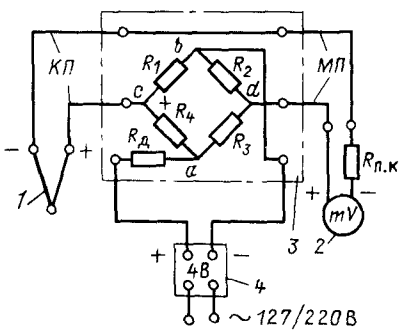


Рис. 7.14. Схема включения компенсационной коробки в цепь измерения температуры:
1 – термопреобразователь; *2* – милливольтметр; *3* – компенсационная коробка; *4* – источник питания

При градуировочной температуре холодного конца мост находится в равновесии, следовательно, разность потенциалов между точками *c* и *d* равна нулю. С изменением температуры холодного спая изменяется значение сопротивления R_4, так как оно выполнено из меди, вследствие чего нарушается равновесие моста и на его вершинах *c* и *d* возникает разность потенциалов, равная по значению и противоположная по знаку изменению термо-ЭДС, вызванному отклонением температуры ее холодного спая от градуировочной, благодаря чему и осуществляется автоматическая компенсация.

Рассмотрим это немного подробнее. Пусть, например, температура холодного спая повысилась. Значит, разность температур горячего и холодного спаев понизилась и без компенсационной коробки прибор показал бы пониженную температуру. С помощью же компенсации показания прибора соответственно увеличились. Если же температура холодного спая понизилась бы, то прибор без компенсации показал бы температуру более высокую. С помощью компенсации показания прибора соответственно уменьшаются.

Многоточечные схемы измерения. Для экономии числа используемых приборов широкое применение находят многоточечные схемы измерения температуры. В качестве примера на рис. 7.15 приведена трехточечная схема измерения температуры с термометрами сопротивления R_{t1}, R_{t2} и R_{t3} и логометром *ЛГ* с источником питания *СВ-4*. В таких схемах для переключения цепей используются переключатели *П*. Сопротивление R_0 служит для проверки контрольной точки прибора.

Совместная прокладка линий связи различного назначения. Важным фактором, определяющим способ и условия прокладки линий связи систем измерения вообще и температуры в частности, является условие возможности совместной прокладки линий связи различного назначения. На промышленных предприятиях линии связи и сами приборы постоянно подвергаются воздей-

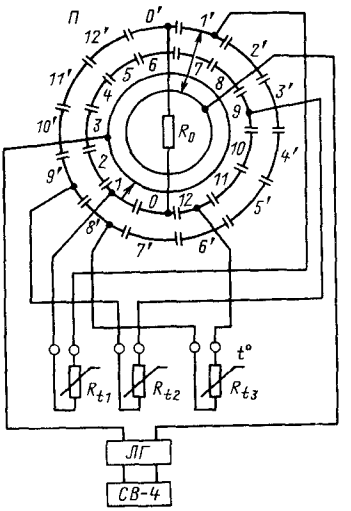


Рис. 7.15. Схема измерения температуры в нескольких точках одним логометром с помощью многоточечного переключателя

ствию мощных источников электрических помех, в результате чего в измерительных системах возникают дополнительные погрешности и различные нарушения в работе. Особенно сильно это проявляется при совместной прокладке силовых и измерительных цепей. Поэтому для исключения электрических влияний силовых цепей на измерительные необходимо пространственное разделение на всем протяжении, в особенности когда их линии связи параллельны. Минимальное расстояние между силовой и измерительными линиями зависит от электрических параметров силовой линии.

Например, при напряжении силовой линии 125 В и токе 10 А минимальное расстояние между силовой и измерительными линиями составляет 30 см. При больших значениях напряжения и тока это расстояние увеличивается. Совместная прокладка в одном кабеле или пучке проводов силовых и измерительных цепей не допускается. При пересечении силовых и измерительных линий связи, если расстояние между ними менее 30 см, пересечение должно выполняться под прямым углом. Возможность совместных прокладок в одной трубе, канале короба, пучке проводов на лотке или в кабеле измерительных цепей различного назначения определяется на основании указаний заводов-изготовителей измерительных средств или специальных исследований.

Совместная прокладка в одной трубе, коробе или кабеле разрешается без ограничения только для измерительных цепей от термопреобразователей и (или) преобразователей сопротивления к логометрам, милливольтметрам, автоматическим электронным потенциометрам, уравновешенным мостам и регулирующим приборам. Число прокладываемых измерительных цепей также не ограничивается.

РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ

МОНТАЖ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И РАЗРЕЖЕНИЯ

8.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Приборы, измеряющие давление и разрежение, разделяются на следующие основные группы: манометры, измеряющие избыточное давление (газа, пара, жидкости) более атмосферного; вакуумметры, измеряющие давление менее атмосферного; мановакуумметры, измеряющие давление менее атмосферного и избыточное; тягомеры, напоромеры и тягонапоромеры, измеряющие небольшие разрежения и давления; дифференциальные манометры, измеряющие перепад или разность давлений.

По назначению приборы измерения давления и разрежения разделяются на рабочие, контрольные и образцовые. Ниже рассматриваются рабочие приборы, требующие монтажа, кроме дифференциальных манометров (дифманометров), которые чаще используются для измерения расхода. Их монтаж рассматривается в разд. 9. Приборы специального назначения здесь не рассматриваются.

По виду чувствительного элемента рассматриваемые в настоящем разделе приборы измерения давления и разрежения разделяются на: жидкостные, в которых измеряемое давление или разрежение уравновешивается высотой столба жидкости; мембран-

ные, в которых измеряемое давление или разрежение уравновешивается силой упругой деформации мембраны; пружинные и сильфонные, в которых измеряемое давление или разрежение уравновешивается упругой деформацией пружины или сильфона; тензопреобразовательные, в которых измеряемый параметр деформирует пластину монокристаллического сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами, что в свою очередь изменяет электрическое сопротивление последних.

По исполнению приборы давления и разрежения делятся на: шкальные – показывающие, самопишущие и бесшкальные – сигнализирующие и преобразующие.

Сигнализирующие приборы, в состав которых входят реле, принято называть датчиками-реле давления (напора, тяги).

Приборы, преобразующие давление (разрежение) в выходной сигнал, называют преобразователями измерительными либо просто преобразователями давления.

В зависимости от выходного сигнала преобразователи делятся на электрические и пневматические.

В настоящем разделе рассматривается монтаж приборов измерения давления и разрежения.

Шкальные приборы давления могут устанавливаться на щитах и по месту. Определение «по месту» для приборов измерения давления и разрежения имеет несколько значений: на строительных основаниях помещений (на полу или стене) и непосредственно на технологических трубопроводах и оборудовании (аппаратах).

Бесшкальные приборы и датчики-реле давления (напора, тяги) устанавливаются, как правило, по месту.

8.2. ПРУЖИННЫЕ И СИЛЬФОННЫЕ ПРИБОРЫ

Наиболее широко применяемые типы пружинных и сильфонных приборов для измерения давления и вакуума монтируются по типовым схемам в соответствии с данными, приведенными в табл. 8.1 – 8.6. Типовые монтажные чертежи предусматривают варианты установки приборов как на панелях, так на кронштейнах и стойках.

Таблица 8.1. **Схема установки на щитах манометров, вакуумметров и мановакуумметров общего назначения показывающих**

Обозначение типового монтажного чертежа	Тип, модель прибора	Резьба штуцера	Расположение	
			борта	присоединительного штуцера
ТМ4-710-79	ОБМ1-100, ОБВ1-100, ОБМВ1-100, МПЗ-У, ВПЗ-У, МВПЗ-У	М20 × 1,5	–	Радиальное
ТМ4-712-79	МОШ1-100, МВОШ1-100, ВОШ1-100, МПЗ-У, ВПЗ-У, МВПЗ-У	М20 × 1,5	Переднее	Осевое
ТМ4-711-79	ОБМ1-100б, ОБМВ1-100б, ОБВ1-100б, МПЗ-У, ВПЗ-У, МВПЗ-У	М20 × 1,5	Заднее	Радиальное
ТМ4-711-79	ОБМ1-160б, ОБМВ1-160б, ОБВ1-160б, МП4-У, ВП4-У, МВП4-У	М20 × 1,5	»	»
ТМ4-713-79	ОБМ1-160, ОБМВ1-160, ОБВ1-160, МП4-У, ВП4-У, МВП4-У	М20 × 1,5	–	»
ТМ4-714-79	МОШ1-160, МВОШ1-160, ВОШ-160, МП4-У, ВП4-У, МВП4-У	М20 × 1,5	Переднее	Осевое

Таблица 8.2. **Схема установки на щитах манометров технических показывающих**

Обозначение типового монтажного чертежа	Тип, модель прибора	Резьба штуцера	Расположение	
			борта	присоединительного штуцера
ТМ4-705-79	МТ-2	М12 × 1,5	Заднее	Радиальное
ТМ4-706-79	МТ-3	М12 × 1,5	Переднее	Осевое
ТМ4-708-79	МП-3	М20 × 1,5	Заднее	Радиальное
ТМ4-709-79	МДФ1-100	М20 × 1,5	»	»

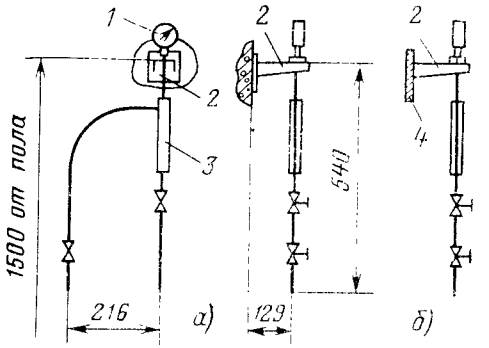


Рис. 8.1. Установка и обвязка манометров общего назначения, технических и электроконтактных по месту:

а – на кирпичной стене; *б* – на металлической стене; *1* – прибор; *2* – кронштейн; *3* – обвязка; *4* – металлическая стена или статив

Таблица 8.3. **Схема установки на щитах электроконтактных манометров, вакуумметров и мановакуумметров**

Обозначение типового монтажного чертежа	Тип, модель прибора	Резьба штуцера
ТМ4-716-79	ЭКМ-1У, ЭКМ-2У, ЭКВ-1У, ЭКМВ-1У	М20 × 1,5
ТМ4-717-79	ВЭ-16Рб	М20 × 1,5

Таблица 8.4. **Схема установки на щитах самопишущих манометров, вакуумметров и мановакуумметров**

Обозначение типового монтажного чертежа	Тип, модель прибора	Резьба штуцера	Число одновременно записываемых значений давлений	Привод диска диаграммы
ТМ4-698-79	МТС-712, ВТС-712, МВТС-712	М20 × 1,5	1	Часовой механизм
ТМ4-698-79	МТС-711, ВТС-711, МВТС-711	М20 × 1,5	1	Электрический
ТМ4-698-79	МТ2С-712, ВТ2С-712, МВТ2С-712	М20 × 1,5	2	Часовой механизм
ТМ4-698-79	МТ2С-711, ВТ2С-711, МТ2С-711	М20 × 1,5	2	Электрический
ТМ4-698-79	МТ-711р, ВТ-711р, МВТ-711р	М20 × 1,5	2	Электрический

Таблица 8.5. **Схема установки пружинных и сильфонных манометров на полу или стене**

Обозначение типового монтажного чертежа	Обозначение трубной обвязки	Обозначение кронштейна (КП), стойки (СП), подставки (ППК)	Тип прибора	Эскиз установки	Условия монтажа: прибора	Условия монтажа: импульсных труб
ТМ4-106-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	КП-3 по ТК4-467-81	ОБМ100, МТ-100, ЭКМ-1У, ЭКМ-2У	Рис. 8.1	На стене	Подвод импульсных труб снизу
ТМ4-319-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	СП-18 по ТК4-3544-81	ВЭ-16Рб	Рис. 8.2, *а*	На полу	То же
ТМ4-104-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	КП-4 по ТК4-3507-81	ВЭ-16Рб	Рис. 8.2, *б*	На стене	» »
ТМ4-98-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	КП-1 по ТК4-3411-81	МТ2С-711, ВТ2С-711, МВТ2С-711, МТ2С-712, ВТ2С-712, МВТ2С-712	Рис. 8.3	То же	» »
ТМ4-380-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	СП-2 по ТК4-550-83 ППК-1 по ТК4-3512-83	МТ-711р, ВТ-711р, МВТ-711р	Рис. 8.4, *а*	На полу	Подвод импульсных труб сверху
ТМ4-380-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	КП-59 по ТК4-3421-83	МТ-711р, ВТ-711р, МВТ-711р	Рис. 8.4, *б*	На стене	То же

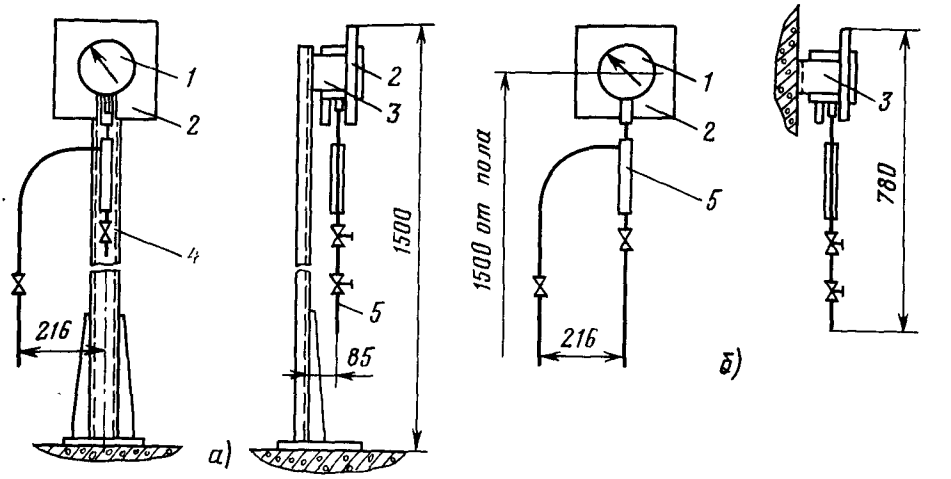


Рис. 8.2. Установка манометров электроконтактных ВЭ-16Рб на полу (*а*) или стене (*б*):
1 – корпус прибора; *2* – обечайка; *3* – кронштейн; *4* – стойка; *5* – обвязка в соответствии с табл. 8.5

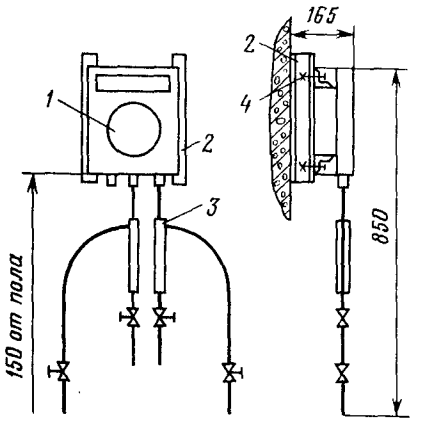


Рис. 8.3. Установка самопишущего двухзаписного прибора давления на стене:
1 – прибор; *2* – кронштейн; *3* – обвязка в соответствии с табл. 8.5; *4* – детали крепления

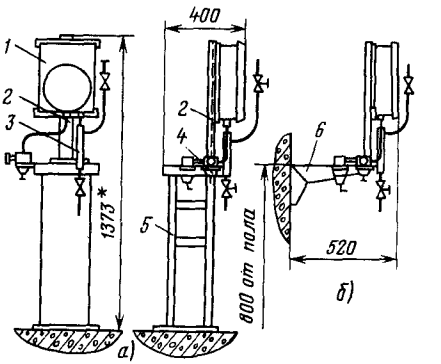


Рис. 8.4. Установка самопишущего регулирующего прибора с пневмосигналом по ТК4-380-83:
а – на полу; *б* – на стене; *1* – прибор; *2* – подставка; *3* – обвязка; *4* – стабилизатор давления воздуха; *5* – стойка; *6* – кронштейн

Наряду с одиночными установками преобразователи давления могут устанавливаться группами – на стативе. Тогда стойки заменяются стативом и подставки устанавливаются на соответствующие поверхности статива. Пример групповой установки преобразователей давления с манометрами и дифманометрами приведен в разд. 9.

Трубные обвязки для приборов измерения давления представлены на рис. 8.10.

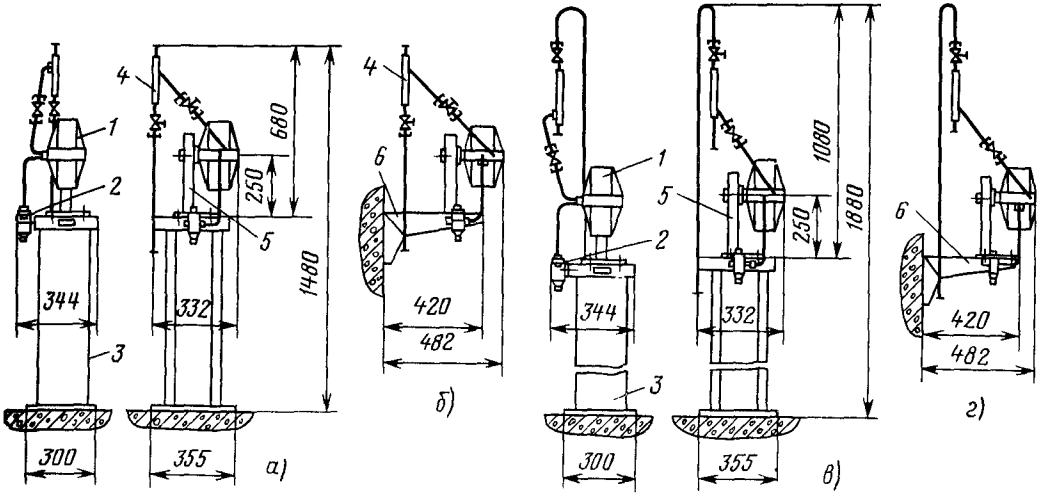


Рис. 8.5. Схема установки и обвязки преобразователей давления серий МС, МП, МВС, МАС, НС, ТС, ВС, ТНС, МВС на полу и стене:

а – серий МС, МП, МВС и МАС на полу; *б* – серий МС, МП, МВС на стене; *в* – серий ВС, МВС, НС и ТС на полу; *г* – серий ТС, ВС, ТНС и МВС, НС на стене; *1* – преобразователь; *2* – стабилизатор давления воздуха; *3* – стойка; *4* – обвязка; *5* – подставка; *6* – кронштейн

Таблица 8.6. **Схема установки пружинных и сильфонных преобразователей давления**

Обозначение типового монтажного чертежа					Тип прибора	Эскиз установки	Условия монтажа	
установки	стойки	кронштейна	подставки	обвязки			прибора	импульсных труб
ТМ4-360-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-108 по ТК4-3552-83	МС-П1, МС-П2, МП-П2, МП-П3, МВС-П1, МВС-П2, МАС-П1, МАС-П2, МАС-П3, МС-П12, МС-П13, МС-П15, МС-П17, МС-П18	Рис. 8.5, *а*	На полу	Подвод импульсных труб сверху
ТМ4-360-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-108 по ТК4-3552-83	НС-П1, НС-П2, НС-П3, ТС-П2	Рис. 8.5, *б*	На стене	То же
ТМ4-361-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83	ТС-П3, ВС-П1, ТНС-П2, ТНС-П3, МВС-П1, МВС-П2	Рис. 8.5, *в*	На полу	Подвод импульсных труб снизу
ТМ4-361-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83		Рис. 8.5, *г*	На стене	То же

Продолжение табл. 8.6

Обозначение типового монтажного чертежа					Тип прибора	Эскиз установки	Условия монтажа	
установки	стойки	кронштейна	подставки	обвязки			прибора	импульсных труб
ТМ4-367-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83	13ДИ30, 13ДИ13, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДА30, 13ДА13 моделей 739 и 749	Рис. 8.6, *а*	На полу	Подвод импульсных труб сверху
ТМ4-367-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83		Рис. 8.6, *б*	На стене	То же
ТК4-368-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83		Рис. 8.6, *в*	На полу	Подвод импульсных труб снизу
ТМ4-368-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83		Рис. 8.6, *г*	На стене	То же
ТМ4-369-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83	13ДИ14, 13ДИ40 модели 752	Рис. 8.7, *а*	На полу	Подвод импульсных труб сверху
ТМ4-369-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83		Рис. 8.7, *б*	На стене	То же
ТМ4-370-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83		Рис. 8.7, *в*	На полу	Подвод импульсиых труб снизу
ТМ4-370-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-107 по ТК4-3551-83	13ДИ14, 13ДИ40 модели 752	Рис. 8.7, *г*	На стене	То же
ТМ4-371-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-108 по ТК4-3552-83	13ДИВ10, 13ДИ10 модели 745	Рис. 8.8, *а*	На полу	Подвод импульсных труб сверху
ТМ4-371-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	ГСП по ТК4-3240-83	ОП-108 по ТК4-3552-83		Рис. 8.8, *б*	На стене	То же
ТМ4-378-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	–	ОП-104 по ТК4-3550-83	МПЭ-МИ	Рис. 8.9, *а*	На полу	» »
ТМ4-378-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	–	ОП-104 по ТК4-3550-83		Рис. 8.9, *б*	На стене	» »
ТМ4-379-83	СП-1 по ТК4-550-83	–	–	ОП-101 по ТК4-3548-83		Рис. 8.9, *в*	На полу	Подвод импульсных труб снизу
ТМ4-379-83	–	КП-58 по ТК4-3421-83	–	ОП-101 по ТК4-3548-83		Рис. 8.9, *г*	На стене	То же

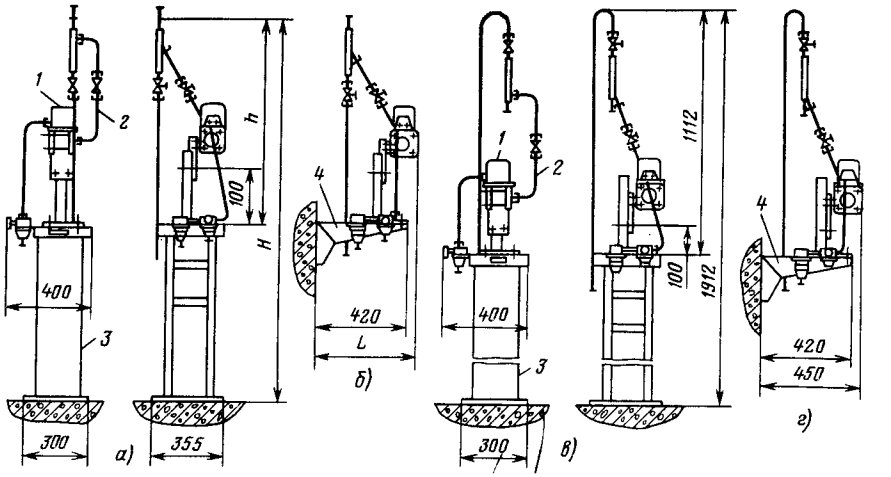


Рис. 8.6. Схема установки и обвязки преобразователей давления 13ДИ30, 13ДИ13, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДА30 и 13ДА13:

а – моделей 743, 733, 741, 743 на полу с подводом импульсных труб сверху; *б* – то же на стене с подводом импульсных труб сверху; *в* – моделей 739 и 749 на полу с подводом импульсных труб снизу; *г* – то же на стене с подводом импульсных труб снизу; *1* – прибор; *2* – обвязка; *3* – стойка; *4* – кронштейн

Тип	Модель	*H*	*h*	*L*	Тип	Модель	*H*	*h*	*L*
13ДИ10	743				13ДИ10	743			
13ДИВ10	743	1510	710	452	13ДИВ10	743	1510	710	452
13ДА10	733				13ДА10	733			
13ДИ10	741				13ДИ10	741			
13ДИВ10	741				13ДИВ10	741			
13ДИ30	741				13ДИ30	749			
13ДИ13	749	1475	675	415	13ДИ13	749	1475	675	415
13ДИВ30	749				13ДИВ30	749			
13ДИВ13	749				13ДИВ13	749			
13ДА10	731				13ДА30	739			
13ДА30	731				13ДА13	739			
13ДА13	739				13ДА10	731			

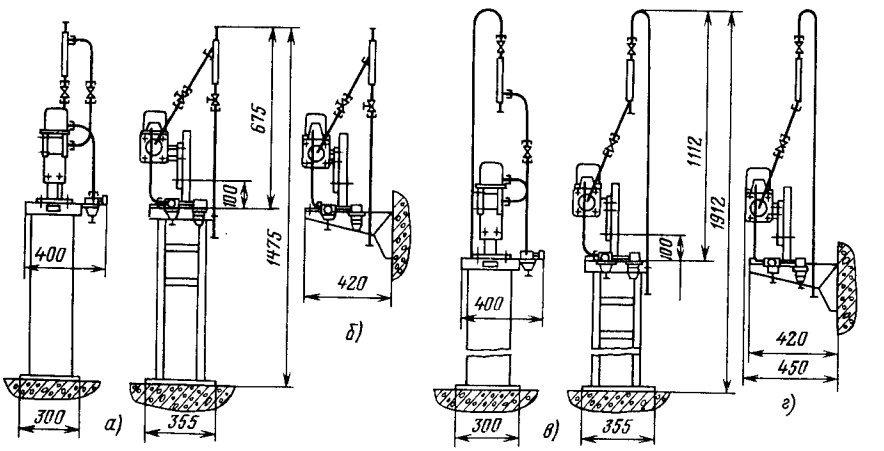


Рис. 8.7. Схема установки и обвязки преобразователей давления 13ДИ14, 13ДИ40 модели 752:

а – на полу с подводом импульсных труб сверху; *б* – на стене с подводом импульсных труб сверху; *в* – на полу с подводом импульсных труб снизу; *г* – на стене с подводом импульсных труб снизу

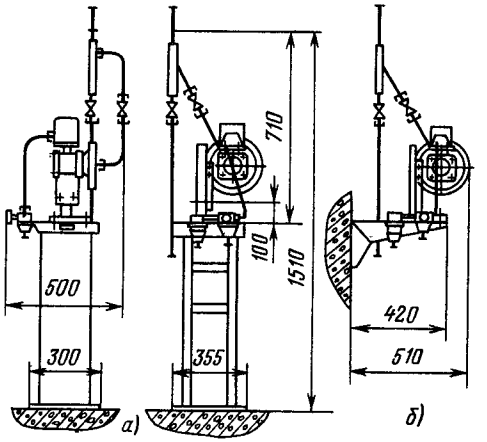


Рис. 8.8. Схема установки и обвязки преобразователей давления 13ДИВ10, 13ДИ10 модели 745:

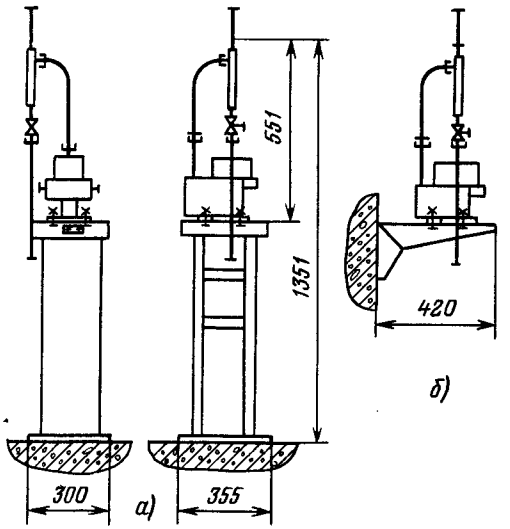
а – иа полу; *б* – на стене

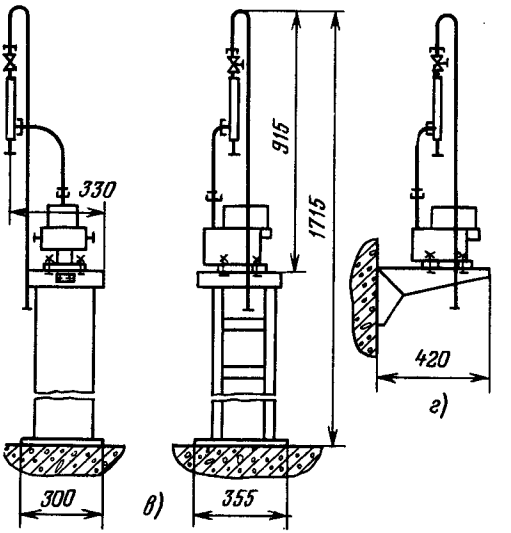
Рис. 8.9. Схема установки и обвязки преобразователей давления МПЭ-МИ:

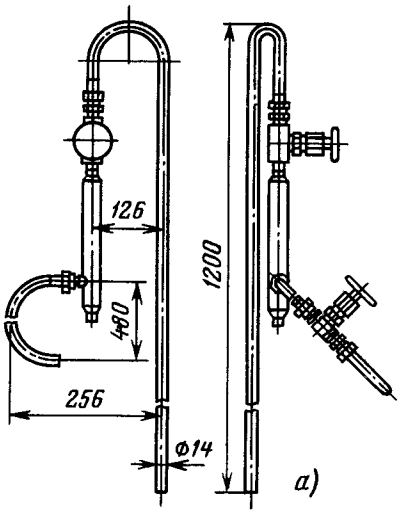
а – на полу при подводе импульсных труб сверху; *б* – на стене при подводе импульсных труб сверху; *в* – то же снизу; *г* – на полу при подводе импульсных труб снизу

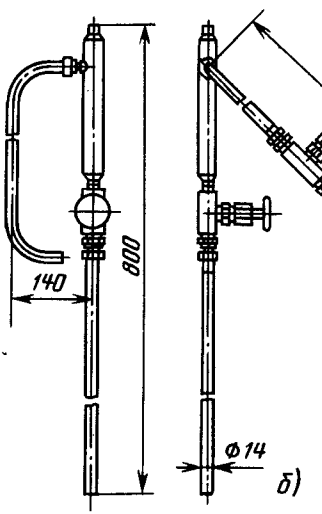
Рис. 8.10. Обвязки для приборов измерения давления:

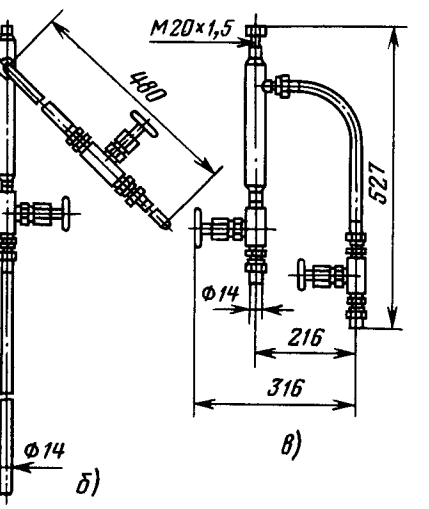
а – ОП-107 для приборов ГСП при подводе импульсных труб сиизу; *б* – ОП-108 для приборов ГСП прн подводе импульсных труб сверху; *в* – ОП-109 для установки манометра со штуцером М20 × 1,5 при подводе импульсных труб снизу











8.3. ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Тензометрические приборы, преобразующие измеряемый параметр – давление, разрежение или разность давлений в электрический сигнал, выпускаются пяти модификаций: абсолютного давлеиия «Сапфир-22ДА», избыточного давления «Сапфир-22ДИ», разрежения «Сапфир-22ДВ», давления-разрежения «Сапфир-22ДИВ», разности давлений «Сапфир-22ДД», гидростатического давления «Сапфир-22ДГ». Две последние модификации служат в основном для измерения расхода и уровня и рассматриваются соответственно в разд. 9 и 10.

Схема преобразователей «Сапфир-22ДА» моделей 2151, 2161, 2171 и «Сапфир-22ДИВ» модели 2351 представлена на рис. 8.11, *а*. Давление измеряемой среды по каналу *1* при поступлении в мембранный тензопреобразователь *2* вызывает прогиб его мембраны, что изменяет сопротивление тензорезисторов *3*. Электрический сигнал по термопроводу передается в электронное устройство *4*.

Схема преобразователей «Сапфир-22ДИ» моделей 2150, 2160, 2170 и «Сапфир-22ДИВ» модели 2350 представлена на рис. 8.11, *б*. Здесь измеряемая среда поступает в полость *5*, отделенную разделительной металлической гофрированной мембраной *6* от тензопреобразователя *2*. Полость над мембраной заполнена кремнийорганической жидкостью. Под давлением измеряемой среды прогибается мембрана *6*, кремнийорганическая жидкость изменяет давление на мембрану чувствительного элемента и дальше процесс измерения электрического сигнала протекает так же, как в предыдущем случае. Приборы с разделительной мембраной нашли широкое применение для изме-

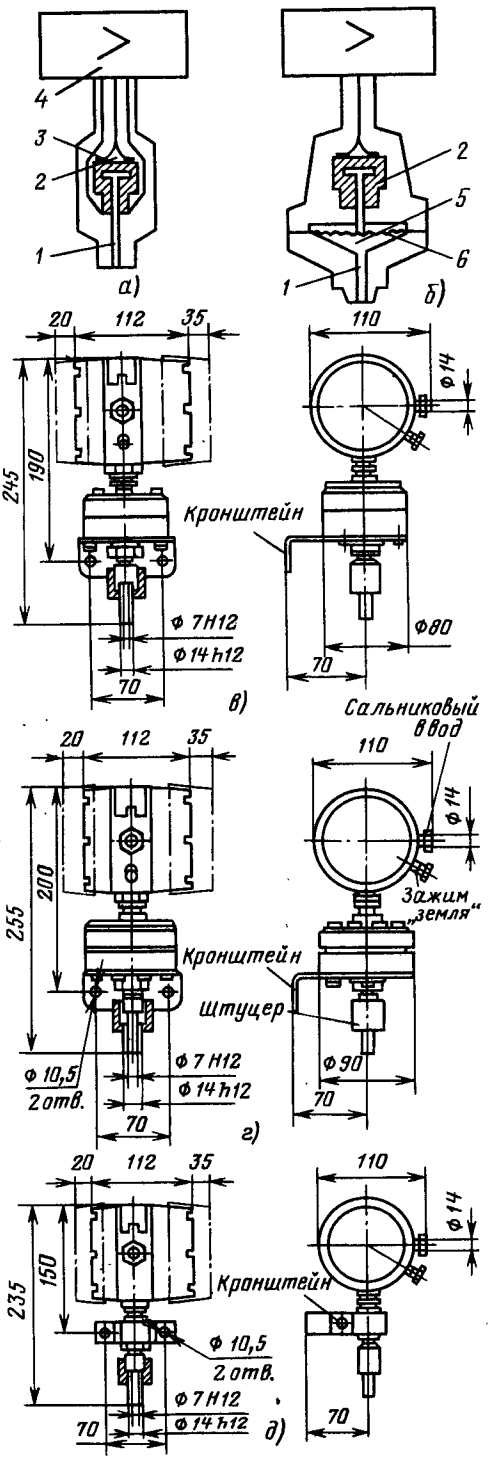


Рис. 8.11. Схема устройства, габаритные, присоединительные и установочные размеры тензометрических преобразователей давления серии «Сапфир-22»:

а – схема прибора без разделительной мембраны; *б* – схема прибора с разделительиой мембраиой; *в* – приборы «Сапфир-22ДА» моделей 2050, 2060; «Сапфир-22ДИ» моделей 2050, 2060; «Сапфир-22ДИВ» модели 2350; *г* – приборы «Сапфир-22ДИ» модели 2170; *д* – приборы «Сапфир-22ДА» моделей 2151, 2161, 2171; «Сапфир-22ДИВ» модели 2351; *1* – канал измеряемой среды: *2* – тензопреобразователь; *3* – теизорезистор; *4* – электронное устройство; *5* – подмембранная полость; *6* – мембрана

рения давления агрессивных и загрязненных сред.

Недопустимо применение преобразователей, имеющих измерительные блоки, заполненные кремнийорганической жидкостью, в процессах, где по условиям техники безопасности производства запрещается попадание этой жидкости в измеряемую среду.

В зависимости от агрессивности измеряемой среды выбираются материалы разделительной мембраны, соединительного ниппеля (при необходимости ниппель может не заказываться) и нижней части корпуса прибора.

Для измереиия перепада давлений тензопреобразователь размещают в полости, отделенной двумя металлическими гофрированиыми мембранами с каждой стороны, куда подается давлеиие измеряемой среды, независимо от того, агрессивиа среда или иет.

Габаритные, присоединительные и установочные размеры тензометрических преобразователей давления приведеиы иа рис. 8.11.

Комплектно с прибором, как правило, поставляется кронштейн для его установки и ниппель для подсоединения импульсных труб с наружным диаметром 14 мм.

Штрихпуиктирными линиями на рис. 8.11 указано необходимое пространство для открывания крышек электрониого устройства. Преобразователи рекомендуется монтировать штуцером вниз (вертикально); допускается преобразователи «Сапфир-22ДИ» моделей 2151, 2161, 2171, «Сапфир-22ДИВ» модели 2351 монтировать в любом, удобном для обслуживаиия положении.

Все приборы «Сапфир-22» бесшкальные и поэтому монтируются на строительных конструкциях производственных помещений на стойках, кронштейнах или стативах.

Установка тензометрических приборов на стойке приведена на рис. 8.12, *а, в*.

После установки прибора и подключения обвязки корпус преобразователя зануляется проводником сечением 2,5 мм^2.

Кабель измерительных цепей с сечением жил 0,75 – 1,5 мм^2 и диаметром оболочки до 14 мм вводят в сальниковый ввод (см. рис. 8.11). Жилы кабеля расклюиают в соответствии со схемой внешних соединений, после чего заделывается ввод и завертывается гайка уплотнения.

Дальнейший процесс монтажа тензометрических преобразователей ведется так же, как и других преобразователей давления, описанных выше.

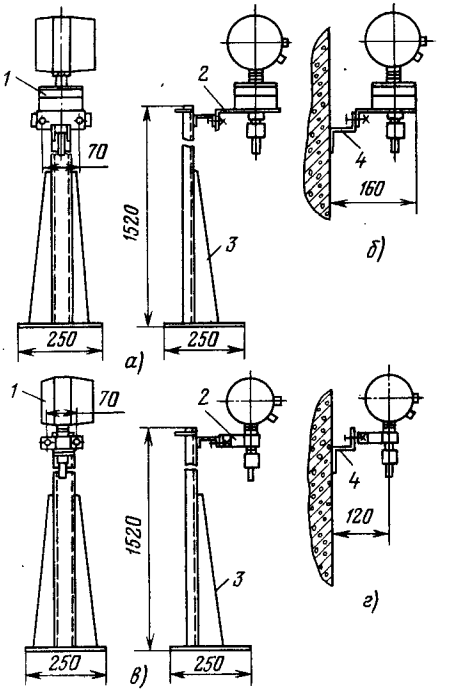


Рис. 8.12. Установка тензометрических преобразователей давления «Сапфир-22ДА» моделей 2050, 2060; «Сапфир-22ДИ» моделей 2050, 2060; «Сапфир-22ДИВ» модели 2350: *а, в* – на полу; *б, г* – на стеие приборов «Сапфир-22ДА» моделей 2151, 2161, 27 и «Сапфир-22ДИВ» модели 2361; *1* – прибор; *2* – кронштейн; *3* – стойка СП-23 по ТК4-3490-81; *4* – скоба С-10 по ТК4-3511-83

Наличие у приборов кронштейна с двумя отверстиями для крепления на вертикальной плоскости, небольшие габаритные размеры приборов обусловливают удобство их установки на стативах.

Установка приборов на стативе выполняется так, как показано на рис. 8.12 для установки на полу, только вместо швеллера или скобы *4*, предусмотренных в верхней части стойки СП-23, предусматривается швеллер ШП60 × 35 по ТУ 36.1113 – 75 на всю длину статива. Шаг между осями группы приборов должен быть равен примерно 300 мм (чтобы можно было снять крышки приборов), т. е. на стативе шириной 1000 мм в один ряд размещаются три прибора.

8.4. ДАТЧИКИ-РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

Широкое распространение в промышленности получил унифицированный ряд

малогабаритных датчиков-реле давления и разности давлений.

В зависимости от значения контролируемого давления датчики-реле подразделяются на датчики-реле напора – ДН, тяги – ДТ, давления – ДД и перепада напора – ДПН.

Принцип действия датчиков-реле основан на уравновешивании силы, создаваемой давлением или разрежением контролируемой среды на чувствительный элемент *1* (рис. 8.13, *а*) (мембрана или сильфон), силой упругой деформации пружины *2*.

В момент, когда давление контролируемой среды окажется выше сопротивления пружины, перемещение мембраны вызовет перемещение связанного с ней стержня *3*, который нажмет кнопку микропереключателя *4*. Срабатывание микропереключателя вызовет замыкание или размыкание электрической цепи – схемы коитролируемого объекта.

Габаритные и присоединительные размеры датчиков-реле приведены на рис. 8.13.

Датчики-реле бесшкальные и поэтому монтируются на строительных основаниях производствеиных помещений на полу или стене. Датчики-реле устанавливаются в вертикальном положеиии. Поскольку их масса невелика (от 0,5 до 1,6 кг), креплеиие прибора осуществляется с помощью его резьбового штуцера *5*. На штуцер М12 × 1,5 навинчивается переборочный соединитель СПШПН10 М12 × 1,5 (поз. *2* на рис. 8.14), который и закрепляет прибор к кронштейну *5* и присоединяет обвязку к прибору.

При установке датчиков-реле иа полу (рис. 8.14, *а*) кронштейн закрепляют на стойке СП, изготавливаемой по ТК4-3546-81. Стойка монтируется иа заранее установленные болты.

При установке на стене монтаж кронштейна осуществляется приваркой (для металлических переборок) или пристрелкой дюбелями.

Установка датчиков-реле непосредственно на техиологических трубопроводах не рекомеидуется, так как в этом случае прибор трудно защитить от действия высоких температур, влажности и вибрации.

Для подключеиия электрических прово-

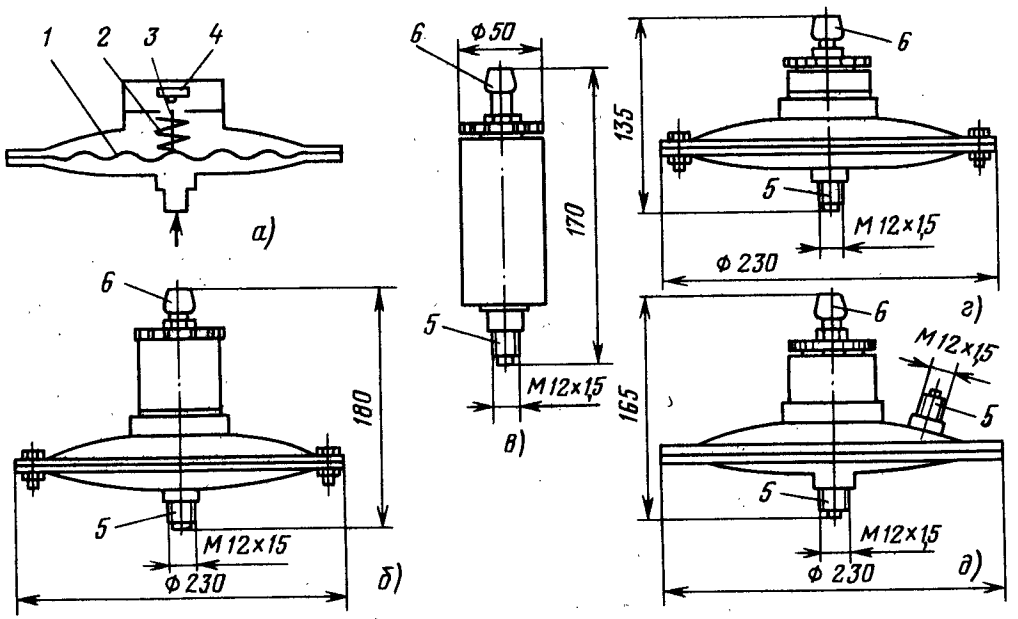


Рис. 8.13. Датчик-реле давления:

а – схема устройства; *б* – габаритные и присоединительные размеры датчиков-реле давления ДТ-25; *в* – габаритные и присоединительные размеры датчиков-реле времени ДД-025, ДД-15, ДН-40, ДИ-40; *г* – габаритные и присоединительные размеры датчиков-реле времени ДН-25; *д* – габаритные и присоединительные размеры датчиков-реле времени ДПН-2,5; *1* – мембраиа; *2* – пружина; *3* – стержень-толкатель; *4* – микропереключатель; *5* – штуцер для подключеиия импульсных труб; *6* – сальник для ввода проводов или кабеля

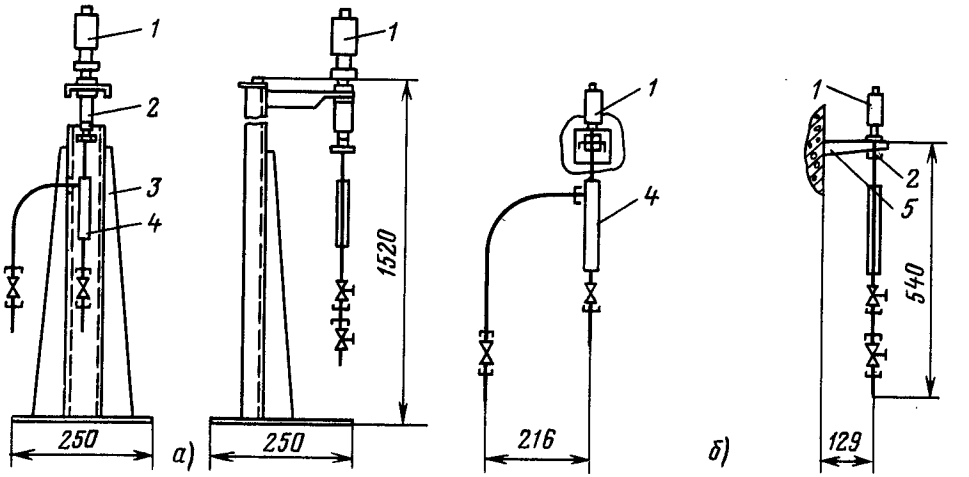


Рис. 8.14. Установка датчиков-реле:

а – на полу; *б* – на стене; *1* – прибор; *2* – переборочный соединитель; *3* – стойка СП по ТК4-3546-81; *4* – обвязка ОП-109 по ТК4-3559-80; *5* – кронштейн КП-34 по ТК4-467-81

док к датчикам-реле рекомендуется применять провода с сечением жил 0,5 – 1,0 мм², защищенные до коробок металлорукавом.

8.5. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПРИБОРОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ И ОБОРУДОВАНИИ

Манометры общего назначения серий ОБМ, ОБВ, ОБМВ и технические манометры серии МТ (приборы в корпусе без борта) устанавливаются непосредственно на технологическое оборудование (аппараты) и трубопроводы. В местах, удобных для обзора, не удаленных от мест наблюдения, устанавливаются приборы с диаметром корпуса 80, 100, а иногда даже 40 мм (серии М19). В местах удаленных от мест наблюдения, могут предусматриваться установки приборов с корпусами диаметром 160 мм. Устанавливать непосредственно на трубопроводах или технологическом оборудовании приборы, имеющие контактные устройства или датчик, не рекомендуется. Наиболее характерные схемы установки технических манометров на технологических трубопроводах и оборудовании приведены в табл. 8.7.

Таблица 8.7. **Схема установки технических манометров, мановакуумметров и вакуумметров общего назначения и технических на технологических трубопроводах и оборудовании**

Обозначение типового монтажного чертежа			Тип отключающей арматуры	Эскиз установки	Условия монтажа
установки	закладной конструкции	отборного устройства			
ТК4-3136-70	3К4-45-70	–	14М1	Рис. 8.15, *а*	Установка на горизонтальном трубопроводе: измеряемая среда – газ, жидкость давлением P_y до 1,6 МПа и температурой до 80 °С
ТК4-3137-70	3К4-45-70	–	14М1	Рис. 8.15, *б*	То же, но на вертикальном трубопроводе

Продолжение табл. 8.7

Обозначение типового монтажного чертежа			Тип отключающей арматуры	Эскиз установки	Условия моитажа
установки	закладной коиструкции	отборного устройства			
ТК4-3138-70	3К4-46-70	ТК4-130-67	14М1	Рис. 8.15, *в*	Установка иа горизонтальном трубопроводе: измеряемая среда – газ, жидкость, пар давлением P_y до 1,6 МПа и температурой до 225 °С
ТК4-3139-70	3К4-46-70	ТК4-131-67	14М1	Рис. 8.15, *г*	То же, но на вертикальном трубопроводе
ТК4-3140-70	3К4-47-70	ТК4-3145-70	1014-00Б	Рис. 8.15, *д*	Установка на горизонтальном трубопроводе: измеряемая среда – газ, жидкость, пар давлением P_y до 20,0 МПа, температурой до 450 °С
ТК4-3141-70	3К4-47-70	ТК4-3146-70	1014-00Б	Рис. 8.15, *е*	То же, но на вертикальном трубопроводе
ТК4-3143-70	3К4-47-70	ТК4-3147-70	Для В-160-120 П322038, для В166-400 ВВД	Рис. 8.15, *ж*	То же

Во всех случаях установки приборов непосредственно на технологических трубопроводах и оборудовании должны применяться отборные устройства с трехходовым краном (вентилем) или с двумя вентилями для возможности отключения и проверки прибора.

Для невысоких давлений (P_y до 1,6 МПа) и температур до 80 °С широко применяются трехходовые краны типа 14М1, для высоких давлений (P_y до 20,0 МПа) и температур до 450 °С – трехходовые вентили 1014-00Б. При необходимости установки прибора на трубопроводе или аппарате, где измеряемой средой являются нефтепродукты, применяется отборное устройство 160-120П для сред с давлением P_y до 1,6 МПа и температурой до 120 °С или 160-400П с температурой измеряемой среды до 400 °С. У этих отборных устройств трехходовой кран заменен двумя вентилями П322038 или ВВД (см. отборные устройства в табл. 8.7). Один из вентилей служит для отключения прибора, а другой – для подсоединения контрольного прибора. Если давление среды пульсирует (например, после поршневых насосов) или температура среды выше 80 °С, отборные устройства должны быть с петлеобразным успокоителем (рис. 8.15, *б – е*).

Приборы устанавливают на смонтированное отборное устройство (монтаж отборных устройств – см. ниже), заканчивающееся штуцером с внутренней резьбой М20 × 1,5. В штуцер вкладывается прокладка, материал которой выбирается в зависимости от параметров измеряемой среды, а размеры принимаются по ТК4-566-68, и прибор ввертывается в штуцер поворотом за шестигранник до уплотнения с прокладкой (запрещается завертывать прибор за корпус). Если корпус прибора занял неудобное для обозрения положение, его исправляют за счет толщиины прокладки или кладут еще одну прокладку с тем, чтобы шкала прибора была обращена к возможному месту обслуживания (месту оператора, аппаратчика).

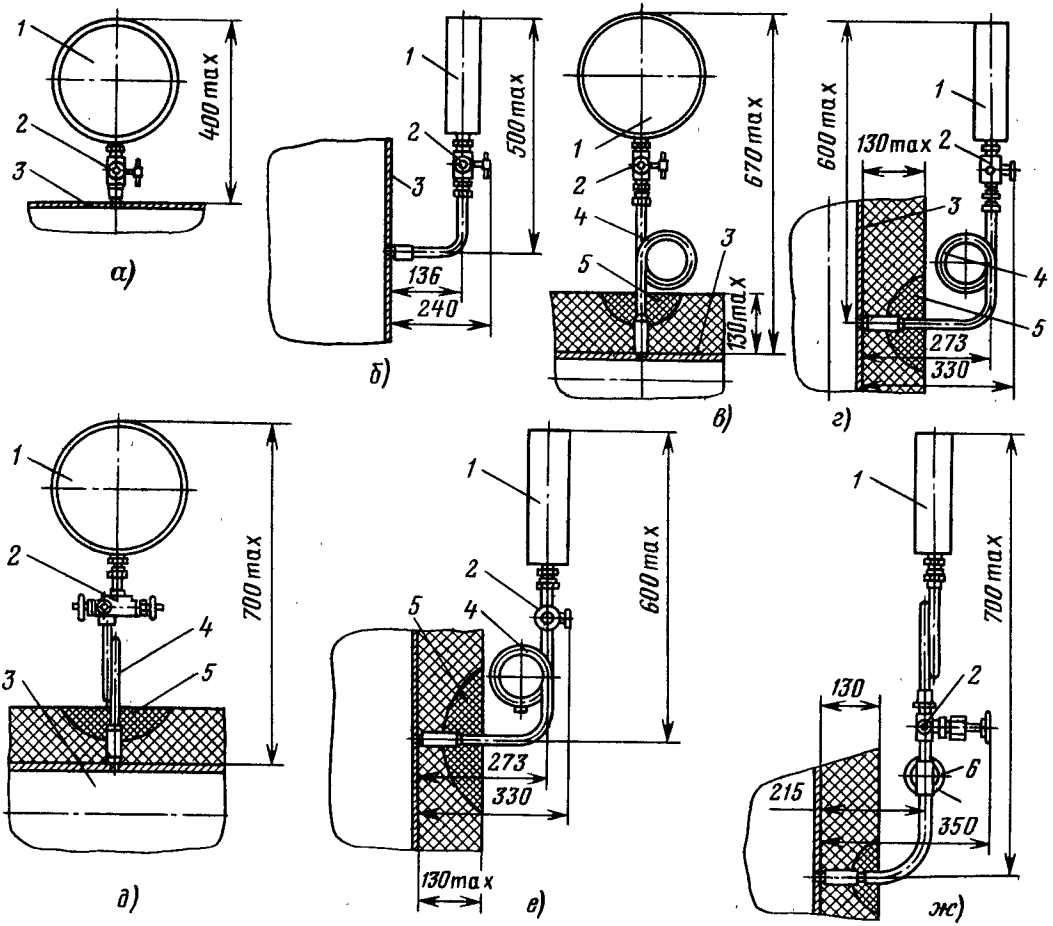


Рис. 8.15. Установка манометров, мановакуумметров и вакуумметров общего назначения на трубопроводах и аппаратах:

а — на горизонтальном трубопроводе при P_y до 1,6 МПа и t до 80 °С; *б* — на вертикальном трубопроводе при P_y до 1,6 МПа и t до 80 °С; *в* — на горнзонтальном трубопроводе при P_y до 1,6 МПа и t до 225 °С; *г* — на вертикальном трубопроводе при P_y до 1,6 МПа и t до 225 °С; *д* — на горизонтальном трубопроводе при P_y до 20,0 МПа и t до 450 °С; *е* — на вертикальном трубопроводе при P_y до 20,0 МПа и t до 450 °С; *ж* — на вертикальном трубопроводе с нефтепродуктами

8.6. УСТАНОВКА ОТБОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДАВЛЕНИЯ И РАЗРЕЖЕНИЯ

Отборные устройства давления и разрежения устанавливаются на технологическом оборудовании и трубопроводах и служат для периодического или непрерывного отбора измеряемой среды. Отборные устройства для приборов, измеряющих давление и разрежение неагрессивных сред, сухих и незапыленных газов, приведены в табл. 8.8. Остальные отборные устройства давления и разрежения являются специальными и выполняются по индивидуальным рабочим чертежам проекта.

Отборные устройства, как правило, должны иметь запорные органы. Установка отборных устройств без запорной арматуры допускается при замерах разрежения до 100 Па в печах и топках и замере давления неядовитых газов (например, вентиляториого воздуха при давлеиии не более 700 Па). Размещать отборные устройства желательно в местах, где скорость движения среды на-

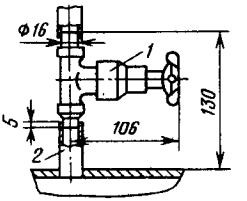
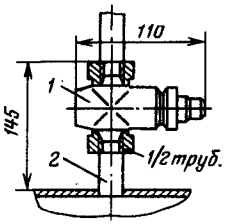
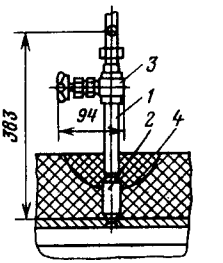
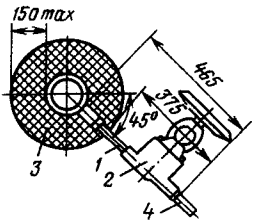
именьшая, поток плавный без завихрений, т. е. на прямолинейных участках трубопроводов при максимальном расстоянии от запорных устройств, колен, компенсаторов и других гидравлических сопротивлений.

Отборы давления воды или других жидкостей на горизонтальном или наклонном трубопроводе должны вариваться ниже горизонтальной оси трубопровода и во всех случаях с уклоном таким образом, чтобы воздух или газ, выделяющиеся из жидкости в импульсной трубе, имели свободный выход в трубопровод.

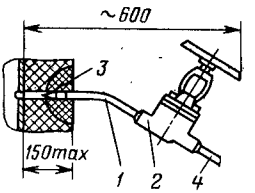
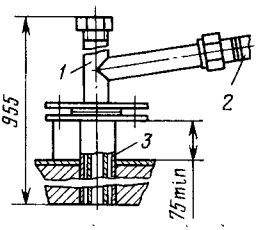
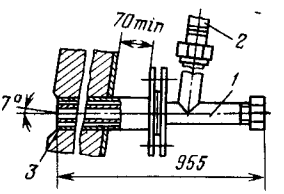
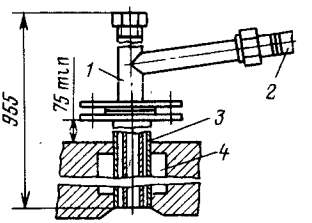
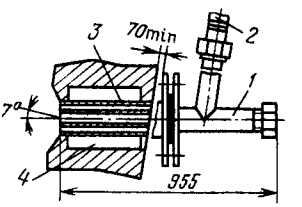
Отборы давления пара в горизонтальном и наклонном трубопроводах монтируют в верхней части трубопровода. Типичные случаи установки отборных устройств для измерения давления и разрежения приведены в табл. 8.8.

Отборы давления (разрежения) газа

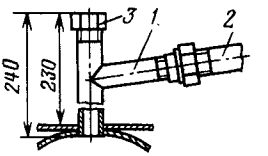
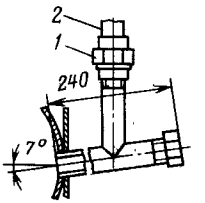
Таблица 8.8. **Установка отборных устройств для измерения давления и разрежения**

Характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
Установка на трубопроводе по ТК4-3151-70. Измеряемая среда – газ, давление P_y до 0,1 МПа, температура t до 60 °С: *1* – вентиль типа 15Б50Р-2М, $D_y = 10$ (соединяется пайкой, припой ПМЦ-54); *2* – закладная конструкция ЗК4-48-70	
Установка на трубопроводе по ТК4-3152-70. Измеряемая среда – вода, нефть, масло, давление до P_y до 1,0 МПа, температура t до 80 °С: *1* – кран типа 11ч6бк, $D_y = 15$, соединяется трубной резьбой $^1/_2$" на сурике с подмоткой пакли; *2* – закладная конструкция ЗК4-48-70	
Установка на трубопроводе с изоляцией по ТМ4-226-76. Измеряемая среда – газ, пар, давление P_y до 6,4 МПа, температура t до 200 °С: *1* – отборное устройство 64-200П; *2* – вентиль; *3* – закладная конструкция ЗК4-47-70; *4* – легкоснимаемый слой изоляции	
Установка на горизонтальном трубопроводе по ТК4-3149-70. Измеряемая среда – жидкость, пар, давление P_y до 10,0 МПа, температура t до 425 °С: *1* – труба 14×2 с закладной конструкцией ЗК4-46-70; *2* – вентиль типа 890-00Б; *3* – изоляция трубопровода; *4* – импульсная труба	

Продолжение табл. 8.8

Характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
Установка на вертикальном трубопроводе по ТК4-3150-70. Измеряемая среда – жидкость, пар, давление P_y до 10,0 МПа, температура t до 425 °С; *1* – труба отбора 14×2; *2* – вентиль 890-00Б; *3* – закладная конструкция ЗК-46-76; *4* – импульсная труба	
Установка на горизонтальном газоходе с металлической обшивкой по ТК4-3154-70. Измеряемая среда – запыленный газ, давление P_y до 0,1 МПа: *1* – отборное устройство 955-1-У3 по ТК4-127-70; *2* – импульсная труба; *3* – обсадная труба	
То же, но по ТК4-3155-70 на вертикальном газоходе	
Установка на горизонтальном газоходе по ТК4-3156-70. Измеряемая среда – запыленный газ; давление P_y до 0,1 МПа: *1* – отборное устройство давления или разрежения 955-1-У3 по ТК4-127-70; *2* – импульсная труба; *3* – обсадная труба; *4* – закладная металлическая пластинка, приваренная к отборному устройству	
То же, но по ТК4-3157-70 на вертикальном газоходе	

Продолжение табл. 8.8

Характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
Установка на горизонтальном трубопроводе по ТК4-3158-70. Измеряемая среда – чистый газ, давление P_y до 0,1 МПа: *1* – отборное устройство давления или разрежения ТК4-128-68; *2* – импульсная труба; *3* – пробка	
То же, но по ТК4-3159-70 на вертикальном трубопроводе	

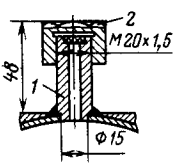
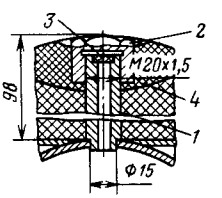
и воздуха в горизонтальном или наклонном трубопроводе монтируют выше оси трубы и во всех случаях с уклоном, обеспечивающим слив конденсата в трубопроводы. Конструкция отборов должна предусматривать возможность их очистки. Для этого труба отборного устройства давления (разрежения) (табл. 8.8) снабжается заглушкой, отвинтив которую можно прочистить отборное устройство.

Типичные случаи установки закладных конструкций для отборных устройств приведены в табл. 8.9.

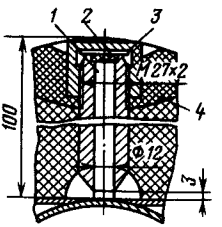
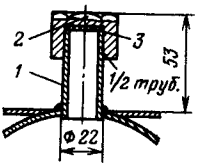
Типовые закладные конструкции применимы для трубопроводов и аппаратов, выполненных только из углеродистой стали. Монтаж закладных конструкций на технологических трубопроводах и оборудовании производится до изоляции трубопроводов и до их гидравлического испытания организациями, ведущими монтаж этих трубопроводов и оборудования.

В соответствии с п. 2.12 СНиП 3.05.07–85 закладные и защитные конструкции для монтажа первичных приборов должны быть установлены к началу моитажа

Таблица 8.9. **Закладные конструкции для отборных устройств давления и разрежении**

Тип, характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
ЗК4-45-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды P_y до 10,0 МПа и температурой t до 80 °С: *1* – штуцер М20 × 1,5-100; *2* – заглушка М20 × × 1,5; прокладка 10 × 18	
ЗК4-46-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды P_y до 10,0 МПа и температурой t до 450 °С: *1* – штуцер М20 × 1,5-100; *2* – заглушка М20 × 1,5; *3* – прокладка 10 × 12; *4* – легкоснимаемый слой изоляции	

Продолжение табл. 8.9

Тип, характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
ЗК4-47-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды P_y до 20,0 МПа и температурой t до 450 °С: *1* — штуцер М27×2-100; *2* — заглушка М27×2; *3* — прокладка 20×26; *4* — легкоснимаемый слой изоляции	
ЗК4-48-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды P_y до 1,6 МПа и температурой t до 80 °С: *1* — штуцер с трубной резьбой $^1/_2$″-50; *2* — заглушка КЗ-$^1/_2$″; *3* — прокладка 10×18	

систем автоматизации на технологическом, санитарно-техническом и других видах оборудования, на трубопроводах.

Закладные конструкции для установки отборных устройств давления, расхода и уровня должны заканчиваться запорной арматурой. Привариваемые к трубопроводам штуцера, как правило, не должны выступать внутрь трубопровода во избежание образования завихрений у мест отборов.

Монтажный персонал принимает участие в разметке мест установки закладных конструкций и контролирует правильность исполнения их приварки.

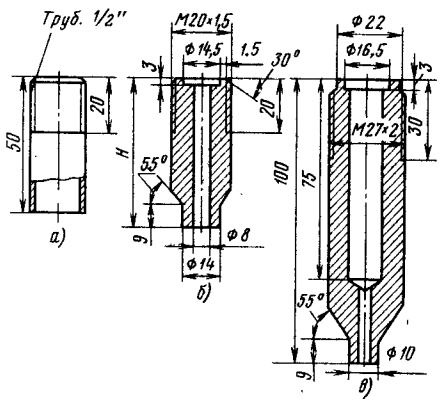


Рис. 8.16. Штуцера отборных устройств — закладные детали для P_y до 1,6 МПа (*а*), до 10,0 МПа (*б*) и более 100 МПа (*в*)

При измерениях давления агрессивных сред отборы давления должны иметь разделительные сосуды, которые необходимо устанавливать как можно ближе к отборным устройствам. Заполнение сосудов разделительной жидкостью выполняется организацией, занимающейся наладкой приборов и средств автоматизации.

Конструкции разделительных сосудов и их монтаж приведены в разд. 9.

При измерении давления агрессивных и вязких сред могут также применяться отборные устройства с мембранным разделителем (рис. 8.17).

Разделители служат для предохранения чувствительных элементов (мембран, сильфонов, трубчатых пружин) от попадания в них полимеризующихся, кристаллизующихся, агрессивных или загрязненных сред. Измеряемое давление воздействует на мембрану и с помощью разделительной жидкости передается чувствительному элементу прибора.

Конструкция мембранных разделителей РМ приведена на рис. 8.18. Температура

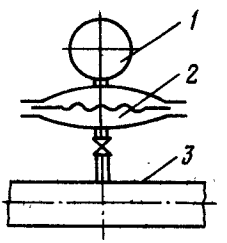


Рис. 8.17. Схема установки мембранного разделителя на трубопроводе: *1* — прибор; *2* — мембранный разделитель; *3* — трубопровод

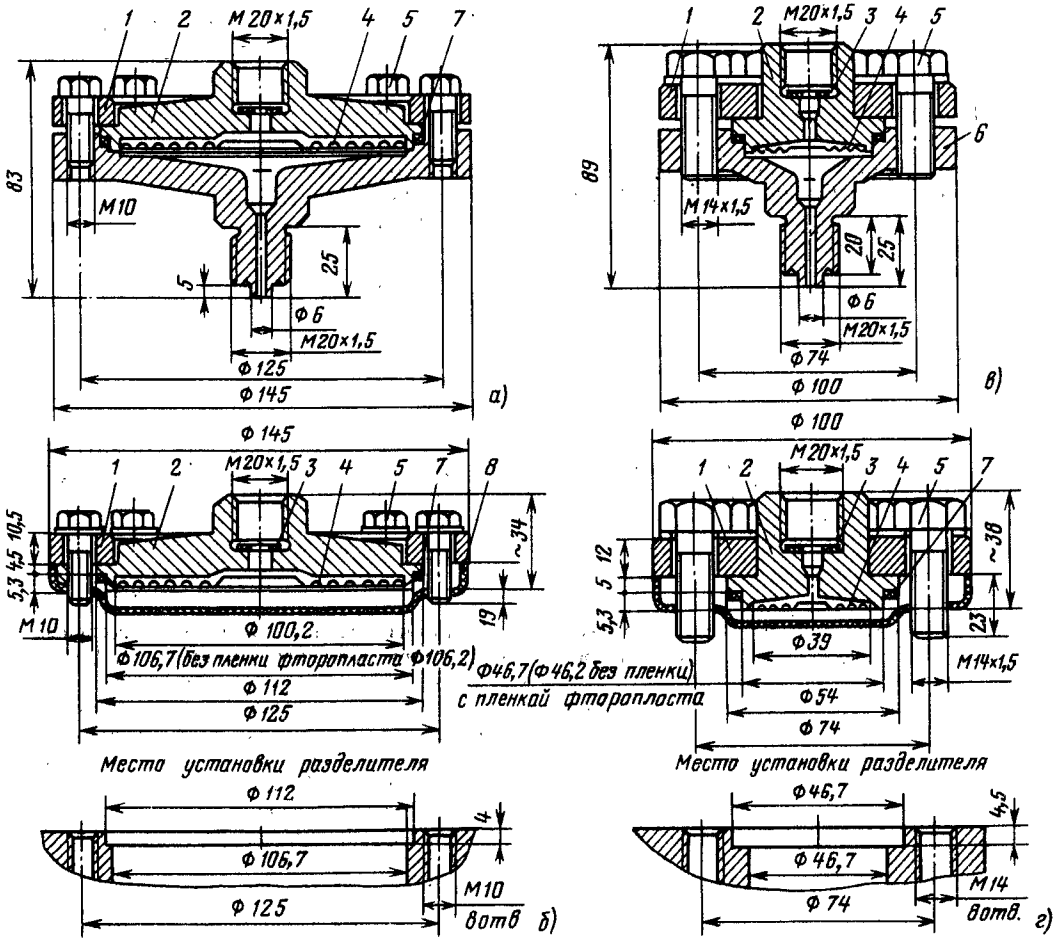


Рис. 8.18. Габаритные, установочные и присоединительные размеры мембранных разделителей РМ:

а, в — модель 5319; *б, г* — модель 5320; *1* — фланец из стали 35; *2* — корпус; *3* — прокладка из фибры; *4* — мембрана; *5* — болты (8 шт.); *6* — фланец из стали Х18110Т; *7* — прокладка из полиэтилена; *8* — кожух

среды при применении этих мембранных разделителей должна быть в пределах 60—110 °С. Это требование вызвано свойствами кремнийорганической жидкости №2, которой заполняется виутреннее пространство разделителя. При необходимости измерений сред с температурой до 200 °С рекомендуется заполнение разделителей производить соответствующим видом полиэтилаксановой жидкости ПЭС.

Недопустимо применение мембранных разделителей, где по условиям техники безопасности производства запрещается попадание кремнийорганической жидкости или жидкости ПЭС в измеряемую среду.

Если при хранении и эксплуатации исключается наличие минусовых температур, а температура измеряемой среды ниже + 80 °С, то допускается заполнение разделителей дистиллированной водой или водоглицериновой смесью.

Монтаж разделителей серий 5320 и 5322 ведется следующим образом: с разделителей снимают защитный полиэтиленовый кожух *8* (рис. 8.18), служащий для предохранения мембраны от повреждения и удерживающий от выпадания болты *5*; разделитель ставят в подготовленное место установки, которое выбирают по соображениям удобства размещения обслуживаемого прибора, после чего затягивают болты *5*. В гнездо разделителя М20 × 1,5 устанавливают прибор.

Для соединения разделителей серий 5319, 5321 с местом отбора давления предусмотрен штуцер с наружной резьбой М20 × 1,5.

Для приборов-датчиков ГСП комплектно с разделителем поставляется соединитель, позволяющий отнести прибор от места установки разделителя. Один конец соединителя ввинчивается в разделитель, а другой навинчивается на штуцер манометра. Наличие соединителя существенно упрощает процесс заполнения разделителя промежуточной жидкостью.

В случае поставки прибора с собранным мембранным разделителем или прибора с разделителем и соединителем категорически запрещается их разделение перед монтажом во избежание вытекания жидкости.

8.7. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

Соединительные линии, служащие для соединения прибора с отборным устройством, называются импульсными. Соединительные линии должны иметь конфигурацию трассы, соответствующую свойствам измеряемой среды; должны быть герметичными, рассчитанными на условное давление измеряемой среды, минимальную длину и диаметр, отвечающий параметрам измеряемой среды и удаленности прибора от места отбора. Независимо от материала труб и протяженности трассы внутренний диаметр труб не должен быть менее 8 мм. Изгибы труб соединительных линий должны быть плавными, без вмятин и гофр.

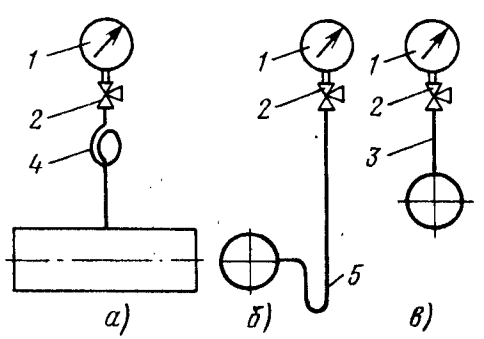


Рис. 8.19. Установка манометра на трубопроводе:

а – отборное устройство с кольцеобразной сифонной трубкой; *б* – то же с петлеобразной сифонной трубкой; *в* – то же без сифонной трубки; *1* – манометр; *2* – трехходовой кран; *3* – импульсная трубка; *4* – кольцеобразная сифонная трубка; *5* – петлеобразная сифонная трубка

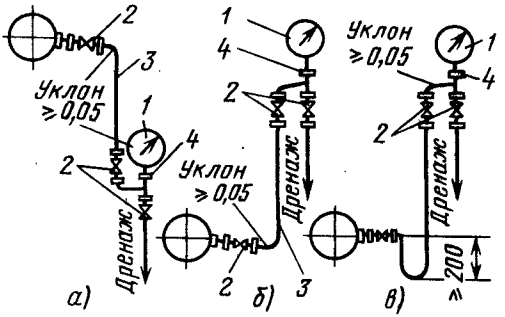


Рис. 8.20. Установка манометра для измерения давления неагрессивной жидкости и пара при P_y до 1,6 МПа и t до 100 °С:

а – манометр ниже отбора давления при измерении давления жидкости и пара; *б* – манометр выше отбора давления при измерении давления и жидкости; *в* – то же при измерении давления пара; *1* – манометр; *2* – вентиль запорный; *3* – импульсная трубка; *4* – переходные трубные соединения

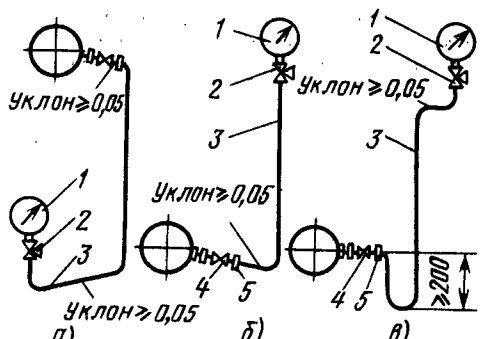


Рис. 8.21. Установка манометра для измерения давления неагрессивной жидкости или пара при $t > 100$ °С и $P_y = 1{,}6$ МПа:

а – манометр ниже отбора давления при измерении давления жидкости; *б* – манометр выше отбора давления при измерении давления жидкости; *в* – то же при измерении давления пара; *1* – манометр; *2* – трехходовой кран; *3* – импульсная трубка; *4* – вентиль запорный; *5* – переходные трубные соединения

Соединительные линии к приборам необходимо прокладывать так, чтобы исключалось образование газовых мешков (при измерении давления жидкости) или гидравлических пробок (при измерении давления газа).

Продувка соединительных линий и прибора может осуществляться через трехходовые краны (рис. 8.19 и 8.20) либо через специальные продувочные линии (рис. 8.21). Перед включением манометра в работу

трехходовой кран перед прибором необходимо закрыть до заполнения соединительной лиинии, а также кольцеобразной или петлеобразной трубки остывшей жидкостью.

При измерении давления неагрессивной жидкости или газа при температуре среды более 80 °С или при наличии пульсаций давления среды соединительные линии должны иметь защитные кольцеобразные или петлеобразные сифонные трубки (см. рис. 8.15). При температуре среды ниже 80 °С и при отсутствии колебаний давления среды установка таких трубок не обязательна (см. рис. 8.15, *а*).

В зависимости от взаимного расположения приборов и трубопроводов, давления, температуры и агрессивности измеряемых сред изменяются схемы установки манометров. Ниже приведены наиболее характерные схемы устаиовки манометров, учитывающие эти зависимости.

На рис. 8.20 представлены схемы соединения приборов для измерения давления неагрессивной жидкости и пара, размещаемых ниже (рис. 8.20, *а*) и выше (рис. 8.20, *б* и *в*) отбора давления (разрежения), при температуре среды t до 100 °С и давлении P_y до 1,6 МПа. В этом случае для продувки импульсных линий разрешается применение трехходовых кранов типа КТК. При температуре среды выше 100 °С и давлении P_y выше 1,6 МПа применение трехходовых кранов типа КТК не допускается. В этом случае следует применять трехходовой кран типа 1014-ООБ или заменять его двумя вентилями на соответствующее давление.

На рис. 8.22, *а* и *б* представлены схемы соединения прибора при измерении давления неагрессивного сухого газа при расположении прибора ниже или выше отбора давления при температуре среды t до 100 °С и давлении P_y до 1,6 МПа. При измерении давления влажного неагрессивного газа схема соединения дополняется сборником конденсата (рис. 8.22, *в*).

Схемы соединения прибора при измерении давления неагрессивного газа при его температуре t выше 100 °С и давлении P_y выше 1,6 МПа представлены на рис. 8.23.

На рис. 8.24 и 8.25 показаны схемы монтажа манометра для измерения давления агрессивного газа (рис. 8.22) и агрессивной или вязкой жидкости (рис. 8.25). В этом случае схемы дополняются разделительными сосудами. На рис. 8.24, *а* представлена схема измерения давления агрессивного газа, когда манометр размещается ниже отбора давления и плотность разделительной жидкости больше плотности измеряемой среды. На

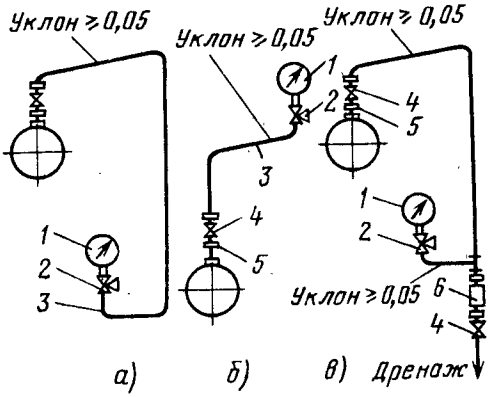


Рис. 8.22. Установка манометра для измерения давления неагрессивного сухого (*а* и *б*) и влажиого (*в*) газов при $P_y = 1{,}6$ МПа и $t = 100$ °С:

1 — манометр; *2* — трехходовой краи; *3* — импульсиая трубка; *4* — веитиль запориый; *5* — переходиые трубные соединеиия; *6* — сборник кондеисата

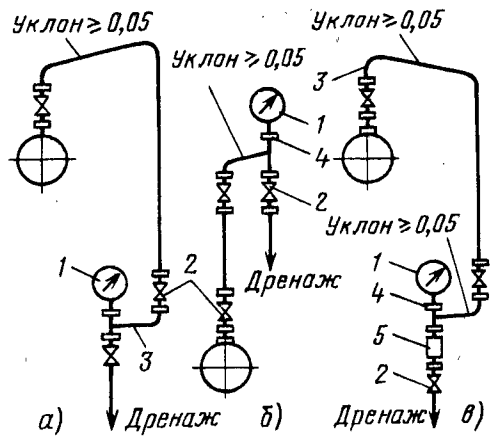


Рис. 8.23. Установка манометра для измерения давления неагрессивного сухого (*а* и *б*) и влажного (*в*) газов при $t > 100$ °С и $P_y = 1{,}6$ МПа:

1 — манометр; *2* — вентиль запорный; *3* — импульсная трубка; *4* — переходное трубное соединение; *5* — сборник конденсата

рис. 8.24, *б* манометр размещается выше отбора давления и плотность разделительной жидкости также больше плотности измеряемой среды. Так же построены схемы для агрессивной или вязкой жидкости (рис. 8.25, *а*). В этом случае схемы дополняются арматурой для дренажа, причем плотность разделительной жидкости для случая, пред-

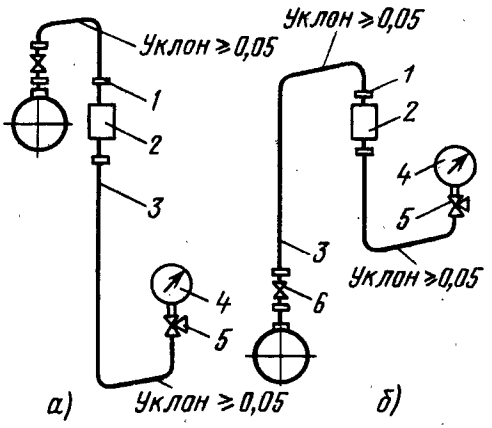


Рис. 8.24. Установка манометра для измерения давления агрессивного газа при плотности разделительной жидкости, большей плотности измеряемой среды, и при расположеиии манометра ииже (*а*) и выше (*б*) отбора давления:

1 — переходное трубиое соединеиие; *2* — разделительный сосуд; *3* — импульсная труба; *4* — манометр; *5* — трехходовой кран; *6* — вентиль запорный

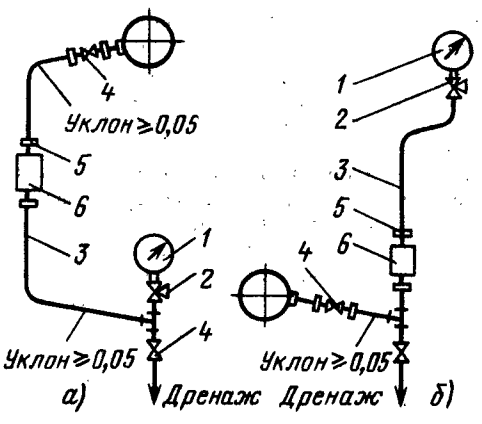


Рис. 8.25. Установка манометра для измерения давления агрессивной или вязкой жидкости при плотности разделительной жидкости, большей (*а*) и меньшей (*б*) плотности измеряемой среды, и при расположении манометра ниже и выше места отбора давления:

1 — манометр; *2* — трехходовой краи; *3* — импульсная трубка; *4* — вентиль запорный; *5* — переходное трубное соединение; *6* — разделительный сосуд

ставленного на рис. 8.25, *а*, большей плотности измеряемой жидкости.

Приведенные схемы относятся как к приборам, монтируемым по месту, так и к приборам, устанавливаемым на щитах и стативах.

При установке приборов по месту дренажные линии (см. рис. 8.21 и 8.25) подводятся к дренажным коллекторам соответствующего назначения и давления.

При установке приборов на щитах и стативах могут выполняться свои дренажные коллекторы. Для контроля за сбросом дренажных жидкостей (если среда не агрессивна и не выделяет вредных веществ) дренажные трубки подводят к коллекторам с разрывом, т. е. через воронки. Монтаж сосудов с разделительной жидкостью для агрессивных сред (рис. 8.25) описан в разд. 9.

Монтаж трубных и электрических проводок к приборам давления и разрежения описан в разд. 5 и 6. При этом необходимо соблюдать направление уклонов, показанное на рис. 8.20—8.25.

РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ

МОНТАЖ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА

9.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Количество вещества, проходящее по трубопроводу в единицу времени, называют расходом. В зависимости от особенностей технологии производства и состояния вещества различают объемный и массовый расход. Для жидкостей и газов, как правило, измеряют объемный, а для паров — массовый расход. Когда жидкости смешиваются с сыпучими веществами, измерение их расхода выражают также в единицах массового расхода. За единицу измерения объемного расхода жидкостей чаще всего принимают метр кубический в час ($м^3/ч$) или литр в секунду (л/с), а газов — метр кубический в час ($м^3/ч$). Единицами массового расхода являются килограмм в час (кг/ч) или тонна в час (т/ч).

Существует пять основных методов измерения расхода: объемный, скоростной, дроссельный, обтекания и индукциоиный.

Сущность объемного метода за-

ключается в суммировании отмеренных объемов жидкости в единицу времени. Объемные расходомеры преимущественно применяют для измерения расхода вязких жидкостей (жирных кислот, мазутов, масел и других нефтепродуктов). Измеряющим органом прибора является калиброванная камера (камеры), устанавливаемая в рассечку трубопровода. Прибор (счетчик) отсчитывает количества объемов жидкостей, вытесненных из измерительной камеры прибора под действием разности давлений среды до и после камеры. На этом принципе устроены мазутомеры, бензомеры.

Скоростной метод основан на измерении скорости протекания жидкости по трубопроводу, поскольку скорость пропорциональна расходу. Скоростные расходомеры служат для измерения расхода воды, масел и называются поэтому водо- и масломерами. Скоростной расходомер врезают в технологический трубопровод с измеряемой средой. В результате измерительный орган такого расходомера – крыльчатка оказывается в потоке жидкости. Прибор отсчитывает число оборотов крыльчатки в единицу времени.

Дроссельный метод является развитием скоростного метода. Он основан на измерении перепада давления, создаваемого дроссельным устройством при движении вещества в трубопроводе. Перепад давления пропорционален изменению скорости. Дроссельные расходомеры применяют для измерения расхода всевозможных жидкостей, паров и газов. Дроссельный расходомер состоит из двух частей: дросселя (сужающего устройства), устанавливаемого непосредственно в трубопровод с измеряемой средой, и дифманометра, место установки которого определяется эксплуатационной целесообразностью.

Оба устройства соединены между собой соединительными линиями, передающими импульс от сужающего устройства (дросселя) к дифманометру.

Метод обтекания основан на измерении вертикального перемещения поплавка (поршня) в зависимости от расхода вещества, обтекающего поплавок в камере прибора. Расходомеры обтекания – ротаметры – применяют для измерения небольших расходов жидких и газообразных сред. Измерительным органом ротаметров является поплавок или поршень, вертикальное перемещение которого зависит от расхода. Противодействующей силой в этих приборах является вес поплавка. Перепад давления среды на ротаметре практически постоянен, поэтому ротаметры называют расходомерами постоянного перепада.

Индукционный метод основан на измерении ЭДС, индуцируемой потоком электропроводной жидкости, пропорциональной скорости потока жидкости в трубопроводе, т. е. ее расходу. Индукционные расходомеры применяют для измереиия расхода электропроводных агрессивных, вязких, абразивных сред, пульп и жидких металлов. Измерительным органом индукционных расходомеров служит трубопровод-датчик с введенными в него электродами, передающими на усилитель индуцируемую потоком ЭДС.

Исходя из конструктивных особенностей, перечисленные приборы для измерения расхода жидкости, пара, газа и воздуха по способу монтажа можно разделить на две основные группы: приборы, устанавливаемые непосредственно в технологические трубопроводы, расход среды в которых подлежит измерению; приборы, устанавливаемые вне трубопроводов, в которых производится измерение, и получающие импульс при помощи специальных устройств.

К первой группе относятся объемные, скоростные, индукционные расходомеры и расходомеры обтекания (водомеры, мазутомеры, счетчики, ротаметры и т. п.). Эти приборы имеют простое фланцевое присоединение, выполнение которого не имеет каких-либо особенностей, требующих отдельного описания. Поэтому монтаж приборов этой группы в настоящем разделе не рассматривается.

Среди приборов второй группы наибольшее распространение получили дроссельные расходомеры переменного перепада – дифференциальные манометры (дифманометры).

В состав системы измерения с дифманометром входят дроссельные устройства – приемные преобразователи, создающие перепад давления в трубопроводах; вспомогательные устройства (разделительные, конденсационные, уравнительные и другие сосуды), обеспечивающие условия для нормальной работы прибора; соединительные линии, связывающие прибор с дросселем, и собственно прибор.

Решающими факторами для обеспечения правильности показаний дифманометров переменного перепада являются правильное выполнение схем подключения соединительных линий и врезки приемных преобразователей в технологические трубопроводы, а также правильное размещение и установка приборов.

9.2. ПРИЕМНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ (ПРИЕМНИКИ) ПЕРЕМЕННОГО ПЕРЕПАДА

Приемники служат для однозначного преобразоваиия измеряемой величиины (расхода) в другую, физически отличную величину (перепад давления), измеряемую прибором. Основной класс приемников переменного перепада – сужающие устройства (диафрагмы, сопла). Из приемников остальных классов в основном применяют напорные трубки, удобные для измерения местной скорости.

На рис. 9.1 схематично показаны существующие типы приемников переменного перепада давления (сужающих устройств): диафрагмы, сопла и трубы Вентури, напорные трубки и т. п. Из перечисленных приемников наиболее широко применяются сужающие устройства, изготовляемые серийно в соответствии с «Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными су-

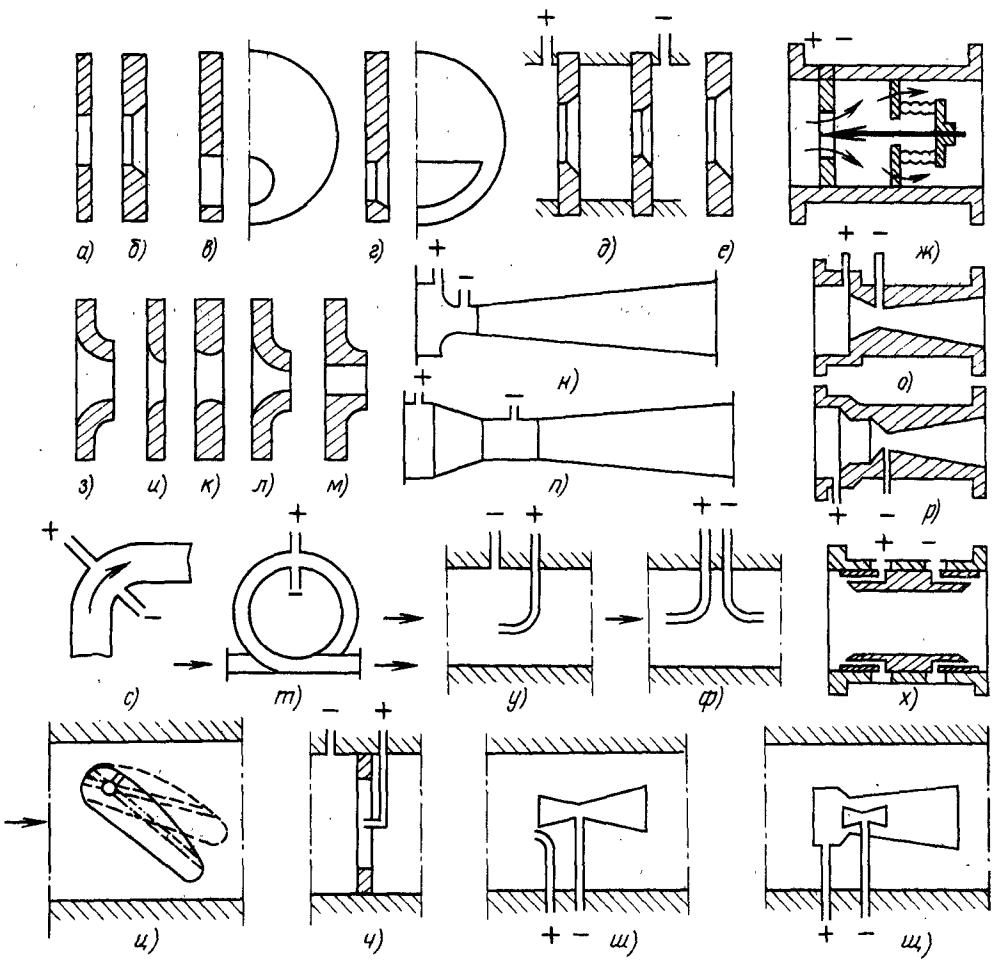


Рис. 9.1. Схемы приемников переменного перепада давления.

Диафрагмы: нормальные (*а* и *б*), эксцентричная (*в*), сегментная (*г*), двойная (*д*), с двойным скосом (*е*), с коррекцией при изменении давлеиия и температуры (*ж*). Сопла: нормальные (*з*), «четверть круга» (*и*), полкруга (*к*), комбинированиое (*л*), цилиндрическое (*м*), Вентури (*н*), Вентури с двойиым сужением (*о*). Трубы: Вентури (*п*), Долла (*р*). Приемники разные: колена трубы (*с*), кольцевой участок трубы (*т*), напорные трубки (*у* и *ф*), усредняющая напорная кольцевая вставка (*х*), напорное кольцо (*ц*), напорный усилитель с диафрагмой (*ч*), напорный усилитель – трубка Вентури – Пито (*ш*), напорный усилитель – сдвоенная трубка Вентури (*щ*)

жающими устройствами РД 50-213-80» (в дальнейшем «Правилами РД 50-213-80»).

Остальные сужающие устройства, показанные на рис. 9.1, серийно не изготовляются; их параметры в каждом конкретном случае рассчитывают в зависимости от специфики условий применения. Соответственно и применяются они редко, например: для измерения малых расходов вязких жидкостей или загрязненных потоков при малом значении числа Рейнольдса, а также для измерения расхода в трубопроводах с малыми скоростями, в трубопроводах малого диаметра и т. п. Число Рейнольдса обозначается Re и представляет собой отношение силы инерции к силе трения движущейся среды.

Существует объективная область применения сужающих устройств, оговоренная «Правилами РД-50-213-80» и определяемая диапазонами значений диаметров трубопроводов D и относительных площадей сужающих устройств $m = (d_{20}/D_{20})^2$, где d_{20} – диаметр отверстия сужающего устройства при температуре 20 °С, D_{20} – диаметр трубопровода при температуре 20 °С. При этом диаметр отверстия диафрагмы d независимо от способа отбора перепада давления должен быть равен или больше 12,5 мм.

Диафрагмы с угловым способом отбора перепада давления применяют при 50 мм $\leqslant D \leqslant$ 1000 мм и $0{,}05 \leqslant m \leqslant 0{,}64$.

Диафрагмы с фланцевым способом отбора перепада давления применяют при 50 мм $\leqslant D \leqslant$ 760 мм и $0{,}04 \leqslant m \leqslant 0{,}56$.

Нормальные диафрагмы независимо от способа отбора применяют также при $20\,500 \leqslant \mathrm{Re} \leqslant 300\,000$.

Сопла при измерении расхода газа применяют при 50 мм $\leqslant D$ и $0{,}05 \leqslant m \leqslant 0{,}64$, а при измерении расхода жидкости при 30 мм $\leqslant D$ и $0{,}05 \leqslant m \leqslant 0{,}64$. При применении сопел справедливо соотношение $60\,000 \leqslant \mathrm{Re} \leqslant 200\,000$.

В случае применения сопел и труб Вентури их диаметр d должен быть равен или больше 15 мм.

При этом для сопел Вентури соотношения должны быть следующими: 65 мм $\leqslant D \leqslant$ 500 мм; $0{,}05 \leqslant m \leqslant 0{,}60$, а для труб Вентури – 50 мм $\leqslant D \leqslant$ 400 мм; $0{,}10 \leqslant m \leqslant 0{,}60$.

При измерении расхода газа отношение абсолютных давлений на выходе и входе сужающего устройства должно быть равно или больше 0,75.

При измерении расхода газов и жидкостей применяют как угловой, так и фланцевый способ отбора перепада давления на диафрагмах и угловой способ отбора на соплах, соплах Вентури и трубах Вентури.

Ниже рассматриваются только нормальные сужающие устройства, серийно изготовляемые промышленностью.

Сужающие устройства должны изготовляться из материалов, устойчивых против длительного воздействия измеряемой среды, и иметь следующие обозначения: типоразмер и заводской номер; значение диаметра отверстия при температуре 20 °С d_{20}; стрелку, указывающую направление потока; марку материала; знаки «+» и «–» соответственно на переднем и заднем (по направлению потока) корпусах камеры (обойме) и торцах сужающего устройства.

Диафрагмы. Диафрагма представляет собой диск толщиной 4 – 8 мм, но не более $0{,}05D_{20}$, проходное отверстие которого рассчитано на создание местного сопротивления, обусловливающего измеряемый перепад давления. Существуют две разновидности диафрагм: камерные и бескамерные. Условное обозначение бескамерной диафрагмы по ГОСТ 14321 – 73 включает в себя типоразмер диафрагмы, условное обозначение марки материала диска и номера стандарта.

Типоразмер диафрагмы складывается из значений условного давления P_y в мегапаскалях и условного диаметра трубопровода D_y в миллиметрах. Бескамерные диафрагмы изготовляются промышленностью на $P_y = 0{,}25$; 0,6; 1,0; 1,6 МПа при $D_y = 400 \div 1000$ мм; на $P_y = 2{,}5$ МПа при $D_y = 500 \div 700$ мм. Камерные диафрагмы изготовляются приборостроительными заводами на $P_y = 0{,}6$; 1,6; 2,5; 4,0 МПа при $D_y = 50 \div 500$ мм и на $P_y = 10{,}0$ МПа при $D_y = 50 \div 400$ мм.

Марки сталей по ГОСТ 5632-72, из которых изготавливают диски диафрагм, имеют следующие условные обозначения: 12Х18Н10Т – «б», 10Х17Н13М2Т – «в», Х17 – «г».

Марки сталей камер диафрагм обозначают следующим образом: по ГОСТ 1050 – 74 Сталь 35 – «а», по ГОСТ 5632 – 72: 12Х18Н10Т – «б», 10Х17Н13М2Т – «в», Х17 – «г».

Условное обозначение бескамерной диафрагмы строится следующим образом. В начале обозначения ставят буквы ДБ – начальные буквы слов «диафрагма бескамерная». Следующая в обозначении цифра – условное давление среды. Разделительным знаком от перечисленных символов отделен условный диаметр трубопровода, на котором должна монтироваться диафрагма. Затем указывают условное обозначение марки стали, из которой изготовлена диафрагма.

Заканчивается обозначение номером стандарта на диафрагму. Например, условное обозначение бескамерной диафрагмы, изготовленной из стали Х17 и устанавливаемой на трубопроводе с условным диаметром 500 мм, условным давлением измеряемой среды 0,6 МПа, следующее: ДБ6-500-г, ГОСТ 14322—77. Если давление измеряемой среды 2,5 МПа, а условный диаметр трубопровода 300 м, то обозначение диафрагмы запишется следующим образом: ДБ25-300-г, ГОСТ 14322—77.

Условное обозначение камерной диафрагмы по ГОСТ 14321—73 включает в себя типоразмер диафрагмы, тип исполнения, условное обозначение марки стали камер и диска, типа соединения и номер стандарта. Построение обозначений камерных диафрагм аналогично построению обозначений бескамерных (дисковых), но дополняется сведениями о конструктивных особенностях и материале камер. К конструктивным особенностям в данном случае относится конфигурация плоскостей (посадочных мест) камеры, сочленяемых с фланцами трубопровода (выступ, впадина). Исполнение камеры с выступом обозначается римской цифрой I, а камеры с впадиной — II.

Соединения диафрагмы (выводы) кодируют в обозначении арабскими цифрами (рис. 9.2—9.4).

Из рис. 9.4 видно, что соединения *10—13* составлены из диафрагм, соединений соответственно *1—4* и уравнительных либо разделительных сосудов.

Камерная диафрагма на условное давление среды 4,0 МПа для трубопровода диаметром 50 мм с посадочным местом камеры исполнения «впадина», изготовленная из сталей Х17 (корпус), 12Х18Н10Т (диск), предназначенная для измерения расхода жидкости при температуре до 120 °С на горизонтальном трубопроводе, расположенном около стены, обозначается так: ДК40-50-II-г/б-2, ГОСТ 14321—73.

Когда диафрагмы применяют для сред, требующих других материалов, в условиом обозначении указывают марку материала, а также индекс и номер документа, по которому изготовлен материал.

Сопла. Любая диафрагма создает в трубопроводе ощутимые безвозвратные потери давления среды. Это ограничивает область применения диафрагм для тех случаев, где технологические условия не допускают таких потерь, например при низких давлениях газообразных сред и высоких давлениях парообразных. В этих случаях применяют другой вид сужающих устройств — сопла, которые за счет более мягких конструктивных форм активной части создают более низкие безвозвратные потери давления

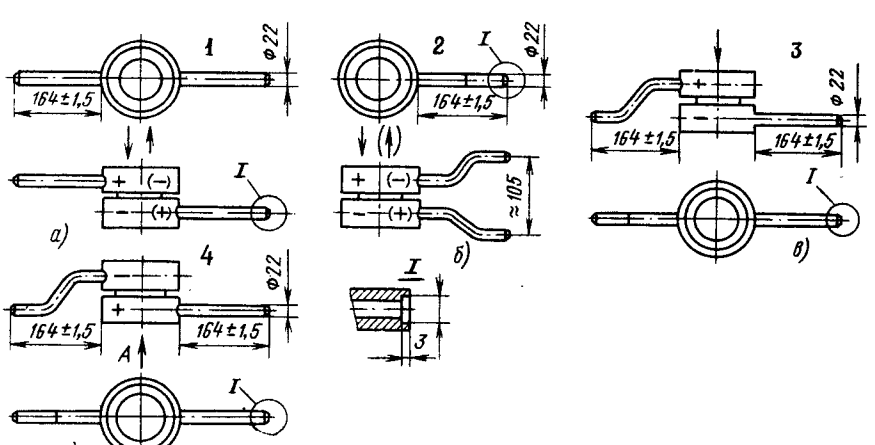


Рис. 9.2. Варианты соединений выводов с камерами диафрагм (измеряемая среда — жидкость при температуре до 120 °С. Стрелки указывают направление потока):

а — соединение *1* для горизонтальиого трубопровода, удаленного от стены (иаправление потока сверху вниз или снизу вверх); *б* — соединение *2* для горизонтального трубопровода около стеиы (направлеиие потока сверху вниз или снизу вверх); *в* — соединеиие *3* для вертикального трубопровода при иаправлеиии потока сверху вниз; *г* — соединение *4* для вертикального трубопровода при иаправлении потока снизу вверх

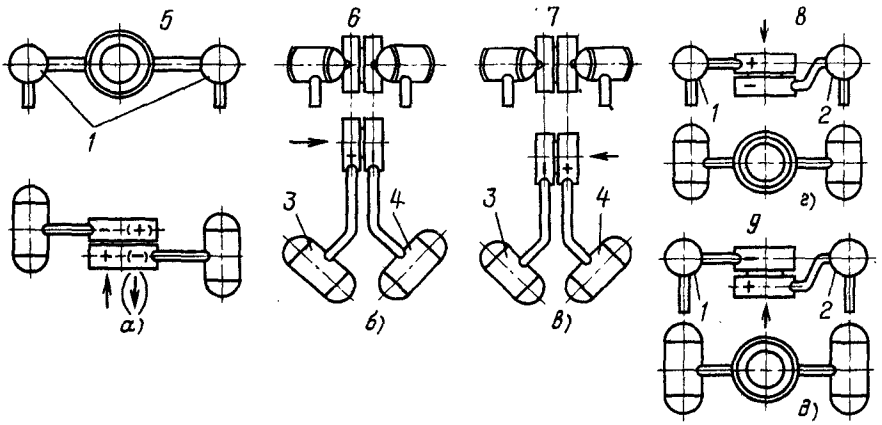


Рис. 9.3. Камерные диафрагмы с уравнительными сосудами (измеряемая среда — водяной пар):

а — соединение *5* для горизонтального трубопровода, удаленного от стены; *б* — соединение *6* для горизонтального трубопровода около стены при направлении потока слева направо; *в* — соединение *7* для горизонтального трубопровода около стены при направлении потока справа налево; *г* — соединение *8* для вертикального трубопровода при направлении потока сверху вниз; *д* — соединение *9* для вертикального трубопровода при направлении потока снизу вверх; *1* — сосуды исполнения 1 типа СКМ-100-1 по ГОСТ 14318—73; *2* — сосуды исполнения 2 типа СКМ-100-2 по ГОСТ 14318—73; *3* — сосуды исполнения 3 типа СКМ-100-3 по ГОСТ 14318—73; *4* — сосуды исполнения 4 типа СКМ-100-4 по ГОСТ 14318—73

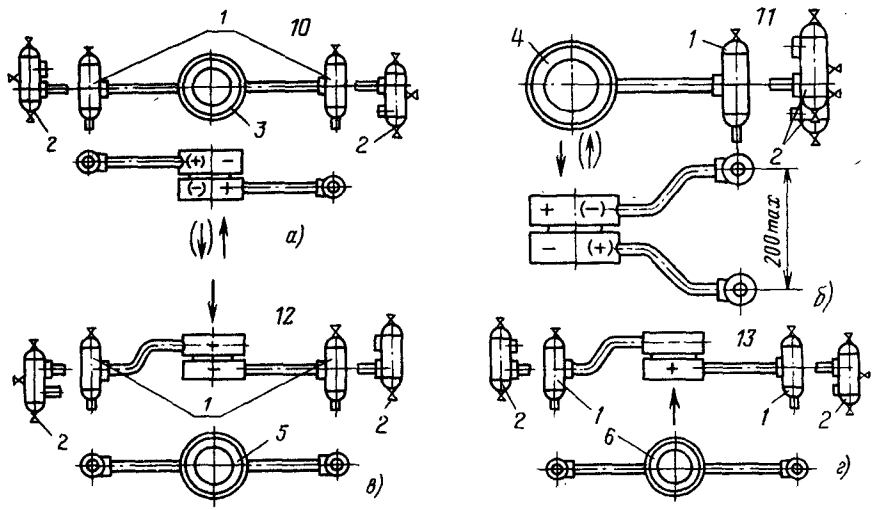


Рис. 9.4. Варианты соединений камерных диафрагм с уравнительными и разделительными сосудами (измеряемая среда — жидкость при температуре свыше 120 °С):

а — соединение *10* для горизонтального трубопровода, удаленного от стены; *б* — соединение *11* для горизонтального трубопровода около стены; *в* — соединение *12* для вертикального трубопровода при направлении потока сверху вниз; *г* — соединение *13* для вертикального трубопровода при направлении потока снизу вверх; *1* — сосуды уравнительные исполнения 2 типа СУМ-250-2 по ГОСТ 14319—73; *2* — сосуды разделительные исполнения 4 типа СРС-250-4 по ГОСТ 14320—73; *3* — диафрагма соединения *1*; *4* — диафрагма соединения *2*; *5* — диафрагма соединения *3*; *6* — диафрагма соединения *4*

измеряемой среды. Так же как диафрагмы, сопла бывают камерные и бескамериые.

Сужающие устройства поставляются заводами-изготовителями комплектно с дифманометрами.

Профильная часть отверстия сопла должна быть выполнена с плавным сопряжением дуг. Отклонения радиусов дуг от номинальных значеиий не должны превышать 10% при $m \leqslant 0{,}25$ и 3% при $m > 0{,}25$.

Цилиндрическое отверстие сопла Вентури должно непосредственно без радиального сопряжения переходить в конус. Угол выходного конуса сопла Вентури должен удовлетворять условию $5° \leqslant \varphi \leqslant 30°$.

МОНТАЖ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Сужающие устройства должны монтироваться в предварительно установленных фланцах только после очистки и продувки технологических трубопроводов (желательно перед их опрессовкой). Установка сужающих устройств должна производиться так, чтобы в рабочем состоянии обозначения на их корпусах были доступны для осмотра.

Сужающее устройство можно устаиавливать только на прямом участке трубопровода независимо от положения этого участка в пространстве. При выборе места установки сужающего устройства необходимо иметь в виду, что измеряемый поток в этом месте должен целиком заполнить сечение трубопровода.

К основным конструктивным факторам трубопровода, влияющим на погрешности измерения расхода, относятся: отклонение действительных диаметров участков от расчетных значений, овальность трубопроводов, дефекты прямых участков трубопровода, длина прямых участков до и после сужающего устройства.

Действительный внутренний диаметр участка трубопровода перед сужающим устройством определяют как среднее арифметическое результатов измерений в двух поперечных сечениях: непосредственно у сужающего устройства и на расстоянии $2D_{20}$ от него, причем в каждом из сечений не менее чем в четырех диаметральных направлениях. Результаты отдельных измерений не должны отличаться от среднего значения более чем на 0,3%. Внутренний диаметр участка трубопровода на длине $2D_{20}$ за сужающим устройством может отличаться от внутреннего диаметра участка трубопровода перед сужающим устройством не более чем на $\pm 2\%$.

Прямой участок трубопровода перед сужающим устройством должен иметь круглое сечение на длине не менее $2D_{20}$. Результаты отдельных измерений диаметра на этой длине в любых различных плоскостях не должны отличаться более чем на 0,3% от среднего диаметра.

На внутренней поверхности участка трубопровода длиной $2D_{20}$ перед сужающим устройством и за ним не должно быть никаких уступов, а также заметных невооруженным глазом наростов и неровностей от заклепок, сварных швов н т. п. Допускают уступ перед сужающим устройством в месте стыка труб, если $h100\%/D \leqslant 0{,}3\%$, где h – высота трубопровода, а D – его диаметр.

Большая высота указывает на непригодность данного участка трубопровода.

Допустимая высота уступа на прямом участке трубопровода за сужающим устройством может быть в 3 раза больше указанных выше для измерительного участка перед сужающим устройством.

Сужающие устройства необходимо устанавливать на прямых участках трубопроводов, не имеющих непосредственно у сужающего устройства местных сопротивлений (колен, угольников, задвижек, вентилей, конических вставок и т. п.). Как указывалось выше, одним из важнейших факторов, влияющих на точность измерения расхода жидкостей и газов, является правильно выбранные расстояния между местными сопротивлениями и сужающим устройством (L_1 – перед и L_2 – после сужающего устройства, а также L_3 – между соседними сужающимн устройствами), т. е. оптимальные длины прямых участков.

На рис. 9.5 показаны наиболее типичные местные сопротивления трубопроводов. В зависимости от внда сопротивления меняется и длина прямого участка трубопровода у сужающего устройства и соответственно меняется отношение L/D. Значения L_1/D при расположении сопротивления перед сужающим устройством указаны в табл. 9.1. Если перед сужающим устройством расположены два сопротивления, то это учитывают, если длина прямого участка между ними L_3 менее указанной в табл. 9.2.

Допускается уменьшение расстояния между двумя местными сопротивлениями, ближайшими к сужающему устройству относительно указанного в табл. 9.2, за счет соответствующего увеличения длины прямого участка непосредственно перед сужающим устройством.

Существует ряд особенностей взаим-

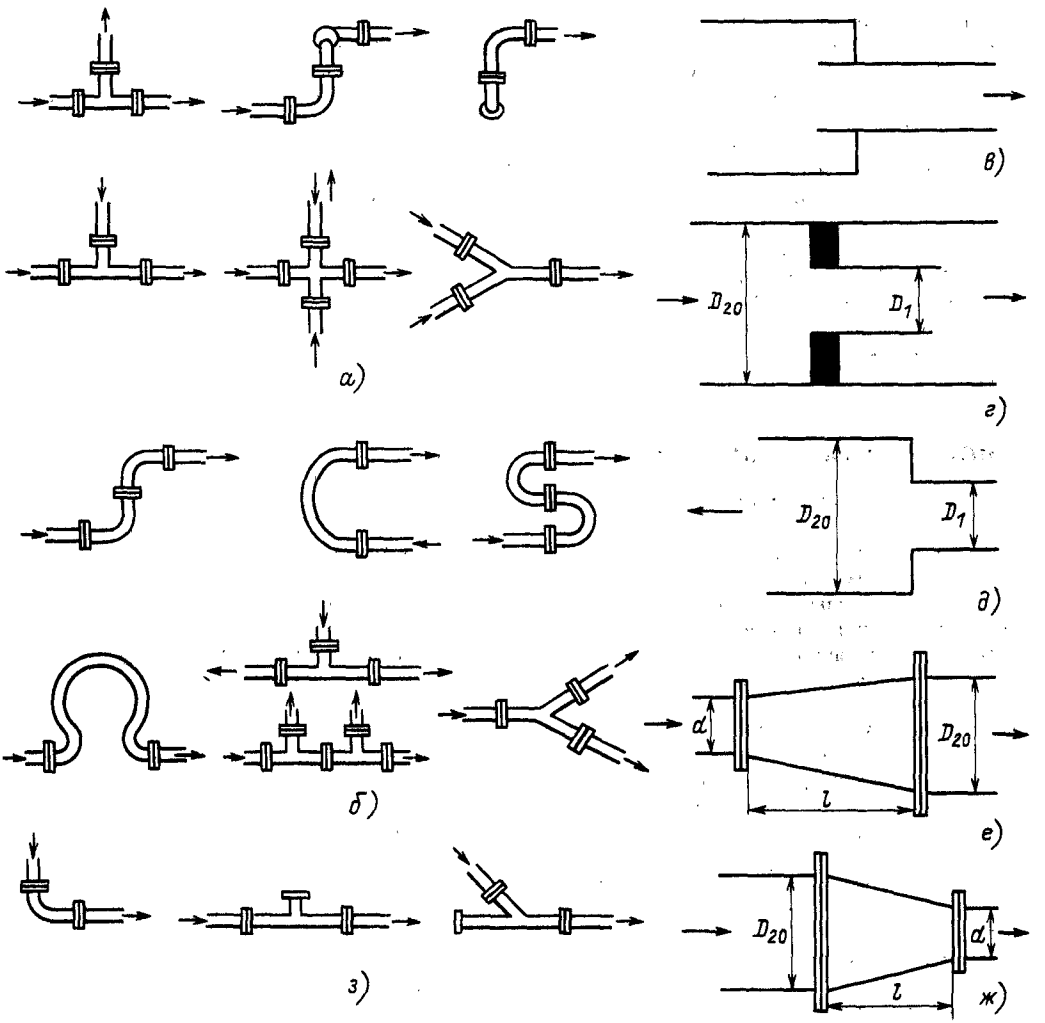


Рис. 9.5. Типичные местные сопротивления в трубопроводах:
а – группы колен в разных плоскостях или смешивающиеся потоки; *б* – группа колен в одной плоскости или разветвляющиеся потоки; *в* – симметричный вход в трубу после емкости (форкамеры); *г* – прокладка, резко выступающая внутрь трубопровода ($D_1/D_{20} \approx 0{,}6$); *д* – внезапное расширение потока ($D_1/D_{20} \geqslant 0{,}6$); *е* – расширение потока при конусности $K = (D_{20} - d)$: l, изменяющейся от 1 : 2 до 1 : 4; *ж* – сужение потока при конусности $K = (D_{20} - d)$: l, изменяющейся от 1 : 1 до 1 : 3; *з* – колено или тройник

ного расположения местных сопротивления и сужающего устройства. Если расстояние между единичными коленами в трубопроводе превышает 15 D_{20}, то каждое колено считают одиночным. Если это расстояние меньше указанного, то данную группу коленьев считают одним местным сопротивлением данного типа (см. табл. 9.1). Это допущение справедливо при условии равенства или превышения радиусов кривизны коленьев диаметра трубопровода. Когда ближайшим к сужающему устройству оказывается такое местное сопротивление, как форкамера (емкость большого диаметра), то другие местные сопротивления, расположенные до этой емкости, при выборе длины прямого участка трубопровода во внимание не принимают. При необходимости установить сокращенную длину прямого участка трубопровода перед сужающим устройством при

Таблица 9.1. **Необходимые длины прямых участков для местных сопротивлений, расположенных перед сужающим устройством**

m	Значение L_1/D_{20} для местных сопротивлений						
	Группа коленьев в разных плоскостях или смешивающиеся потоки	Группа коленьев в одной плоскости или разветвляющийся поток	Задвижка	Шаровой клапан	Расширение	Сужение	Колено или тройник
0,05	34	14	12	18	16	10	10
0,10	34	16	12	18	16	10	10
0,15	36	18	12	20	16	10	14
0,20	38	18	12	20	17	10	14
0,25	40	20	12	22	18	10	14
0,30	44	22	14	24	20	10	16
0,35	48	26	14	26	22	10	18
0,40	54	32	16	28	25	11	22
0,50	62	36	20	32	30	14	28
0,55	70	42	24	36	38	22	36
0,64	80	50	30	44	54	30	46

любом типе предстоящих местных сопротивлений (кроме гильзы термометра) она не должна быть менее $10D_{20}$. Сокращение нормируемых длин прямых участков трубопровода недопустимо, когда на последнем расположено последовательно несколько сужающих устройств.

Для определения значений L_2/D при расположении сопротивления за сужающим устройством пользуются графиком, показанным на рис. 9.6, *а*.

Значения L_3/D_{20} при расположении на одном трубопроводе двух сужающих устройств определяют по графику на рис. 9.6, *б*.

Таблица 9.2. **Значения L_1/D_{20} между двумя сопротивлениями, ближайшими к сужающему устройству**

Вид сопротивления	L_1/D_{20}
Группа коленьев в одной плоскости или разветвляющийся поток	17,5
Группа коленьев в разных плоскостях или смешивающиеся потоки	30
Колено или тройник	15
Сужение при конусности от 1:1,5 до 1:3	7,5
Расширение при конусности от 1:2 до 1:4	15
Внезапное расширение потока ($D_1/D_{20} \geqslant 0{,}6$)	40
Устройство, создающее закрутку потока (при $\varphi = 30°$)	45
То же при $\varphi = 45°$	45
То же при $\varphi = 60°$	50
Прокладка, резко выступающая внутрь трубопровода ($D_1/D_{20} \approx 0{,}6$)	12,5
Симметричный вход в трубу после емкости (форкамеры)	12,5
Гильза термометра при $0{,}03D_{20} < d' \leqslant 0{,}13$	10,0
То же при $d' \leqslant 0{,}03D_{20}$	2,5
Шаровой клапан	15
Кран	20
Задвижка	10
Запорный вентиль	16
Регулировочный вентиль:	
$H = h/D = 0{,}25$	40
$H = 0{,}50$	30
$H = 0{,}75$	25
$H = 1{,}00$	15
Регулировочный клапан:	
$H = 0{,}25$	22,5
$H = 0{,}50$	17,5
$H = 0{,}75$	15,0
$H = 1{,}00$	12,5
Регулирующая заслонка	22,5

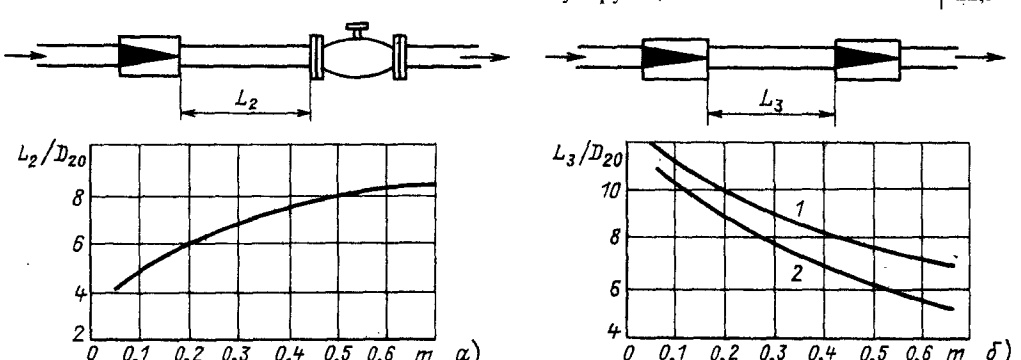


Рис. 9.6. Графики зависимости L/D от m при различных взаимных расположениях сужающего устройства и сопротивления или двух сужающих устройств:

а – зависимость L_2/D_{20} от m при расположении сопротивления за сужающим устройством; *б* – зависимость L_3/D_{20} от m при взаимном расположении двух сужающих устройств; *1* – кривая зависимости для диафрагм; *2* – кривая зависимости для сопел

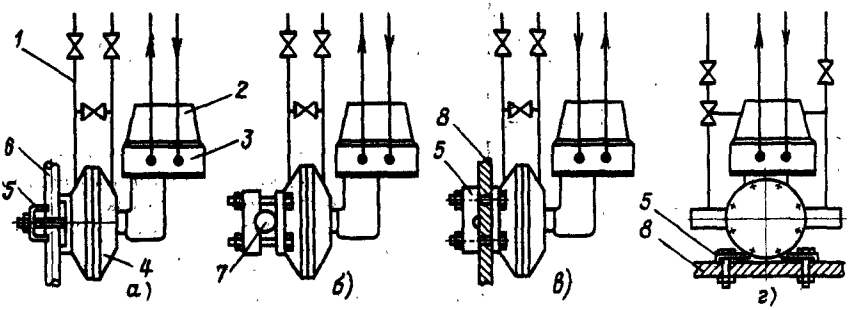


Рис. 9.7. Способы закрепления дифманометров на вертикальной трубе (*а*), на горизонтальной трубе (*б*), на вертикальной плоскости (*в*), на горизонтальной плоскости (*г*):

1 – вентильный блок; *2* – блок преобразования; *3* – блок выходного сигнала; *4* – блок чувствительного элемента; *5* – установочная конструкция; *6* – вертикальная труба; *7* – горизонтальная труба; *8* – плоскость

Места расположения сужающих устройств указываются в технологической части проекта. Врезка диафрагм осуществляется организациями, монтирующими технологическое оборудование и трубопроводы (см. разд. 1).

9.3. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МАНОМЕТРЫ

Все дифференциальные манометры (дифманометры) системы ГСП составлены из четырех основных блоков: вентильного, чувствительного элемента, преобразования и блока выходного сигнала. Эти приборы имеют единый, унифицированный узел крепления, дающий возможность в зависимости от условий монтажа закрепить прибор на трубе либо на плоскости. Возможные варианты закрепления приборов системы ГСП показаны на рис. 9.7.

В зависимости от эксплуатационных условий приборы могут устанавливаться на стене либо на полу.

СХЕМЫ УСТАНОВКИ И ОБВЯЗКИ ДИФМАНОМЕТРОВ

Монтаж дифманометров включает в себя две основные операции: установку и обвязку. Установка – это закрепление приборов на строительных элементах зданий и сооружений, которая выполняется с помощью установочных конструкций. Операция обвязки заключается в соединении дифманометра с измерительной схемой. Импульсные линии, соединяющие прибор с сужающим устройством, имеют достаточную протяженность (до 50 м). Для мембранных дифманометров типа ДМ это расстояние бывает не более 15 м. Рекомендуемая предельная длина импульсных линий к дифманометрам типа «Сапфир-22ДД» также равна 15 м.

Практика показала, что монтаж основного протяженного участка импульсных линий (трассы трубных проводок) сводится к укладке и закреплению на установленных конструкциях в основном прямых длинных отрезов труб. Это трудоемкая, но относительно несложная работа, выполняемая на месте монтажа. Включение прибора в измерительную схему требует выполнения довольно сложного трубного соединения, называемого узлом обвязки.

На рис. 9.8 показаны измерительные схемы с узлами обвязки при расположении дифманометра ниже либо выше сужающего устройства. Целесообразно выполнять эти узлы вне зоны монтажа в стационарных условиях, что обеспечивает высокое качество работ при минимальных трудозатратах. Из рис. 9.8 видно, что узлы обвязки позволяют присоединить прибор как к импульсным *3*, так и к продувочным *6* линиям.

Целесообразно поставлять на монтаж комплекты узлов установки и обвязки.

Определяющими условиями выбора конструкции установки и обвязки дифманометров являются: тип и конструктивные особенности дифманометра, измеряемая среда и ее параметры, вид выходного сигнала и разновидность питания, взаимное расположение дифманометра и отборного устройства, окружающая среда, место установки.

Многообразие дифманометров требует широкого ассортимента установочных конструкций, унификация которых позволяет резко сократить номенклатуру. В основу унификации положен простой конструктивный прием. Любая установочная конструкция для

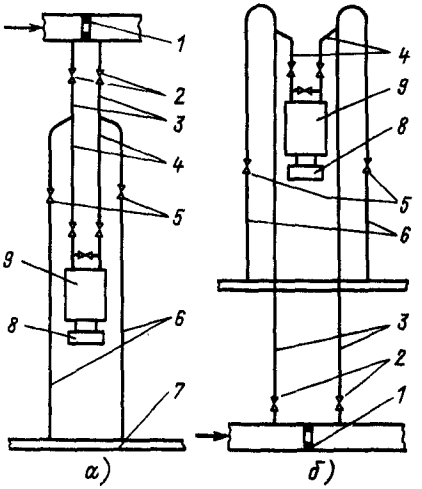


Рис. 9.8. Измерительные схемы с узлами обвязки:

а – дифманометр расположеи ниже сужающего устройства; *б* – то же, выше сужающего устройства; *1* – сужающее устройство; *2* – вентили сужающего устройства; *3* – импульсные линии; *4* – узлы обвязки дифманометров; *5* – продувочные вентили узлов обвязки; *6* – продувочные линии; *7* – дренажный коллектор; *8* – подставка для установки дифманометров; *9* – дифманометр

большинства дифманометров разделяется на две основные составляющие: подставку под прибор и опору для крепления к элементу здания, сооружения и т. п. Такое разделение в большинстве случаев позволяет сделать опору независимой от типа дифманометра. Эффективность описываемого приема обусловлена незначительной сложиостью и металлоемкостью подставки по сравнению с опорой. Поэтому подставка может иметь необходимое число разновидностей (рис. 9.9). Ниже приведены типовые конструкции (ТК) Главмонтажавтоматики.

Подставки. Ряд дифманометров в корпусах старого типа имеет глухое гнездовое установочное отверстие, предназначенное для монтажа прибора на стержне. Большинство приборов, созданных в последние годы, рассчитано на закрепление на трубе-стержне с помощью обхватной скобы или хомута. Поэтому подставки представляют собой стержень, приваренный к плоскому основанию (рис. 9.9). Стержень *1* выполнен из стальной трубы. Для приборов, имеющих глухое гнездовое установочное отверстие и стопорный винт, свободный коиец стержня проточен (рис. 9.9, *а*). Крепление остальных приборов такой проточки стержня не требует (рис. 9.9, *б*).

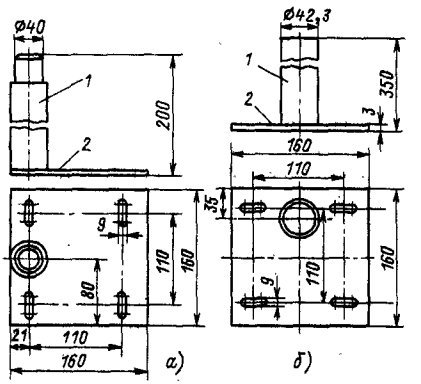


Рис. 9.9. Подставки для установки дифманометра:

а – подставка ДП для дифманометров ДМЭР-М, ДСЭР-М, ДСП, ДСС по ТК4-541-83; *б* – подставка ГСП для дифманометров ДМ-П1, ДМ-П2, 13ДД11, «Сапфир-22ДД» по ТК4-3240-83; *1* – стержень; *2* – основание

Основания *2* обоих типов подставок одинаковы, их устаиовочные отверстия и габаритные размеры унифицированы. Овальные установочные отверстия подставок облегчают их болтовое соединение с опорами.

Опоры также унифицированы благодаря ограниченности вариантов установки (стена, пол) и унификации подставок. Для установки прибора на стене существует опора, называемая кронштейном (рис. 9.10). Это Г-образная конструкция из листовой стали толщиной 3 мм с отбортовкой. Горизонтальная плоскость кронштейна служит для установки подставки с дифманометром, которая закрепляется на болтах через круглые отверстия в основной плоскости кронштейна. Для

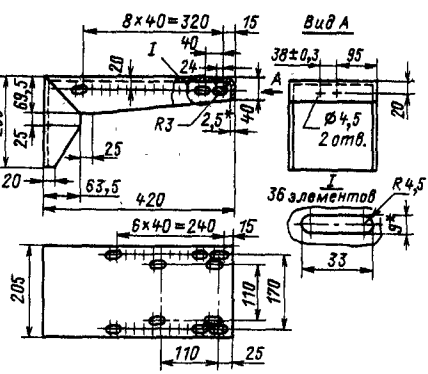


Рис. 9.10. Кронштейи КП-58 по ТК4-3421-83 для установки дифманометров на стене

облегчения совмещения отверстия в кронштейне выполнены овальными.

Овальные отверстия на горизонтальной плоскости кронштейна служат для прохода импульсных либо продувочных труб. С помощью перфорационных отверстий в отбортовках закрепляют вспомогательные устройства (фильтр, редуктор и т. п.), а также при необходимости крепят продувочные трубы.

Вертикальной плоскостью кронштейн закрепляют на стене (колонне) пристрелкой строительно-монтажным пистолетом с помощью дюбелей-гвоздей. При необходимости кронштейн можно закреплять на металлическом основании сваркой или болтами. В последнем случае в крепежной плоскости сверлят три отверстия диаметром 9 мм, расположенные треугольником. Эти отверстия не выполняют при изготовлении, потому что крепление пристрелкой считается предпочтительным.

Стойки. Для установки дифманометров на полу существует другая разновидность опор — стойка. Она представляет собой прямоугольную объемную конструкцию (рис. 9.11), элементы которой изготовлены из листовой стали. Верхняя площадка стойки аналогична горизонтальной плоскости кронштейна и служит тем же целям. Нижняя площадка предназначена для закрепления стойки к полу с помощью трех анкерных болтов диаметром 14 мм.

Основания опор имеют отверстия и перфорацию для закрепления прибора, узла подготовки воздуха (фильтра, редуктора), труб обвязки и т. п. Дифманометры устанавливают на основании либо непосредственно, либо с помощью специальных подставок (см. рис. 9.9).

Конструкция опор для напольной установки приборов позволяет также решать задачи, возникающие при монтаже приборов с электрическим выходным сигналом: установка соединительной коробки серии СК или КСП, закрепление электрического кабеля и т. п. При необходимости зануления (заземления) опоры последняя снабжается узлом заземления по ГОСТ 21130-75.

Наряду с описанными дифманометрами существует группа приборов с плоским фланцевым основанием (ДМ, ДКО, ДМ-П). Нецелесообразно создавать плоскую промежуточную подставку, которая затем закрепляется на плоскости опоры. Поэтому приборы этой группы устанавливают непосредственно на опоры.

Установку дифманометров на полу и на стене выполняют по типовым монтажным чертежам (ТМ) Главмонтажавтоматики

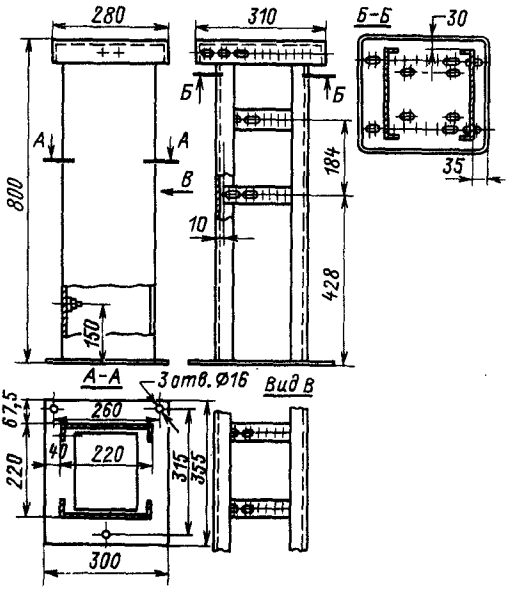


Рис. 9.11. Стойка СП по ТК4-550-83 для установки дифманометров на полу

Минмонтажспецстроя СССР «Приборы для измерения и регулирования давления, разрежения, расхода и уровня. Одиночная (групповая) установка на полу или стене» (сборники 34 и 27). Типичные варианты установки и обвязки дифманометров приведены в табл. 9.3, 9.4 и на рис. 9.12—9.17.

Обвязку приборов, не включенных в табл. 9.4, выполняют аналогично.

Групповая установка приборов. Основной задачей полносборного монтажа является поставка на объект укрупненных узлов и блоков, в связи с чем наиболее предпочтительна групповая установка приборов. Пример групповой установки приборов на стативе показан на рис. 9.18. Металлоконструкцию статива, называемую стойкой, изготавливают по ОСТ 36.13—76 (см. разд. 4). Габарнтные размеры и конфигурация статива обеспечивают экономичное размещение приборов, их обвязку и закрепление отрезков импульсных труб, предназначенных для присоединения к магистральным трубопроводам (соединительным линиям) на объекте.

Существует более простая монтажная конструкция статива, именуемая «рама РПП» и изготавливаемая по ТК4-546-86 в МЗМ монтажных управлений (рис. 9.19). В качестве примера на рис. 9.20 показаны стативы с прнборами, смонтированными на рамах РПП. Существуют типовые мон-

Таблица 9.3. **Схемы установки мембранных, колокольных, сильфонных и тензометрических дифманометров на полу или стене**

Обозначение типового монтажного чертежа ТМ	Обозначение трубной обвязки и ее ТК	Вариант установки	Размеры, мм H	Размеры, мм h	Эскиз установки по ТМ	P_y, МПа	Модификация дифманометра	Измеряемая среда и условия монтажа
ТМ4-73-83	ОП-105, ТК4-3550-83	1	1650 1660	850 860	Рис. 9.12, *а*	6,3 16	ДМ модель 23573, ДМ модель 23574, ППДМ модель 23014, ППДМ модель 23015	Газ, жидкость, пар. Подвод импульсных труб сверху
		2	—	850 860	Рис. 9.12, *б*	6,3 16		
ТМ4-64-83	ОП-102, ТК4-3548-83	1	2013 2023	1213 1223	Рис. 9.12, *в*	6,3 16	ДМ модель 23573, ДМ модель 23574, ППДМ модель 23014, ППДМ модель 23015	Жидкость, пар. Подвод импульсных труб снизу
		2	—	1213 1223	Рис. 9.12, *г*	6,3 16		
ТМ4-74-83	ОП-105, ТК4-3550-83	1	—	—	Рис. 9.13, *а*	0,25	ДКО модель 3702	Газ. Подвод импульсных труб сверху
		2			Рис. 9.13, *б*			
ТМ4-372-83	ОП-105, ТК4-3550-83	1	—	—	Рис. 9.14, *а*	16	ДСП-71, ДСП-71Ин, ДСП-71Ст, ДСП-71Эт, ДСС-711, ДСС-712М, ДСС-711Ин	Газ, жидкость, пар. Подвод импульсных труб сверху
		2			Рис. 9.14, *б*			
ТМ4-373-83	ОП-102, ТК4-3548-83	1	—	—	Рис. 9.14, *в*	16	ДСП-71, ДСП-71Ии, ДСП-71Ст, ДСП-71Эт, ДСС-711, ДСС-712М, ДСС-711Ин	Жидкость, пар. Подвод импульсных труб снизу
		2			Рис. 9.14, *г*			
ТМ4-374-83	ОП-105, ТК4-3550-83	1	—	—	Рис. 9.14, *д*	16	ДСП-71Пн, ДСС-711Рг, ДСС-712Рг	Газ, жидкость, пар. Подвод импульсных труб сверху
		2			Рис. 9.14, *е*			
ТМ4-375-83	ОП-102, ТК4-3550-83	1	—	—	Рис. 9.14, *ж*	16	ДСП-71Пн, ДСС-711Рг, ДСС-712Рг	Жидкость, пар. Подвод импульсных труб снизу
		2			Рис. 9.14, *з*			
ТМ4-376-83	ОП-104, ТК4-3550-83	1	—	—	Рис. 9.15, *а*	0,1	ДСЭР-М	Газ, жидкость. Подвод импульсных труб сверху
		2			Рис. 9.15, *б*			
ТМ4-377-83	ОП-101, ТК4-3548-83	1	—	—	Рис. 9.15, *в*	0,1	ДСЭР-М	Жидкость. Подвод импуяьсных труб синзу
		2			Рис. 9.15, *г*			
ТМ4-355-83	ОП-105, ТК4-3550-83	1	1812 1723	1012 923	Рис. 9.16, *а*	0,25 1,00	ДМ-П1 ДМ-П2	Газ. Подвод импульсных труб сверху
		2	—	1012 923	Рис. 9.16, *б*	0,25 1,00	ДМ-П1 ДМ-П2	

Продолжение табл. 9.3

Обозначение типового монтажного чертежа ТМ	Обозначение трубной обвязки и ее ТК	вариант установки	Размеры, мм H	Размеры, мм h	Эскиз установки по ТМ	P_y, МПа	Модификация дифманометра	Измеряемая среда и условия монтажа
ТМ4-356-83	ОП-104, ТК4-3550-83	1	1505 1535	705 735	Рис. 9.17, *а*	16 2,5	13ДД11	Газ, жидкость. Подвод импульсных труб сверху
		2	–	705 735	Рис. 9.17, *б*	16 2,5		
ТМ4-357-83	ОП-101, ТК4-3548-83	1	1868 1898	1068 1098	Рис. 9.17, *в*	16 2,5	13ДД11	Жидкость. Подвод импульсных труб снизу
		2	–	1068 1098	Рис. 9.17, *г*	16 2,5		

Таблица 9.4. **Типовые обвязки дифманометров**

Обозначение типовой конструкции	Условное наименование	Обозначение отводов типовой конструкции ТК4-3554-83	ТК4-3555-83	ТК4-3556-83	Размер H, мм	Тип устанавливаемого прибора	Условия монтажа
ТК4-3548-83	ОП-101	ОТ-1	ОТ-4	–	1200	ДСЭР-М, 13ДД11	Подвод импульсных труб снизу
	ОП-102	ОТ-2			1700	ДМ-П, ДСП, ДСС, ДМ, ППДМ, «Сапфир-22ДД»	
ТК4-3550-83	ОП-104	–	ОТ-4	ОТ-5	800	ДСЭР-М, 13ДД11	Подвод импульсных труб сверху
	ОП-105			ОТ-6	1400	ДМ-П, ДСП, ДСС, ДМ, ППДМ, ДКО, «Сапфир-22ДД»	

тажные чертежи (ТМ), помещенные в сборнике 27 групповой установки приборов. Все обвязки приборов унифицированы, благодаря чему они в равной степени пригодны как при одиночной, так и при групповой установке приборов.

Из рис. 9.18 и 9.20 видно, что в нижней части стативов независимо от конструкции стойки (рамы) размещают питающие и сливные коллекторы, узлы подготовки воздуха, запорные органы этих линий, а также соединительные коробки. Минимальные расстояния между осями стоящих рядом приборов при их групповой установке и обвязке на стативах показаны в табл. 9.5. Компоновка приборов на стативах обеспечивает поставку на объект законченного монтажного узла, который устанавливают на проектной отметке, присоединяя к нему необходимые импульсные, питающие, сливные, командные и другие линии связи.

На стативах наряду с дифманометрами могут быть размещены также и другие приборы, участвующие в данной схеме регулирования, контроля и сигнализации, например приборы системы «Старт», электрокон-

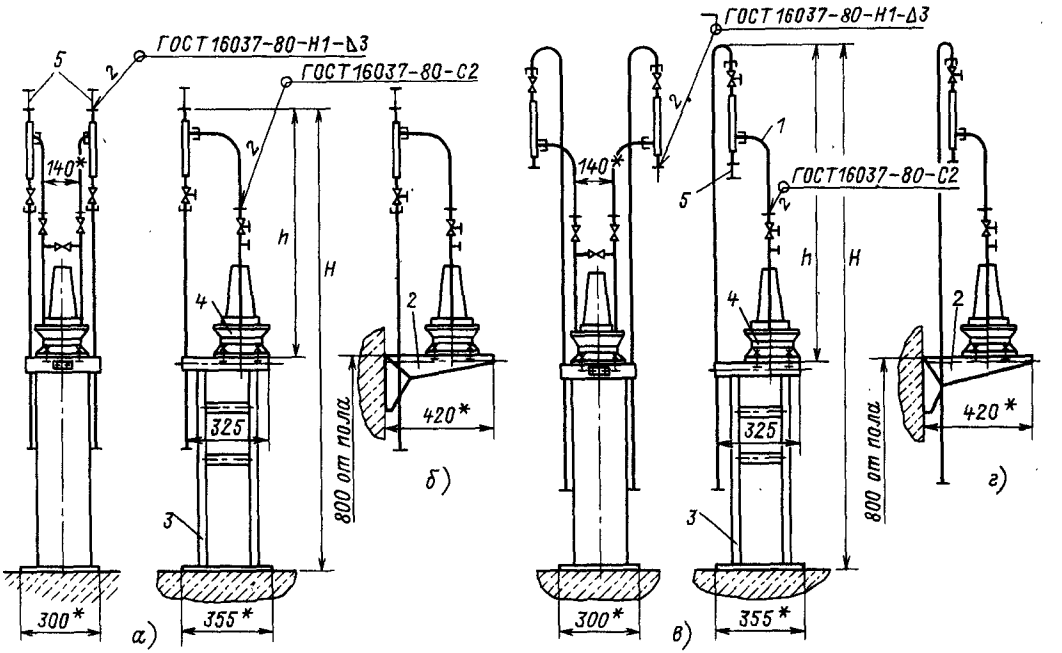


Рис. 9.12. Схемы установки мембранных дифманометров ДМ и ППДМ:

а — по ТМ4-73-83 на полу; *б* — то же на стеие; *в* — по ТМ4-64-83 иа полу; *г* — то же иа стеие; *1* — обвязка; *2* — кронштейн по ТК4-3421-83; *3* — стойка по ТК4-550-83; *4* — дифманометр; *5* — импульсные трубы

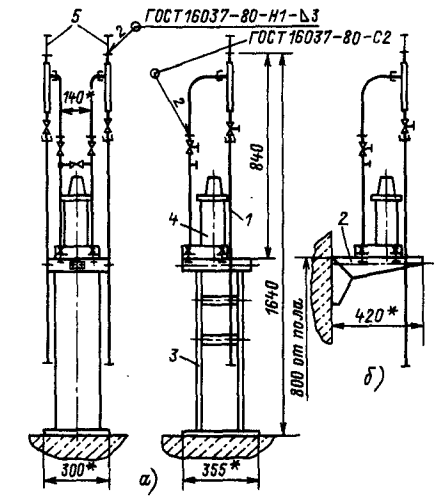


Рис. 9.13. Схемы установки колокольных дифманометров ДКО по ТМ4-74-83:

а — иа полу; *б* — на стене; *1* — обвязка; *2* — кроиштейн по ТК4-3421-83; *3* — стойка по ТК4-550-83; *4* — дифмаиометр; *5* — импульсные трубы

тактные манометры. Для установки последиих удобно применение стоек исполнения II по ОСТ 36.13—76, имеющих в верхней части панель (см. рис. 9.18).

Групповая установка приборов, как правило, должна предусматриваться при проектировании системы автоматизации техиологических процессов. Однако групповая установка приборов может быть произведена также при подготовке монтажного производства в разрабатываемых проектах производства работ. Изменение места установки одиночных приборов в связи с группироваиием не должно нарушать эксплуатационных требований и удобства обслуживания в условиях данного производства. Такие изменения проекта, как и всякие другие, должны быть согласованы с проектной организацией и эксплуатационным персоналом строящегося или реконструируемого предпрнятия. Помимо этого, необходимо выполнить соответствующие изменения в строительной части проекта, предусматривающие установку необходимых закладных деталей, позволяющих закрепить статив на месте установки. Стативы поставляются на монтажную площадку полностью укомплектованными, что

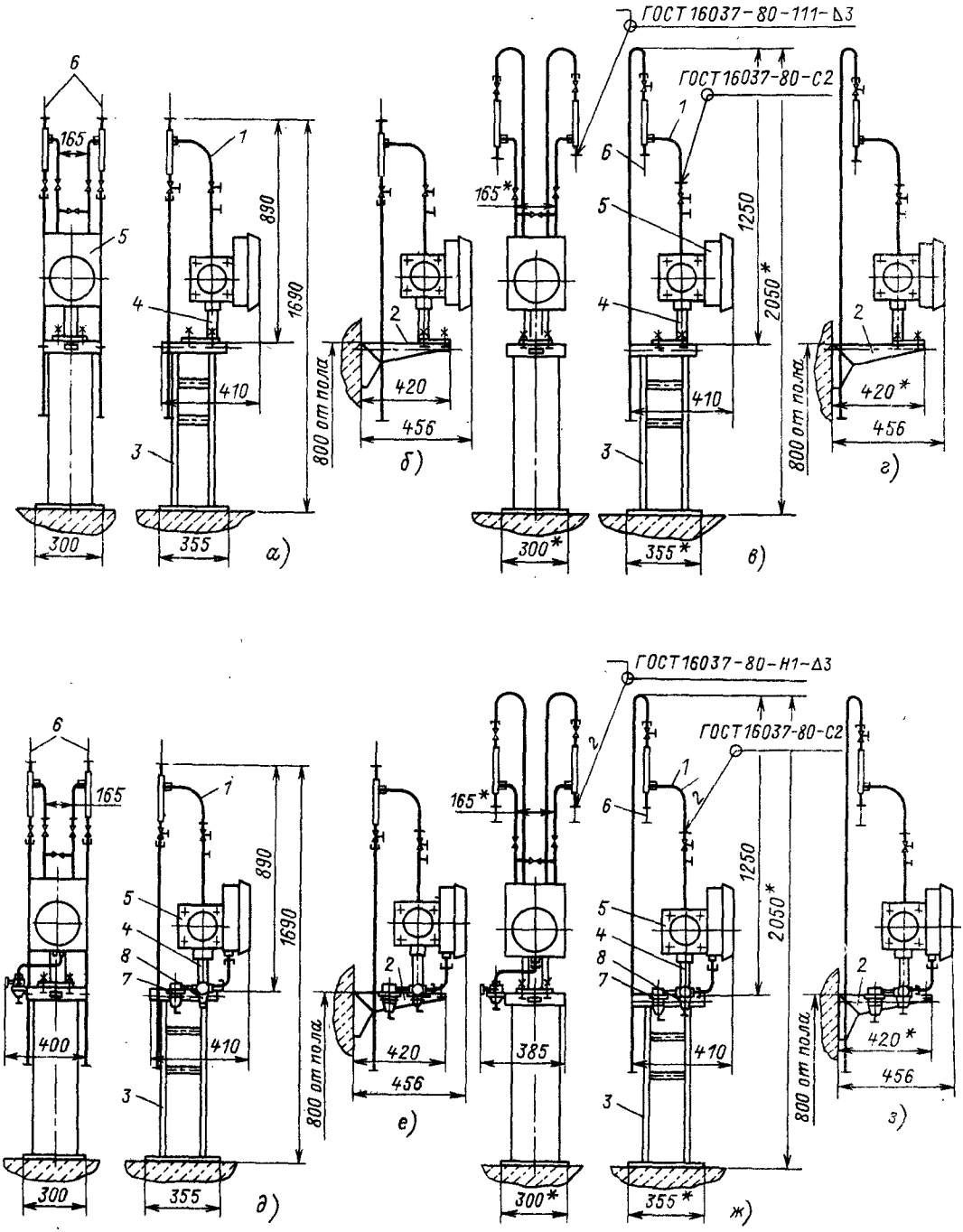


Рис. 9.14. Схемы установки сильфонных дифманометров ДСП, ДСС:

а – по ТМ4-372-83 на полу; *б* – то же на стене; *в* – по ТМ4-373-83 на полу; *г* – то же на стене; *д* – по ТМ4-374-83 на полу; *е* – то же на стене; *ж* – по ТМ4-375-83 на полу; *з* – то же на стене; *1* – обвязка; *2* – кронштейн по ТК4-3421-83; *3* – стойка по ТК4-550-83; *4* – подставка по ТК4-541-83; *5* – дифманометр; *6* – импульсные линии; *7* – фильтр воздуха ФВ-1,6; *8* – стабилизатор давления воздуха СДВ-1-6М

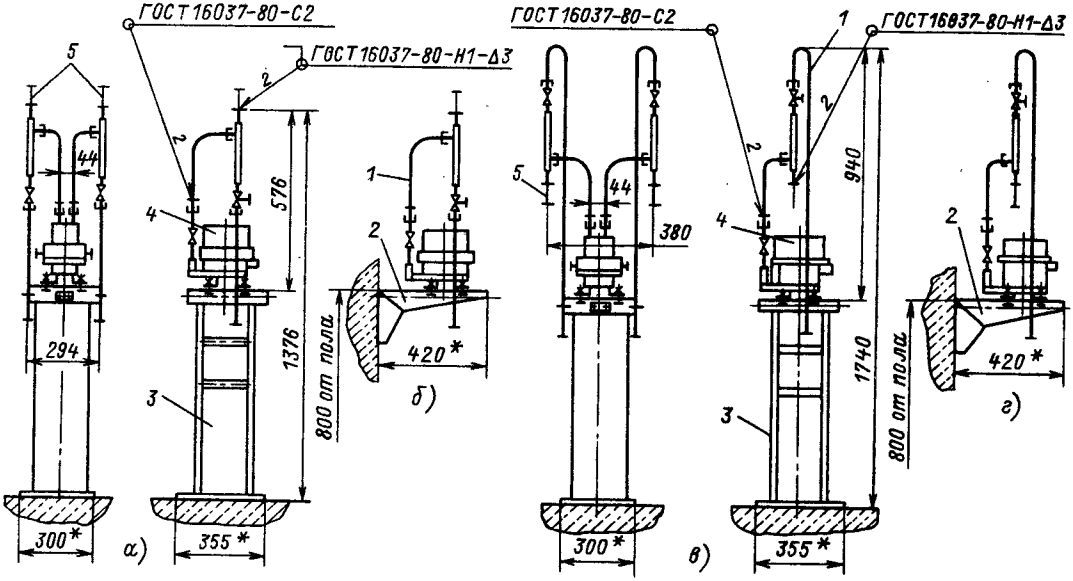


Рис. 9.15. Схемы установки сильфонных дифманометров ДСЭР-М:

а — по ТМ4-376-83 на полу; *б* — то же на стене; *в* — по ТМ4-377-83 на полу; *г* — то же на стене; *1* — обвязка; *2* — кронштейн по ТК4-3421-83; *3* — стойка по ТК4-550-83; *4* — дифманометр; *5* — импульсные трубы

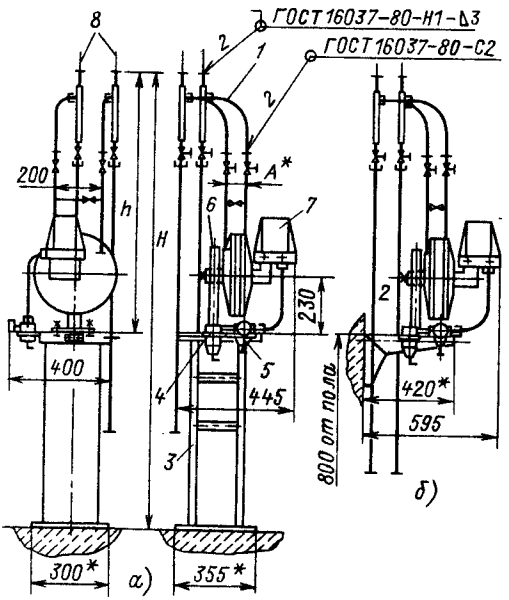


Рис. 9.16. Схемы установки мембранных дифманометров ДМ-П по ТМ4-355-83:

а — на полу; *б* — на стене; *1* — обвязка; *2* — кронштейн по ТК4-3421-83; *3* — стойка по ТК4-550-83; *4* — стабилизатор давления воздуха СДВ-1,6М; *5* — фильтр воздуха ФВ-1,6; *6* — подставка по ТК4-3240-83; *7* — дифманометр; *8* — импульсные трубы

должно быть предусмотрено проектом производства работ.

Обвязка приборов представляет собой комплект типовых трубных отводов с необходимыми изделнями и арматурой (см. табл. 9.4). Концы отводов приспособлены для соединения с приборами и внешними проводками (рнс. 9.21).

Как отмечалось выше, конструктивные особенности обвязок зависят от типа прибора, измеряемой среды и ее параметров, взаимного расположения дифманометра и его отборных устройств, окружающей среды.

Рассмотрим, какое влияние перечисленные факторы оказывают на конструкцию установок и обвязок дифманометров.

Тип прибора. У дифманометров разных типов свободные концы вентильных блоков либо разделаны под сварку, либо выполнены под резьбовое соединение. Соответственно должны быть подготовлены и концы труб отводов обвязки, соединяемые с прибором.

Агрессивность измеряемой среды влияет на материал труб и рабочих поверхностей. Поэтому для изготовления отвода наряду с чернымн трубамн должны применяться трубы нз коррозионно-стойкой стали и пластмассы. В зависимости от агрессивности измеряемой среды выбирают вентили

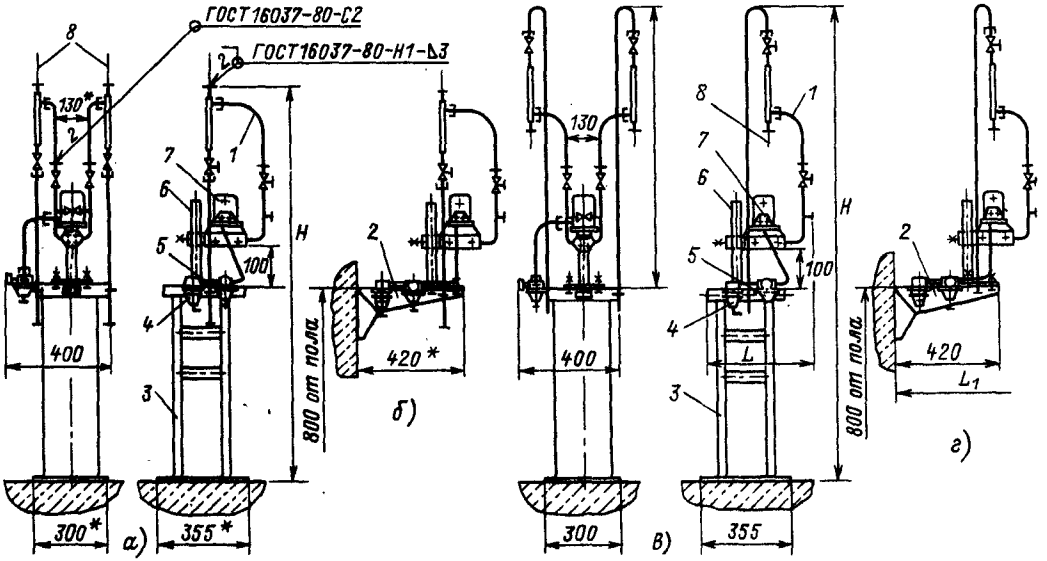


Рис. 9.17. Схемы установки измерительного преобразователя разности давлений 13ДД11: *а* – по ТМ4-356-83 на полу; *б* – то же на стене; *в* – по ТМ4-357-83 на полу; *г* – то же на стене; *1* – обвязка; *2* – кронштейн по ТК4-3421-83; *3* – стойка по ТК4-550-83; *4* – стабилизатор давления воздуха СДВ-1,6М; *5* – фильтр воздуха ФВ-1,6; *6* – подставка по ТК4-3240-83; *7* – дифманометр; *8* – импульсные трубы

Таблица 9.5. **Минимальные расстояния между осями приборов, стоящих рядом на стативе**

Тип прибора	ДКО, ДСС, ДСП, ДМ, ППДМ, МПЭ, 13ДИ30, 13ДИ13, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДА30, 13ДА13, 13ДИ14, 13ДИ40	13ДД11	ДСЭ, ДМЭ, 22ДА, 22ДИ, 22ДИВ	22ДД, 22ДИ-2140, 22ДИВ-2140	МП, МТИ, ЭКМ, ЭКМВ, МТП, МВТП, МЭД, ОБМ	МС-П, МП-П, МВС-П, МАС-П	МТС, МТ, МВТС, МВТ, МТ2С, МВТ2С
ДКО	350	480	300	280	350	500	400
13ДД11	380	480	320	280	350	500	420
ДСС, ДСП, МТС, МТ, МВТС, МВТ, МТ2С, МВТ2С, 22ДИ-2140, 22ДИВ-2140, ДСЭ, ДМЭ, ДМ, ППДМ, МПЭ	320	420	280	230	280	450	380
22ДД	380	480	320	280	330	500	420
МПЭ	380	500	330	300	380	530	430
22ДА, 22ДИ, 22ДИВ	300	400	250	200	280	430	350
МП, МТИ, ЭКМ, ЭКМВ, МТП, МЭД, ОБМ	300	400	250	230	280	430	350
МС-П, МП-П, МВС-П, МАС-П	400	520	350	320	380	550	450
13ДИ30, 13ДИ13, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДИ14, 13ДИ40	250	350	200	180	230	380	300
	380	480	320	280	350	530	420

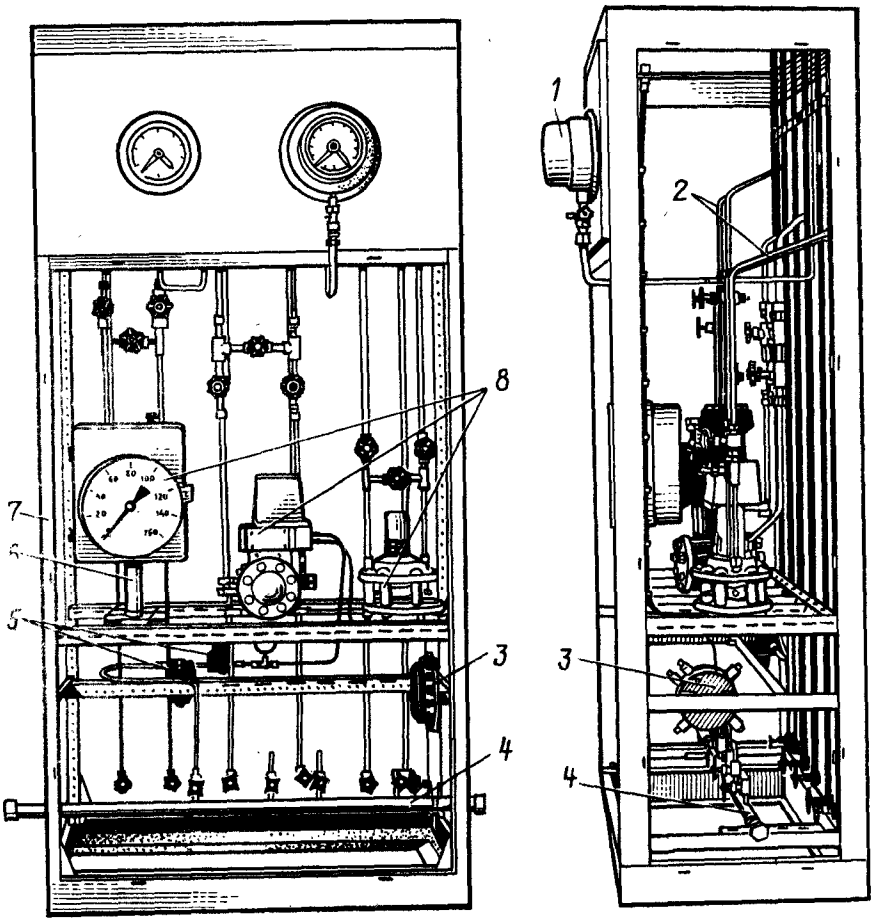


Рис. 9.18. Пример групповой установки приборов на статнве по ОСТ 36.13–76:

1 – манометр; *2* – трубная обвязка; *3* – соединительная коробка; *4* – коллектор; *5* – фильтр-редуктор; *6* – подставка; *7* – каркас статива (исполнение II); *8* – дифманометры

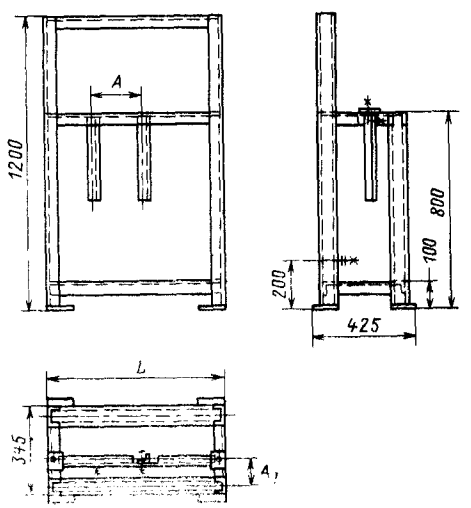


Рис. 9.19. Рама по ТК4-546-86:

Условное наименование	Размеры, мм					Масса, кг
	A		A_1		*L*	
	минимальный	максимальный	минимальный	максимальный		
РПП-1	35	420	65	265	700	23,9
РПП-2	35	620	65	265	1100	28,5

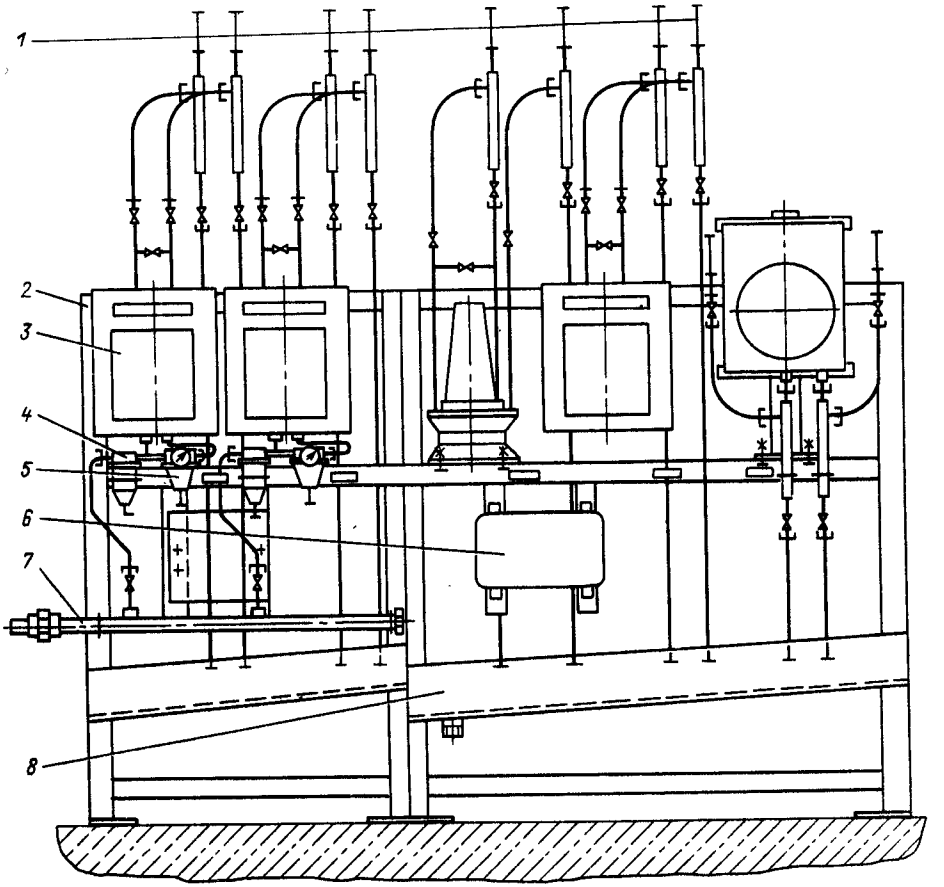


Рис. 9.20. Пример групповой установки приборов на стативе с рамой РПП:
1 – обвязка; *2* – рама РПП; *3* – дифманометр; *4* – фильтр; *5* – редуктор; *6* – соединительная коробка; *7* – питающий коллектор; *8* – сливной коллектор (открытый)

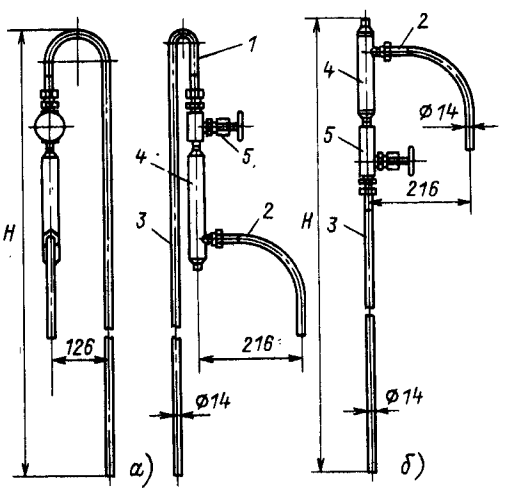


Рис. 9.21. Типовые обвязки дифманометров по ТК4-3548-83 и ТК4-3550-83:

Условное наименование	*H*, мм
ОП-101	1200
ОП-102	1700
ОП-104	800
ОП-105	1400

а – обвязки ОП-101 и ОП-102; *б* – обвязки ОП-104 и ОП-105; *1* – отводы ОТ-1, ОТ-2 по ТК4-3554-83; *2* – отводы ОТ-3, ОТ-4 по ТК4-3555-83; *3* – отводы ОТ-5, ОТ-6 по ТК4-3556-83; *4* – расширитель по ТК4-3558-83; *5* – вентиль, исполнение 5 D_y 15 мм К труб. 1/2″, ГОСТ 23230–78

с соответствующим материалом рабочнх поверхностей.

Влажность газообразных сред определяет необходнмость установки влагосборнков в обвязке. В этом случае конец отвода, соединяемый с влагосборником, нмеет накидную гайку, а продувочный вентиль располагается после влагосборника.

Взаимное расположение днфманометра н его отборных устройств. Еслн отборные устройства расположены выше днфманометра, то трубы к нему подойдут сверху, а если ниже — снизу. При подводе труб снизу обвязка сложнее, так как появляются дополнительные отводы сложной конфигурации.

Окружающая среда, как правило, определяет тип покрытия установок и обвязки дифманометров.

Зная влияние рассмотренных факторов на конструкцию установки и обвязки днфманометров, можно по чертежам типовых конструкций выбрать требуемый узел.

МОНТАЖ ДИФМАНОМЕТРОВ

Перед подачей на монтаж дифманометры должны пройти предмонтажную проверку, которая представляет собой комплекс контроля отдельных характеристик приборов с целью обнаружения возможных неисправностей, вызванных условиями хранения, транспортировки и т. п. В предмонтажную проверку прнборы принимают после проведения тщательного внешнего осмотра.

Внешний осмотр. В процессе осмотра устанавливают соответствие технических данных прнбора проектной документацин, наличне неповрежденных гарантийных клейм завода-изготовителя, наличне полного комплекта заводской технической документации, отсутствие виднмых механических повреждений. Приборы, не удовлетворяющие хотя бы одному из перечисленных требований, не принимаются для предмонтажной проверки.

При проверке соответствия технических характеристик, указанных в паспорте и табличке прибора, проектной докумеитации обращают внимание на тнп прибора, его модель, шкалу, перепад давлений. Эти сведения имеются в спецификации на прнборы, входящей в состав проекта.

Поврежденные гарантийные клейма завода-изготовителя указывают на то, что лнбо прибор вскрывался, либо с ним неаккуратно обращались.

В состав заводской технической документацни на дифманометр входят паспорт (выпускной аттестат) и монтажно-эксплуатационная инструкция. Паспорт необходим для предъявлення прибора госповерителю. Отсутствие монтажно-эксплуатационной инструкцни на данный прибор затруднит его монтаж, наладку н эксплуатацию, так как в ней наряду с повторяющимися сведениями для данного тнпа приборов имеются индивидуальные сведення о данном измерительном комплекте, например о размере внутреннего отверстня (расточки) днафрагмы, уточненном перепаде давления, заполнителе и т. п.

К приборам, измеряющим расход кислорода, предъявляются особые требования нза недопустимостн контакта кислорода с разлнчными маслами. Поэтому для такнх прнборов, кроме паспорта и инструкции, необходимы документы о том, что измерительный комплект обезжирен.

Днфманометры, прошедшие внешний осмотр, подвергаются предмонтажной проверке.

Прн предмонтажной проверке определяют целостность электрических н трубных цепей, сопротивленне изоляции электрических цепей, основную приведенную погрешность, срабатывание регулирующей частн и переключателей, работоспособность механнзма передвижения диаграммной бумагн и качество запнсн.

Проверка нзмерительных комплектов выполняется спецналнзированнымн пусконаладочными организациями, которые впоследствии будут вести наладочные работы на данном объекте. Эта проверка проводится с учетом требований инструкций Государственного комнтета СССР по стандартам.

Приборы, прошедшне проверку, готовят к доставке на место монтажа. Для этого, во-первых, прибор предохраняют от попадания в него грязи, пыли и влаги (запирают арматуру н вставляют пробки-заглушки отверстий вентнльного блока, а также отверстий подвода питания, выходного сигнала и т. п.), во-вторых, арретируют подвижные системы дифманометров.

Готовят место установки прнбора. Поскольку размещение приборов и их взаимное расположение между собой и с сужающимн устройствами должно соответствовать проекту, проверяют, допускают ли условия на объекте выполнить проектные решения.

В местах установки дифманометров, малодоступных для монтажа н эксплуатационного обслуживания, до начала работ сооружают лестницы, площадки, колодцы и т. п. в соответствин с рабочнми чертежами

строительной части проекта. В подготовленные места доставляют установочные конструкции (кронштейны, опоры). Закрепление установочных конструкций может выполняться на заранее установленных закладных деталях, пристрелкой, приваркой либо вмазкой (способ закрепления установочных конструкций на закладных деталях наиболее предпочтителен).

Если опорные конструкцин устанавливают на металлических основаниях (площадках, перегородках, ограждениях и т. п.), то опорные конструкции чаще всего привариваюг.

Опорные конструкции устанавливают и закрепляют так, чтобы была обеспечена строгая вертикальность и горизонтальность соответствующих плоскостей конструкцнй. Для этого перед окончательным закреплением положение опорной конструкции проверяют уровнем и отвесом. При установке опорных конструкций на технологических аппаратах и трубопроводах не должно быть нарушений герметичности трубопроводов и аппаратов.

Положение опорной поверхности установочных конструкций относнтельно уровня чистого пола зависит от того, есть у дифманометра шкала или нет. Если это бесшкальный прибор, то высота его установки регламентируется только удобством обслуживания. Отметка установки шкального прибора определяется удобством счнтывання показаний. При этом должно быть обеспечено и удобство его обслуживания. Горизонтальную ось шкалы дифманометра, исходя из условий удобства обслуживания, размещают на высоте 1200—1700 мм от уровня чнстого пола.

Дифманометры доставляют к месту монтажа, если там обеспечены температура и относительная влажность окружающего воздуха, оговоренные монтажно-эксплуатационной инструкцией завода-нзготовителя для данного прибора.

Монтаж дифманометров состоит из ряда последовательно выполняемых операций. Часть из них характерна для всех разновидностей приборов. Наряду с этим существуют операции, присущне отдельным исполнениям дифманометров.

К месту монтажа доставляют собранный и замаркированный узел обвязки дифманометра и устанавливают его на зараиее закрепленную опору. Затем устанавливают дифманометр и соединяют его с соответствующими концами труб узла обвязки. Установку прибора желательно выполнить так, чтобы табличка бесшкального дифманометра илн шкала шкального прибора была направлена в сторону предполагаемого места обслуживания.

До начала работ по установке прибора должны быть смонтированы импульсные трубы от сужающего устройства. Концы труб на вертнкальном участке подвода к месту установки прибора должны иметь запас по длине в 50—100 мм при подводе труб как сверху, так и снизу. Прн стыковке с концами труб обвязкн концы импульсных труб тщательно вымеряют и только после этого припуск отрезают. Концы импульсных труб разделывают, например, для приварки к трубам обвязки.

Правильность установки дифманометра на опоре проверяют по уровню и отвесу, после чего концы труб обвязкн «прихваткой» соединяют с концами импульсных труб. Вновь проверяют, правильно ли установлен прнбор, и окончательно закрепляют его на опоре. Окончательно затягивают гайки соединителей дренажных и продувочных линий обвязки. Если после этих установочных операцнй прибор не нзменил своего положения относительно вертикальной и горнзонтальной осей, заваривают стыки импульсных труб трассы н обвязки. При обнаруженин перекоса прнбора его необходимо устранить, опернруя крепежными и установочными гайками, а при необходимости и разъединяя стык импульсных труб, соединненных «прихваткой». Окончательное соединение импульсных труб в любом случае выполняют только после правильной установки прнбора. При производстве сварочных работ в непосредственной близости от дифманометра можно повреднть его. Поэтому перед сваркой либо «прихваткой» труб прибор накрывают подручнымн средствами, обеспечивающими его защиту. К установленному прибору присоединяют соединительные линии питания и командные.

Прн монтаже дифманометров необходимо следить за тем, чтобы гайки соеднннтелей и штуцеров были затянуты по резьбе до конца; в соответствии со схемой соединений былн выполнены присоединения жил проводов и кабелей к коммутационным зажимам соеднннтельных коробок и приборов, а также пневмотруб к переборочным соединителям и штуцерам приборов; трубные и электрнческие проводки нмели соответствующую маркировку и былн надежно закреплеиы.

9.4. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

Соеднннтельные линин для соединения сужающего устройства с дифманометром на-

зываются импульсными и должны: изготовляться из материала, устойчивого против коррозирующего действия среды; иметь конфигурацию трассы, соответствующую свойствам измеряемой среды и условиям прокладки; быть удобными для монтажа, разборки, чистки и проверки; быть герметичными и рассчитанными на рабочее давление; иметь обоснованные проектом, с учетом рабочих параметров и условий прокладки, диаметр и минимальную длину. Плюсовая и минусовая линии должны находиться в одинаковых температурных условиях; линии должны быть проложены вертикально или с уклоном к горизонтали не менее 1 : 10, при этом желательно, чтобы на всем протяжении уклон линий был направлен в одну сторону. Изгибы труб соединительных линий должны быть плавными и не должны иметь острых углов и вмятин. Площадь сечения проходных отверстий вентилей в соединительных линиях должна быть не менее площади сечения труб (линий), при этом вентили должны быть прямоточными. В линиях, соединяющих сужающие устройства с уравнительными (конденсационными) сосудами, не должно быть вентилей.

В зависимости от параметров и физических свойств измеряемых сред применяют трубы из различных материалов и с разными прочностными характеристиками (см. разд. 5).

Независимо от материала и конструкции труб все соединительные линии должны иметь внутренние диаметры не менее 12 мм от сужающих устройств до сосудов (уравнительных, разделительных и т. п.) и 8 мм от сосудов до дифманометров.

В зависимости от места установки в схеме выбирают вентили с различными диаметрами условных проходов. Для отключения импульсных линий требуется арматура с малыми диаметрами условных проходов ($D_y = 4 \div 5$ мм). Это объясняется тем, что среда в импульсных линиях практически не перемещается и поэтому малое сечение не создает заметного сопротивления. На продувочных линиях, где среда перемещается, используют вентили с диаметром D_y, соответствующим условному проходу трубы соединительной линии.

Трубопроводная арматура по конструкции присоединения выполняется под сварку либо под резьбовые соединения, которые подразделяются на соединения с внутренней или наружной резьбой. Более распространены вентили с резьбовым соединением.

К производству работ по монтажу соединительных линий можно приступать, когда объект принят под монтаж, имеется комплект необходимых монтажных изделий и материалов, на технологических трубопроводах смонтированы сужающие устройства, выполнены проемы и проходы через стены и перекрытия, необходимые для прокладки импульсных труб.

По характеру выполняемых операций монтажные работы можно условно разбить на две стадии: подготовительную и исполнительную. Первая включает в себя: разметку трасс трубных проводок с учетом мест закрепления установочных конструкций, выполнение дыропробивных работ под установочные конструкции, установку закладных деталей. Разметочные работы следует выполнять с учетом соблюдения уклонов и максимально допустимых расстояний между креплениями трубных проводок. В зависимости от принятой конструкции закладных и опорных деталей на объекте выполняют либо дыропробивные работы под конструкции, рассчитанные на вмазку, либо пристрелку конструкций с плоскими опорными поверхностями с помощью строительно-монтажного пистолета ПЦ52-1. В проемы, выполненные в процессе строительства, устанавливают такие закладные детали, как броневплиты, патрубки и т. п. После этого приступают к исполнительной стадии монтажных работ – собственно прокладке, закреплению, соединению и присоединению труб.

Заготовленные и окрашенные импульсные трубы прокладывают по заранее установленным опорным конструкциям. Прокладку ведут от сужающего устройства к дифманометру. Трубы на конструкциях закрепляют с помощью стандартизованных скоб.

При вибрации в местах прокладки импульсные трубы должны быть закреплены с помощью гайки с контргайкой, при этом болт должен выходить из контргайки не менее чем на две нитки, но не более чем на высоту гайки. Поскольку импульсные трубы на горизонтальных участках прокладывают с уклоном 1 : 10, необходимо следить за тем, чтобы в местах закрепления болты были всегда перпендикулярны оси трубы.

Все импульсные трубы должны быть замаркированы в соответствии с проектной документацией.

Если трасса трубных проводок на каком-то протяженном участке совпадает для нескольких измерительных линий, например при групповой компоновке дифманометров, импульсные трубы рекомендуется прокладывать блоками.

В зависимости от типа измеряемой

среды, ее рабочих параметров, а также условий прокладки существуют различные схемы соединительных линий.

СХЕМЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАСХОДА ЖИДКОСТЕЙ

Для измерения расхода неагрессивных жидкостей существуют три основные схемы. На рис. 9.22, *а* показана схема соединительных линий при измерении расхода жидкости, когда дифманометр *4* расположен ниже сужающего устройства *1*, с вариантами отборов от горизонтального и вертикального трубопроводов. В последнем случае трубы от сужающего устройства отводят горизонтально с переходом на вертикальную прокладку. Запорные вентили *3* устанавливают на вертикальном участке, а продувочные *2* при необходимости – в высших точках соединительных линий, т. е. в месте перехода горизонтального участка линий в вертикальный. Для предохранения дифманометра от загрязнения в низших точках вертикального участка соединительных линий рекомендуется устанавливать отстойные сосуды.

Несмотря на необходимость соблюдения одностороннего уклона на всем протяжении соединительных линий, выполнить это не всегда возможно. Этому в ряде случаев препятствуют конструктивные особенности зданий, расположение технологических аппаратов и трубопроводов. На рис. 9.22, *б* показана схема соединения сужающего устройства с дифманометром при необходимости преодоления препятствия. Таких препятствий на пути трубной проводки может оказаться несколько. Соответственно появится еще несколько участков (ступеней) перехода горизонтальной трассы в вертикальную. Следовательно, в схеме образуются так называемые U-образные «мешки». Для обеспечения работоспособности таких схем в низших точках «мешков» необходимо обеспечить возможность продувки, а в высших – выпуск скопляющихся газов. Для этого в низших точках схемы необходимо предусматривать продувочные вентили *2*, а в высших – газосборники *6* с продувочными вентилями для газа. В низших точках линий могут устанавливаться отстойные сосуды *5*.

При необходимости расположения дифманометра *4* выше сужающего устройства *1* (рис. 9.22, *в*), как и в предыдущем случае, в высших точках соединительных линий устанавливают газосборники *6*. На схемах, приведенных на рис. 9.22, отстойные сосуды

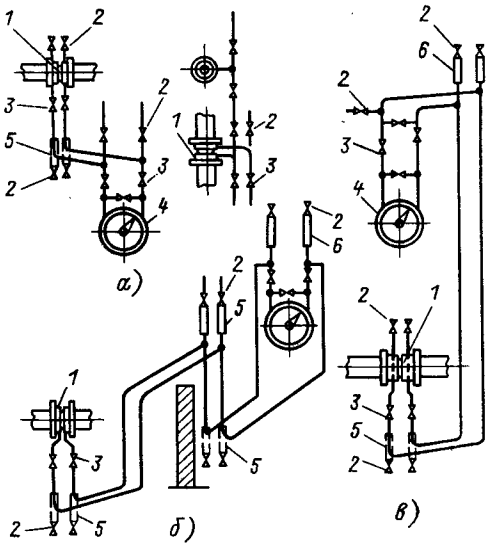


Рис. 9.22. Схемы соединительных линий при измерении расхода жидкости:

а – дифманометр расположен ниже сужающего устройства; *б* – то же, если одностороний уклон соединительных линий невыполним; *в* – дифманометр расположен выше сужающего устройства; *1* – сужающее устройство; *2* – продувочные вентили; *3* – запорные вентили; *4* – дифманометр; *5* – отстойные сосуды; *6* – газосборники

показаны штриховой линией, так как их установка становится обязательной в тех случаях, когда из измеряемой жидкости могут выпадать осадки.

Когда свойства измеряемой среды (агрессивность) или условия эксплуатации не позволяют осуществить непосредственное подключение дифманометра к сужающему устройству, в соединительные линии включают разделительные сосуды. Сосуды, участки линий, соединяющие их с дифманометром, а также сам дифманометр, если он не заполнен уравновешенной жидкостью (мембранные, сильфонные), заполняют разделительной жидкостью, через которую осуществляется передача перепада давлений дифманометру. Разделительные сосуды располагают максимально близко к сужающему устройству, чтобы возможно меньшая часть измерительной схемы соприкасалась с агрессивной жидкостью и чтобы чувствительный элемент прибора находился от нее как можно дальше; тем самым увеличивается степень защиты дифманометра.

На рис. 9.23 показаны схемы соединительных линий с разделительными сосудами, когда измеряемая жидкость легче разделительной при расположении дифманометра

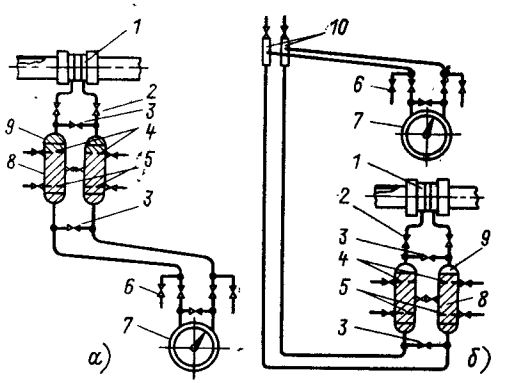


Рис. 9.23. Схемы соединительных лнний при измерении расхода жидкости с разделительными сосудами (измеряемая жидкость легче разделительной):

а — дифманометр расположен ниже сужающего устройства; *б* — то же выше сужающего устройства; *1* — сужающее устройство; *2* — запорный вентиль; *3* — уравнительный вентиль; *4* — начальный уровень разделительной жидкости; *5* — конечный уровень разделительной жидкости; *6* — продувочные вентили; *7* — дифманометр; *8* — разделительная жидкость; *9* — измеряемая жидкость; *10* — газосборник

ннже или выше сужающего устройства. В последнем случае в высшей точке соединнтельных лннй устанавлнвают газосборникн. Линии от сужающего устройства подводят к верхней части сосудов. Измеряемая жидкость находится над разделительной н занимает объем в сосуде до уровня *4*. Начиная с этого уровня, сосуд и соеднннтельные линии заполнены разделительной жидкостью, максимальный уровень которой не должен быть ниже лннии *5*. Если уровень разделительной жидкости поднимается выше линни *4* при значительном возрастанни расхода перепада давлений, возможно попадание части разделнтельной жидкости в трубопровод. В результате в плюсовой н минусовой соединительных лнниях установятся неравные столбы разделительной жидкости. Это вызовет дополнительную погрешность в нзмерении расхода. В равной степени недопустимо снижение уровня разделительной жидкости за границу линии *5*, поскольку станет невозможным контроль уровней разделительной жидкости в сосуде. Последствия такого нарушения те же, что и при превышенин верхнего уровня *4*. Независимо от соблюдения рассмотренных уровней необходимым эксплуатационным требованием является наличие в схемах уравнительных линнй с вентилями *3*. Эти линии служат для поддержания равных уровней жидкостей, заполияющих разделительные сосуды.

Схема соединительных линий с разделительными сосудами, когда измеряемая жидкость тяжелее разделнтельной, при расположеиии дифманометра ниже или выше сужающего устройства показана на рис. 9.24. От сужающего устройства нисходящне соеднннтельные линии через короткий горизонтальный участок переходят в восходящий вертикальный участок, в который и включают разделительные сосуды. При этом линии от сужающего устройства подводят в нижнюю часть сосудов. В высшей точке восходящего участка устанавлнвают газосборники. Разделительная жндкость в сосуде находится над измеряемой.

Когда подбор соответствующей разделительной жидкостн бывает затруднителен, применяют схемы соединнтельных линий с тремя жндкостями: измеряемой (агрессивная жидкость,) промежуточной (для отделения жидкости, залитой в дифманометр, от нзмеряемой агрессивной) н жидкостью, заполняющей днфманометр. Схемы соединительных лнний с разделительными сосудами при примененнии промежуточной и разделительной жидкостей, когда измеряемая и разделительная жидкости тяжелее промежуточной, для случаев расположения дифманометра ниже нли выше сужающего устройства показаны на рнс. 9.25.

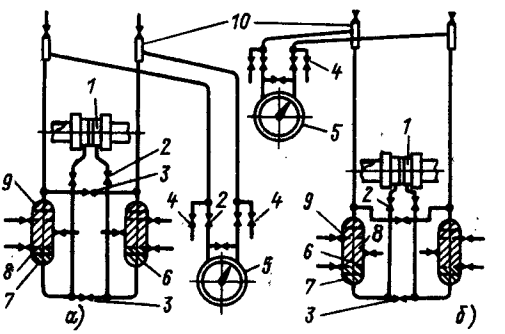


Рис. 9.24. Схемы соединительных линнй прн нзмеренни расхода жндкости с разделнтельнымн сосудами (измеряемая жидкость тяжелее разделительной):

а — дифманометр расположен ииже сужающего устройства; *б* — то же выше сужающего устройетва; *1* — сужающее устройство; *2* — запорные вентили; *3* — уравнительные вентили; *4* — продувочные вентили; *5* — дифманометр; *6* — начальный уровеиь разделительной жидкости; *7* — измеряемая жидкость; *8* — разделительная жидкость; *9* — конечный уровень разделительной жидкости; *10* — газосборники

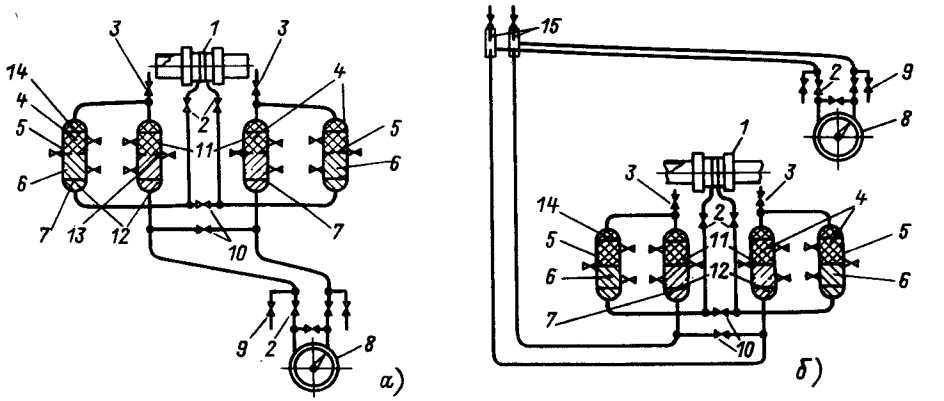


Рис. 9.25. Схемы соединительных линий при измерении расхода жидкости с разделительными сосудами при применении промежуточной и разделительной жидкостей (промежуточная жидкость легче измеряемой и разделительной):

а – дифманометр расположен ниже сужающего устройства; *б* – то же выше сужающего устройства; *1* – сужающее устройство; *2* – запорные вентили; *3* – вентили заполнения сосудов промежуточной жидкостью; *4* – промежуточная жидкость; *5* – разделительные сосуды с измеряемой жидкостью; *6* – измеряемая жидкость; *7* – предельный уровень разделительной жидкости; *8* – дифманометр; *9* – продувочные вентили; *10* – уравнительные вентили; *11* – разделительные сосуды с разделительной жидкостью; *12* – разделительная жидкость; *13* – нормальный уровень жидкости; *14* – предельный уровень измеряемой жидкости; *15* – газосборники

Соединительные линии от сужающего устройства опускаются вертикально, переходят в короткий горизонтальный участок, после чего поднимаются вертикально вверх, подключаются к нижним точкам разделительных сосудов *5*. В последних нижнюю часть объема занимает измеряемая, а верхнюю – промежуточная жидкости. От верхней точки сосудов *5* линии отводят вверх с уклоном до соединения с вертикальными линиями, идущими на разделительные сосуды *11*. В точках сопряжения линий устанавливают вентили для заполнения сосудов промежуточной жидкостью. В сосудах *11* верхнюю часть объема занимает промежуточная, а нижнюю – разделительная жидкости. Далее от сосудов *11* соединительные линии отводят на дифманометр.

Помимо описанных схем для измерения расхода жидкости, существуют схемы с применением уравнительных (конденсационных) сосудов. Уравнительные сосуды включают в соединительные линии при измерении расхода горячих жидкостей (с температурой выше 120 °С) поплавковыми, кольцевыми и сильфонными дифманометрами для обеспечения равенства плотности жидкости в плюсовой и минусовой трубах, соединяющих сосуды с прибором. При этом объем внутренней полости каждого сосуда должен быть не менее объема жидкости, перетекающей из сосуда в прибор при изменении его показания от нуля до максимума. Площадь поперечного сечения сосуда должна быть не менее площади поперечного сечения «плюсовой» камеры дифманометра. Включение уравнительных сосудов в соединительные линии выполняется так же, как и при измерении расхода пара (см. далее рис. 9.29). Из рис. 9.29 видно, что уравнительные сосуды *5* устанавливают у мест отборов, причем для вертикальных и наклонных трубопроводов боковые отверстия в сосудах и примыкающие к ним участки трубок должны располагаться на одном уровне, соответствующем нижнему отверстию, для измерения перепада давления в сужающем устройстве. Труба, соединяющая сосуд с верхним отверстием для отбора давления, должна быть термоизолирована. Необходимо также располагать сосуды таким образом, чтобы обеспечить удаление из них воздуха или газов, если это не предусмотрено конструкцией самого сосуда.

СХЕМЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАСХОДА ГАЗА

При измерении расхода газа необходимо исключить возможность попадания конденсата из основного трубопровода в соединительные линии, а также обеспечить удаление конденсата, выделившегося в линиях. Для этого соединительные линии подклю-

чают к верхней половине сужающего устройства, установленного на горизонтальном или наклонном трубопроводе с уклоном линий в сторону трубопровода; дифманометр устанавливают выше сужающего устройства (рис. 9.26, *а*). Так достигается естественный дренаж соединительных линий. Соединительные линии на всем протяжении по возможности должны иметь односторонний непрерывный уклон. При ступенчатой трассе в низших точках отдельных участков (ступеней) следует устанавливать отстойные сосуды.

Искусственное дренирование соединительных линий – установку отстойных сосудов в низших точках линий – выполняют, кроме рассмотренного выше случая, когда дифманометр устанавливается ниже сужающего устройства (рис. 9.26, *б*) и когда горизонтальная (с уклоном) трасса соединительных линий очень велика.

При измерении расхода загрязненного газа необходимо, помимо изложенного, исключить возможность попадания грязи и пыли из газа в соединительные линии и дифманометр. Для этого применяют непрерывную продувку воздухом или чистым газом соединительных линий либо включение в трассу отстойных сосудов и фильтров. Непрерывная продувка в этом случае является простым и эффективным способом, особенно при выделении из газа смол, могущих закупорить трубы линии. Для осуществления непрерывной продувки в соединительные линии подают чистый воздух, давление которого больше измеряемого газа. Продувка осуществляется в основной трубопровод. Этот способ, однако, требует принятия ряда мер, исключающих погрешность показаний,

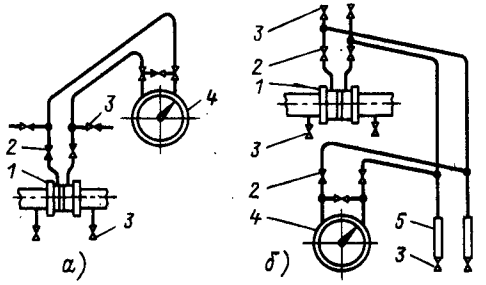


Рис. 9.26. Схемы соединительных линий при измерении расхода газа:

а – дифманометр расположен выше сужающего устройства; *б* – то же ниже сужающего устройства; *1* – сужающее устройство; *2* – запорный вентиль; 3 – продувочные вентили; *4* – дифманометр; *5* – отстойные сосуды

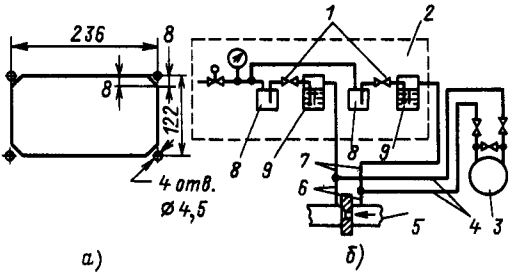


Рис. 9.27. Схема непрерывной продувки соединительных линий при измерении расхода загрязненного газа:

а – вырез в панели для установки блока БПВЩ-2А; *б* – схема непрерывной продувки; *1* – регулировочные вентили; *2* – блок питания воздуха БПВЩ-2А; *3* – дифманометр; *4* – соединительные линии; *5* – технологический трубопровод; *6* – продуваемый участок соединительных линий; *7* – продувочные линии; *8* – ловушка; *9* – контрольный стаканчик

а также запаздывание импульса. Этими мерами являются: регулирование скорости потока воздуха, создание необходимого соотношения сопротивлений на трассе продувочного воздуха и в соединительных линиях, обеспечение необходимой разности давлений в линии продувочного воздуха, в трубопроводе и др.

Контроль и регулирование давления и скорости потока продувочного воздуха осуществляют блоком питания воздуха БПВЩ-2А. Последний представляет собой устройство, состоящее из редуктора с манометром для регулирования и контроля давления, двух ловушек для предотвращения попадания жидкости, выходящей из контрольного стаканчика в редуктор, и двух контрольных стаканчиков с регулирующими вентилями для контроля и регулирования скорости потока. Для присоединения линий питающего и продувочного воздуха блок питания имеет штуцера с накидными гайками, рассчитанными на присоединение под разбортовку труб диаметром 6 мм. Блок рассчитан на щитовой монтаж, для чего в панели делают вырез (рис. 9.27, *а*). Панель устаиавливают на той же конструкции, что и дифманометр, либо на отдельно стоящей конструкции.

На рис. 9.27, *б* показана схема непрерывной продувки соединительных линий при изменении расхода загрязненного газа. Сжатый воздух либо, если его попадание в основной газопровод нежелательно, чистый газ подается через блок БПВЩ-2А. Скорость продувочного потока регулируется с помощью вентилей *1*. Пройдя через блок

и продувочные линии 7, воздух с предварительно отрегулированными давлением и скоростью продувает соединительные линии 6 дифманометра 3 в технологический трубопровод 5. Необходимо обеспечить прохождение через оба контрольных стаканчика блока одинакового количества воздуха (например, в виде непрерывной цепочки пузырьков), благодаря чему достигается равенство разности давлений воздуха в соединительных линиях перепаду давления, создаваемого диафрагмой.

Для уменьшения погрешности показаний дифманометра из-за колебаний давления в технологическом трубопроводе или соединительных линиях прибора необходимо соединительные и продувочные линии выполнять следующим образом. Продувочные линии в комплекте с регулирующими вентилями должны создавать сопротивление потоку продувочного воздуха в несколько сотен раз больше сопротивлений соединительных линий на участке 6 между диафрагмой и продувочной линией. Для монтажа продувочных линий рекомендуется применять трубы диаметром 3–4 мм. Для максимального снижения сопротивления длина участка 6 соединительных линий должна быть минимальной. Другими словами, продувочные линии следует соединять с соединительными возможно ближе к диафрагме.

Вместо блока питания воздухом БПВЩ-2А для контроля скорости потока продувочного воздуха может быть применен стеклянный ротаметр РС-3А в комплекте с редуктором, контрольным манометром и регулировочными вентилями, указанными на рис. 9.27. Ротаметр представляет собой стеклянную коническую трубку, смонтированную в корпусе расширенным конусом кверху. В трубке под воздействием проходящего сверху вниз потока воздуха перемещается поплавок. Перемещение поплавка вверх и вниз изменяет скорость потока. Для присоединения продувочных линий ротаметр имеет два отверстия с конической резьбой $^1/_8$". Для закрепления на конструкции кожух ротаметра имеет два крепежных отверстия с резьбой М5 × 0,8, расположенных по вертикальной оси на расстоянии 50 мм.

При изменении расхода горячих газов необходимо обеспечить равенство температур в обеих соединительных линиях (плюсовой и минусовой). Следует избегать расположения соединительных линий в непосредственной близости к горячему трубопроводу. Если этого избежать не удается, то обе линии необходимо совместно термоизолировать.

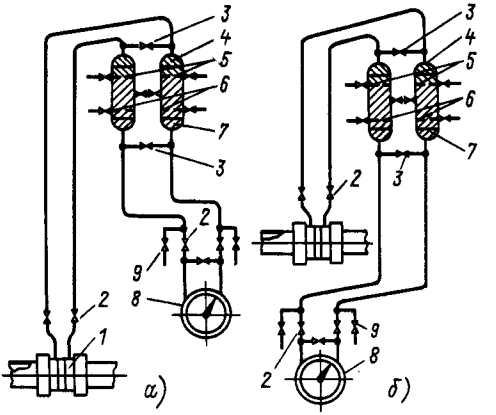


Рис. 9.28. Схемы соединительных линий при измерении расхода агрессивного газа с разделительными сосудами:

а – дифманометр расположен выше сужающего устройства; *б* – то же ниже сужающего устройства; *1* – сужающее устройство; *2* – запорные вентили; *3* – уравнительные вентили; *4* – измеряемый газ; *5* – начальный уровень разделительной жидкости; *6* – конечный уровень разделительной жидкости; *7* – разделительная жидкость; *8* – дифманометр; *9* – продувочные вентили

При измерении расхода агрессивных газов, помимо изложенного, необходимо предохранять дифманометры от вредного воздействия агрессивной среды. Это достигается применением разделительных сосудов или мембранных разделителей.

На рис. 9.28 показаны схемы соединительных линий с разделительными сосудами при измерении расхода газа, когда дифманометр расположен ниже или выше сужающего устройства. Верхние части разделительных сосудов заполняют измеряемой средой (агрессивный газ), нижние – разделительной жидкостью.

Порядок построения схем и условия их работы те же, что и для измереиия расхода агрессивной жидкости.

СХЕМЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ РАСХОДА ВОДЯНОГО ПАРА

При измерении расхода водяного пара должны быть обеспечены постоянство и равенство уровней конденсата в обеих соединительных линиях, предохранение соединительных линий от попадания в них воздуха из паропровода, удаление из линий выделившегося или случайно попавшего в иих воздуха.

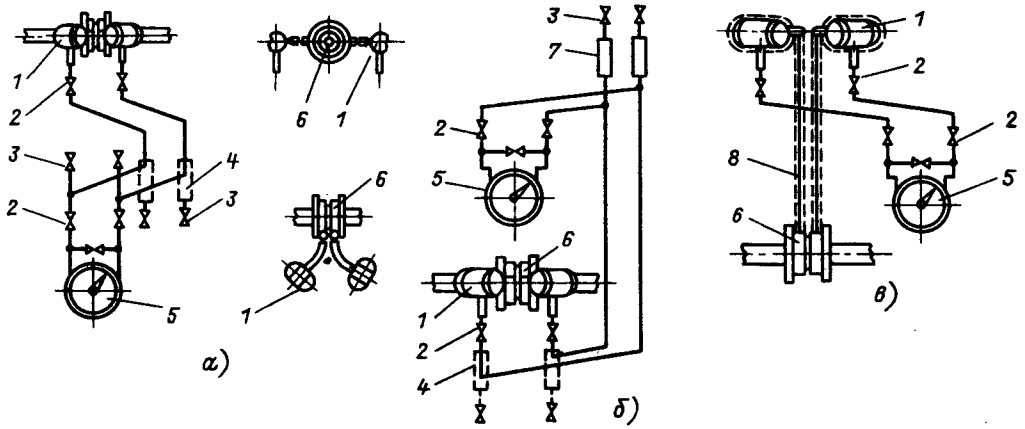


Рис. 9.29. Схемы соединительных линий при измерении расхода пара:

а – дифманометр расположен ниже сужающего устройства; *б* – то же выше сужающего устройства при абсолютном давлении пара выше 0,2 МПа; *в* – то же до 0,2 МПа; *1* – уравнительные конденсационные сосуды; *2* – запорные вентили; *3* – продувочные вентили; *4* – отстойные сосуды; *5* – дифманометр; *6* – сужающее устройство; *7* – газосборники; *8* – термоизоляция

Схемы соединительных линий строятся следующим образом. В непосредственной близости от сужающего устройства устанавливают уравнительные (конденсационные) сосуды, заполняемые конденсатом вместе с участками соединительных линий между ними и дифманометром. Сосуды, а также боковые отверстия в них должны находиться на одной высоте; для вертикальных и наклонных трубопроводов боковые отверстия в сосудах должны располагаться в плоскости верхнего отверстия для отбора давления в сужающем устройстве. Соединительные линии между сужающим устройством и сосудами на участках вблизи сосудов должны располагаться горизонтально и на одном уровне. Эти линии должны быть термоизолированы.

Наиболее рационально дифманометр устанавливать ниже сужающего устройства (рис. 9.29, *а*). При абсолютном давлении пара перед сужающим устройством более 0,2 МПа допускается установка дифманометра выше сужающего устройства. В этом случае схема соединительных линий выполняется согласно рис. 9.29, *б*. Такая схема применима также и для варианта, когда дифманометр расположен ниже сужающего устройства на расстоянии не более 1,5 м по вертикали. В высших точках соединительных линий устанавливают газосборники. При абсолютном давлении пара перед сужающим устройством 0,2 МПа и менее и расстоянии между трубопроводом и сосудами не более 4 м соединительные линии могут монтироваться по схеме, показанной на рис. 9.29, *в*. При этом трубы, соединяющие сужающее устройство с сосудами, должны иметь внутренний диаметр не менее 25 мм. Эти трубы и сосуды должны быть термоизолированы.

Для обеспечения надежной работы дифманометра у каждого сосуда следует предусматривать вторую трубку для спуска конденсата в трубопровод.

9.5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Для обеспечения правильного измерения перепада давления, а также создания условий, гарантирующих надежную и бесперебойную работу дифманометра, необходимо применение вспомогательных устройств, устанавливаемых обычно на соединительных линиях между сужающим устройством и дифманометром. К этим устройствам относятся уравнительные, уравнительные конденсационные, вспомогательные и разделительные сосуды, а также мембраиные разделители. Конструктивные особенности этих устройств зависят от рода измеряемой среды (пар, жидкость, газ), ее свойств и характеристик (температура, давление, агрессивность, загрязненность).

Уравнительные сосуды изготавливают по ГОСТ 14319–73 приборостроительные предприятия и поставляют в составе измерительных комплектов. Их применяют при измерении расхода горячих жидкостей с темпе-

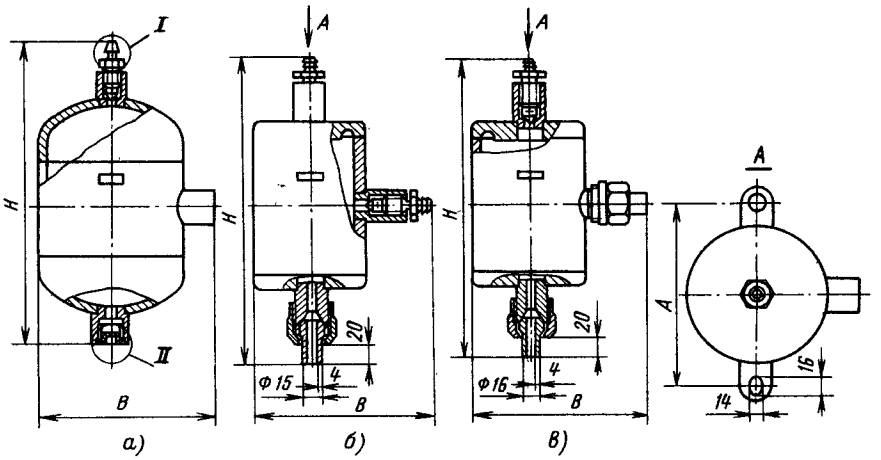


Рис. 9.30. Уравнительные сосуды:
а – СУМ-63-1, СУМ-63-3; *б* – СУМ-63-2, СУМ-63-4; *в* – СУМ-250-2, СУМ-400-2 (вид *А* без бокового штуцера, узел *I* – см. рис. 9.34)

ратурой выше 120 °С для обеспечения равенства плотностей жидкости в плюсовой и минусовой соединительных линиях. Кроме того, уравнительные сосуды применяют при измерении уровня жидкости в резервуарах для исключения влияния на результат измерений высоты столба жидкости в сосуде по отношению к измеряемому переменному уровню в резервуаре. ГОСТ 14319–73 предусматривает наличие больших (Б) и малых (М) сосудов. Поэтому тип сосуда обозначают соответственно СУБ и СУМ, где СУ – сосуд уравнительный. Приборостроительными предприятиями серийно выпускаются только малые сосуды СУМ (рис. 9.30).

В состав обозначения сосудов входят: значение условного давления P_y в мегапаскалях; исполнение, предусматривающее комплектацию штуцеров сосуда теми или иными ниппелями, пробками и т. п. (табл. 9.6) и код материала, из которого он изготовлен. Сталь марки 35 по ГОСТ 1050–74 обозначают буквой «а», марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72 – «б», а Х17Н13М2Т по ГОСТ 5632–72 – «в». Таким образом, малый уравнительный сосуд на условное давление 250 МПа (исполнение 3), изготовленный из стали марки Х18Н10Т, ГОСТ 5632–72, будет обозначен следующим образом: СУМ-240-3-б, ГОСТ 14319–73.

Двухкамерные уравнительные сосуды для измерения уровня жидкости в барабанах паровых котлов обозначают номером модели. Например, сосуд модели 5424. Двухкамерные сосуды изготавливают из стали 20 по ГОСТ 1050–74 (рис. 9.31).

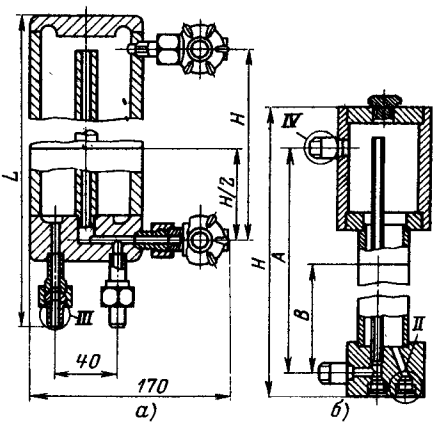


Рис. 9.31. Уравнительные сосуды двухкамерные:
а – моделей 5412, 5423 и 5424; *б* – моделей П-198 и П-234 (узлы II, III, IV – см. рис. 9.34)

Уравнительные конденсационные сосуды СКБ, СКМ (рис. 9.32) предназначены для поддержания постоянства и равенства уровней конденсата в плюсовой и минусовой импульсных трубах при измерении расхода водяного пара. Промышленностью серийно изготавливаются по ГОСТ 14718–73 и поставляются комплектно с дифманометрами малые сосуды СКМ на $P_y = 4{,}0$ и 10,0 МПа (табл. 9.6).

Обозначение строится аналогично описанному для сосудов СУМ. Буквы СКМ обозначают: сосуд кондеисационный малый. Со-

Таблица 9.6. **Вспомогательные устройства для измерения расхода и уровня дифманометрами**

Наименование устройства	Модель или тип	P_y, МПа	Размеры, мм				Эскиз устройства
			H	*B*	*A*	*L*	
Уравнительный сосуд по ГОСТ 14319-73	СУМ-63-1, СУМ-63-3	6,3	252	133,5 165	148	–	Рис. 9.30, *а*
	СУМ-63-2, СУМ-63-4	6,3	318	199	148	–	Рис. 9.30, *б*
	СУМ-250-2 СУМ-400-2	25,0 40,0	318 328	205 224	154 173	– –	Рис. 9.30, *в*
Уравнительный сосуд двухкамерный по ТУ 25.02-460–73	5412 5423 5424	25,0	100 400 630	–	–	1131 531 761	Рис. 9.31, *а*
	П-198 П-234	–	720 1090	315 500	630 1000	–	Рис. 9.31, *б*
Уравнительный конденсационный сосуд по ГОСТ 14318–73	СКМ-40-1, СКМ-40-2, СКМ-40-3	4,0	188	200	–	255	Рис. 9.32, *а* Рис. 9.32, *б* Рис. 9.32, *в*
	СКМ-100-1, СКМ-100-2, СКМ-100-3, СКМ-100-4	10,0					Рис. 9.32, *а* Рис. 9.32, *б* Рис. 9.32, *в* Рис. 9.32, *г*
	СКМ-100-5		448			140	Рис. 9.32, *д*
Расширитель по ТК4-3558-83	Р-1	16	–	–	–	–	Рис. 9.33
Разделительный сосуд по ГОСТ 14320–73	СРС-63-1	6,3	350	222	–	–	Рис. 9.34, *а*
	СРС-63-2		482				
	СРС-250-2	25,0					
	СРС-400-2	40,0					Рис. 9.34, *б*
	СРМ-400-2	40,0	442	174			
	СРС-63-3	6,3	414	190			Рис. 9.34, *в*
	СРС-63-4	6,3		258			
	СРС-250-4 СРМ-400-4	25,0 40,0	414 374	258 208			Рис. 9.34, *г*

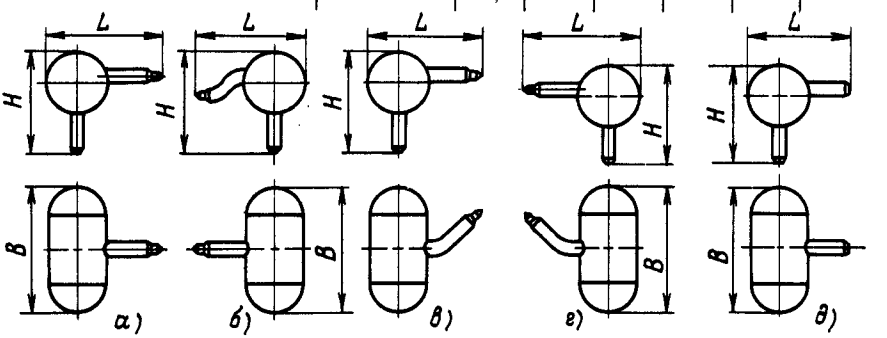


Рис. 9.32. Уравнительные конденсационные сосуды:
а – СКМ-40-1 и СКМ-100-1; *б* – СКМ-40-2 и СКМ-100-2; *в* – СКМ-40-2 и СКМ-100-3; *г* – СКМ-100-4; *д* – СКМ-100-5

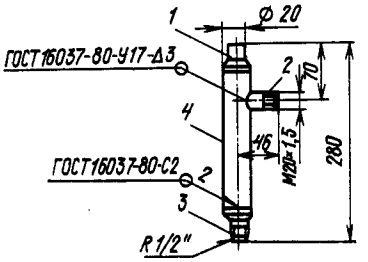


Рис. 9.33. Расширитель Р-1 по ТК4-3558-83:
1, 3 – штуцер; *2* – патрубок; *4* – труба

суды СКМ изготавливают обычно из стали 20 по ГОСТ 1050–74, обозначаемой буквой «а». В технически обоснованных случаях применяют сталь 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632–72. Уравнительный конденсационный сосуд малый на $P_y = 100$ МПа (исполнение 3), изготовленный из стали 20 по ГОСТ 1050–74, имеет обозначение: СКМ-100-3-а, ГОСТ 14318–73.

Расширители Р-1 (рис. 9.33) служат для отделения капелек влаги, выделяющихся из измеряемой газообразной среды, а также для упрощения конструкций обвязок приборов. Приборостроительными предприятиями этот вид сосудов серийно не изготавливается. Их изготавливают предприятия-заказчики как нестандартизованные изделия на основании ТК, разработанных Главмонтажавтоматикой (см. табл. 9.6).

Разделительные сосуды (рис. 9.34) применяют при измерении расхода агрессивных, вязких и других сред, вредно влияющих на чувствительный элемент дифманометра (коррозия, закупорка, засорение и т. п.). ГОСТ 14320–73 предусматривает три габаритных размера разделительных сосудов – большой, средний и малый, обозначаемых соответственно буквами: Б, С, М. Сосуды рассчитаны на $P_y = 6{,}3$; 25,0 и 40,0 МПа. Серийно изготавливают средние сосуды, а также малые на $P_y = 40{,}0$ МПа (табл. 9.6).

Разделительные сосуды СРС и СРМ из-

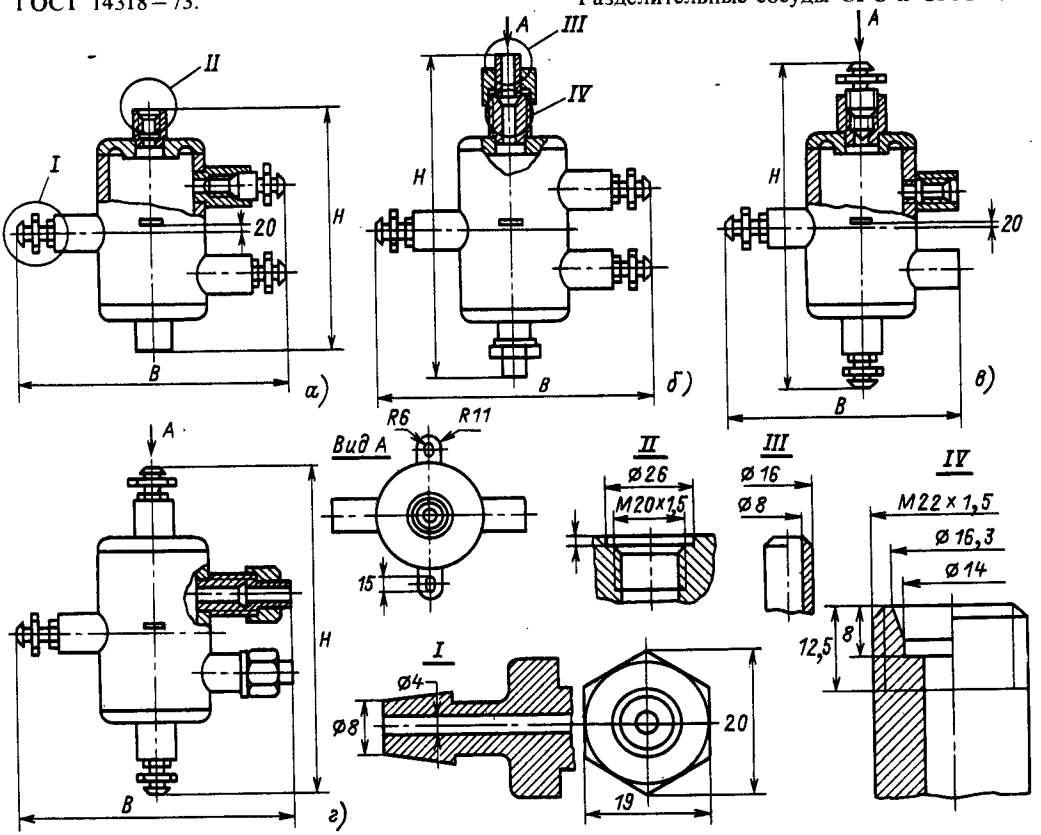


Рис. 9.34. Разделительные сосуды:
а – СРС-63-1 и СРС-63-2; *б* – СРС-250-2, СРС-400-2 и СРМ-400-2; *в* – СРС-63-3 и СРС-63-4; *г* – СРС-250-4 и СРМ-400-4

готавливают из стали 20 по ГОСТ 1050–74, обозначаемой буквой «а». В технически обоснованных случаях их изготавливают из сталей 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632–72 и 10Х17Н13М2Т по ГОСТ 5632–72, обозначаемых соответственно буквами «б» и «в».

Разделительный сосуд средиий на условное давление 6,3 МПа, изготовленный из стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632–72, имеет обозначение: СРС-63-1-б, ГОСТ 14320–73.

Разделительные сосуды заполняют разделительной жидкостью, соответствующей условиям эксплуатации и свойствам измеряемой среды. Разделительная жидкость не должна химически взаимодействовать ни с измеряемой средой, ни с уравновешивающей жидкостью; не должна смешиваться с ними, а также давать отложения либо действовать на материал соединительных линий, разделительных сосудов и чувствительных элементов дифманометров. Плотность разделительной жидкости должна быть меньше плотности жидкости, заполняющей дифманометр.

В качестве разделительных жидкостей обычно применяют воду, легкие минеральные масла, глицерин, водоглицериновые смеси, этиленгликоль, водоэтиленгликолевые смеси, дибутилфталат, этиловый спирт, спиртоглицериновые смеси. В табл. 9.7 указаны свойства ряда разделительных жидкостей. В зависимости от соотношения плотностей измеряемой среды и разделительной жидкости первая из них подводится либо в верхнюю, либо в нижнюю часть разделительного сосуда.

Таблица 9.7. **Свойства разделительных жидкостей**

Наименование жидкости	Плотность при 20 °С, кгс/м³	Температура, °С	
		замерзания	кипения
Глицерин	1245	−17	+290
Водоглицериновая смесь (1 : 1 по объему)	1130	−22,5	+106
Дибутилфталат	1047	−35	+340
Этиловый спирт	789	−112	+78
Этиленгликоль	1113	−12	+197
Водоэтиленгликолевая смесь (1 : 1 по объему)	1070	−36	+110

Особенностью конструкции всех разделительных сосудов является наличие контрольных пробок для контроля уровня заполняющей сосуд жидкости. Уровень жидкости в разделительных сосудах, стоящих на плюсовой и минусовой соединительных линиях дифманометра, должны быть одинаковыми при нулевом перепаде давления. При монтаже разделительных сосудов их следует располагать возможно ближе к сужающему устройству.

Мембранные разделители (см. разд. 8) применяют в измерительных схемах для тех же целей, что и разделительные сосуды. Среды разделяет гибкая мембрана, препятствующая попаданию агрессивной среды в чувствительный элемент прибора.

РАЗДЕЛ ДЕСЯТЫЙ

МОНТАЖ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ

10.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Широкий круг задач, связанных с измерением и регулированием уровня, обусловил появление большого числа различных приборов и устройств, основанных на разных принципах действия. Особенность монтажа прибора того или иного типа определяется принципом его действия и конструктивным исполнением, определяющим способы как установки и присоединения, так и обвязки основных узлов прибора. В соответствии с изложенным приборы для измерения и регулирования уровня разделяются:

а) по принципу действия – на поплавковые и буйковые, электронные, давления, дифманометры-уровнемеры, радиоизотопные, акустические и ультразвуковые;

б) по характеру измеряемой среды – на приборы для измерения уровня жидких сред, сыпучих тел или уровня раздела двух жидкостей с различной плотностью;

в) по стойкости воздействия измеряемой среды – на приборы для

измерения агрессивных или неагрессивных сред;

г) по условиям работы – на приборы, рассчитанные либо нерассчитанные на работу в условиях вибрации, ударов, тряски, высокой температуры, влажности, воздействия микроорганизмов, запыленности и т. п.;

д) по характеру выполняемых операций – на приборы для измерения, сигнализации или регулирования уровня.

Приборы узкоспециального назначения, а также редко применяемые в настоящий раздел не включены.

Установка большинства приборов для измерения, сигнализации и регулирования уровня вещества выполняется с помощью закладных конструкций (ЗК), устанавливаемых на технологических аппаратах и резервуарах (табл. 10.1). Организации, монтирующие технологическое оборудование, выполняют по типовым монтажным чертежам (ТМ) установку предварительно изготовленных закладных конструкций (табл. 10.2).

Закладные конструкции устанавливают на резервуарах путем сварки. Материал ЗК должен соответствовать материалу резервуара. Закладные трубы, являющиеся заземляющим электродом прибора, должны изготавливаться из коррозионно-стойкой стали. Приведенные ЗК содержат конкретные типы арматуры и сортамент труб. При необходимости применения других типов и сортаментов арматуры и труб упомянутые ЗК могут быть использованы в качестве типовой конструктивной схемы. Элементы ЗК, устанавливаемых на технологических емкостях и аппаратах для монтажа приборов для измерения уровня, приведены на рис. 10.1 и в табл. 10.3 и 10.4.

Когда на установленных емкостных аппаратах имеются смонтированные при их изготовлении присоединительные устройства, чувствительные элементы приборов устанавливают на них непосредственно либо с применением переходных деталей. Отдельные приборы закрепляют на элементах зданий и сооружений с помощью различных кронштейнов, лапок и т. п. (рис. 10.2 – 10.7). Кронштейны КП-9, КП-50 предназначены для чувствительных элементов регулятора уровня ЭРСУ-3; КП-54 – для первичных преобразователей ПП-05, ПП-06 сигнализатора уровня СУС; КП-55 – для первичных преобразователей ПП-13, ПП-14 сигнализатора уровня

Таблица 10.1. **Устаиовка приборов для измерения, сигнализации и регулирования уровня на техиологических емкостях и аппаратах**

Обозначение типового монтажного чертежа	Технические данные		Вариант установки ЗК	Обозначение ЗК, монтажных узлов и деталей
	Тип прибора	P_y, МПа		
–	ДУЖЭ-200М	20	–	–
ТМ4-117-74	ДУЖП-200М			
ТМ4-113-74	ДПЭ-1, ДПЭ-2, ДПЭ-3	0,6	–	ЗК4-99-74; фланец 65-6, по ТК4-3455-74
ТМ4-114-74	ДРУ-1	0,24	1, 2	ЗК4-101-74
ТМ4-119-74	УБ-П	10, 16	10, 11	ЗК4-108-74
	УБ-ПА, УБ-ПБ	6,4	2	ЗК4-108-74, ЗК4-116-74
	УБ-ПГ		2, 3, 4	ЗК4-108-74, ЗК4-116-74
	УБ-ПВ, УБ-ПВМ	4,0	5, 6	ЗК4-108-74, ЗК4-116-74
ТМ4-115-74	Первичные преобразователи ПРУ-5М, ПРУ-5МИ	20	–	ЗК4-103-74
ТМ4-134-74	Передающие преобразователи ПРУ-5М, ПРУ-5МИ	–	–	Рама 250 по ТК4-3165-73; стойка С-1 по ТК4-3450-81

Таблица 10.2. **Закладные конструкции (ЗК) для установки на технологических емкостях и аппаратах приборов для измерения, сигнализации и регулирования уровня вещества**

Обозначение закладной конструкции	Тип прибора, устанавливаемого на закладной конструкции	P_y, МПа	Вариант установки ЗК	Обозначение монтажных узлов и деталей		
				патрубка (бобышки, трубы) и его чертежа	заглушки	прокладки
ЗК4-99-74	ДПЭ	0,6	1	ПФ-70, ЗК4-100-74	65-6	77 × 100
ЗК4-101-74	ДРУ-1	0,24	1	ПФ-12, ЗК4-120-74	50-6	58 × 88
			2	ПФ-13, ЗК4-120-74	–	58 × 88
ЗК4-103-74	ПРУ-5	2,0		ПФ-1, ЗК4-106-74	–	25 × 57
ЗК4-108-74	УБ-ПА, УБ-ПБ, УБ-ПГ, УБ-ПМ, УБ-ПВМ	6,4	2	ПФ-12, ЗК4-106-74	100-64	94 × 149
	УБ-ПГ	4,0	3	ПФ-13, ЗК4-106-74	–	94 × 149
			4	ПФ-4, ЗК4-106-74		16 × 12
	УБ-ПВ	4,0	5	ПФ-11, ЗК4-106-74	100-40	94 × 149
			6	ПФ-10, ЗК4-106-74		129 × 149
ЗК4-108-74	УБ-П	10,0 16,0	10 11	ПФ-3, ЗК4-108-74 ПФ-4, ЗК4-108-74	25-100 25-160	23 × 57
ЗК4-116-74	УБ-ПА, УБ-ПБ, УБ-ПГ	6,4	2, 3, 4	ПФ-5, ЗК4-106-74	100-64	37 × 75 и 94 × 149, 16 × 12 и 94 × 149
	УБ-ПВ	4,0	5, 6	ПФ-5, ЗК4-106-74	100-40	37 × 75 и 94 × 149, 37 × 75 и 129 × 149
ЗК4-118-74	ЭРСУ-3	1,0; 2,5; 4,0; 1,6	1	Бобышка БМ27 × 1,5-50 по ТК4-225-71	Пробка П-М27 × 1,5 по ТК4-229-69	–
ЗК4-118-74	ЭРСУ-3	1,0; 2,5; 4,0	2	Труба Т-1, ЗК4-119-74 с бобышкой БМ27 × 1,5-50	–	–
ЗК4-118-74	ЭРСУ-3	–	3	Труба Т-2, ЗК4-119-74 с бобышкой БМ27 × 1,5-50		

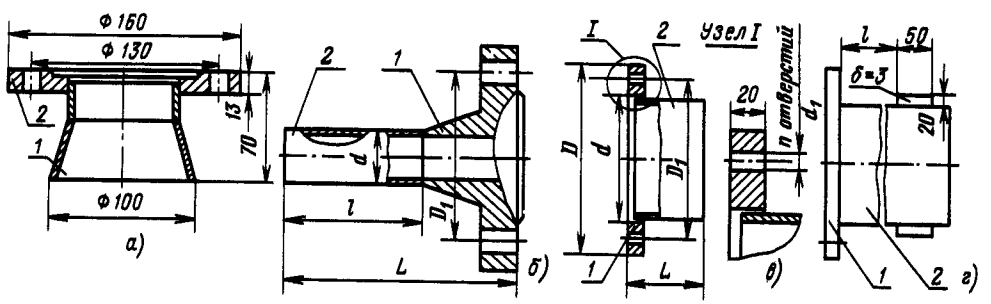


Таблица 10.3. **Типоразмеры патрубков по ЗК4-106-74 (к рис. 10.1, *б*)**

Обозначение патрубка	P_y, МПа	Размеры, мм				Тип фланца по ГОСТ 12821–80	Марка трубы
		D_y	D_1	L	l		
ПФ-1	6,4	20	90	148	90	1-20-64	25×3-20-А
ПФ-2	20,0			115	58	20-200	28×2,5-А
ПФ-3	10,0	25	100	148	90	11-25-100	32×3,5-20-А
ПФ-4	16,0					11-25-160	
ПФ-5	6,4	40	125	159		1-40-64	45×4-20-А
ПФ-6		65	160	125	53	11-65-64	76×4-20-А
ПФ-7	2,5	80		155	100	80-25	89×4,5-20-А
ПФ-8				125	70		
ПФ-9		100	190	161	100	100-25	108×4-20-А
ПФ-10	4,0			115	50	11-100-40	
ПФ-11				168	100		
ПФ-12	6,4		200	180	100	11-100-64	
ПФ-13						100-64	
ПФ-14							
ПФ-15	4,0	150	250	118	50	11-150-40	150×6-20-А

Примечание. Размер d (рис. 10,1, *б*) фланца и трубы патрубка ПФ-15 расточить до 151 мм.

Таблица 10.4. **Типоразмеры патрубкоа по ЗК4-120-74 (к рис. 10.1, *в* и *г*)**

Обозначение патрубка	Размеры, мм						Число отверстий n	Тип фланца по ГОСТ или диаметр нестандартизованного фланца, мм	Марка трубы
	D	D_1	d	L	l	d_1			
ПФ-1	280	240	181	90	—	11	4	∅ 280	180×3,5-20-А
ПФ-3				350					
ПФ-5	160	130	90	90		12		65-6	89×3,5-20-А
ПФ-6	120	90	66	110		9	6	∅ 120	65×2,5-20-А
ПФ-8	140	110				14	4	∅ 140	
ПФ-10	205	170	134	90		16		100-6	133×4-20-А
ПФ-12	120	95	58			6,5	8	50-6 по ЗК4-125-74	57×3,5-20-А
ПФ-2	280	240	181	190	100	11	4	∅ 280	180×3,5-20-А
ПФ-4				350					
ПФ-7	120	90	66	210	130	9	6	∅ 120	65×2,5-20-А
ПФ-9	140	110				14	4	∅ 140	
ПФ-11	205	170	134	190	100	16	8	100-6	133×4-20-А
ПФ-13	120	95	58			6,5		50-6 по ЗК4-125-74	57×3,5-20-А

Примечание. Стандартизованные фланцы изготовляются по ГОСТ 12820–80.

Рис. 10.1. Патрубки для монтажа буйковых и поплавковых уровнемеров:
а – ПФ-70 на $P_y = 0{,}6$ МПа по ЗК4-100-74; *б* – ПФ-1 – ПФ-15 (см. табл. 10.3) по ЗК-106-74; *в* – ПФ-1, ПФ-3, ПФ-5, ПФ-6, ПФ-8, ПФ-10, ПФ-12 (см. табл. 10.4) по ЗК4-120-74; *г* – ПФ-2, ПФ-4, ПФ-7, ПФ-9, ПФ-11, ПФ-13 по ЗК4-120-74; *1* – фланец; *2* – труба

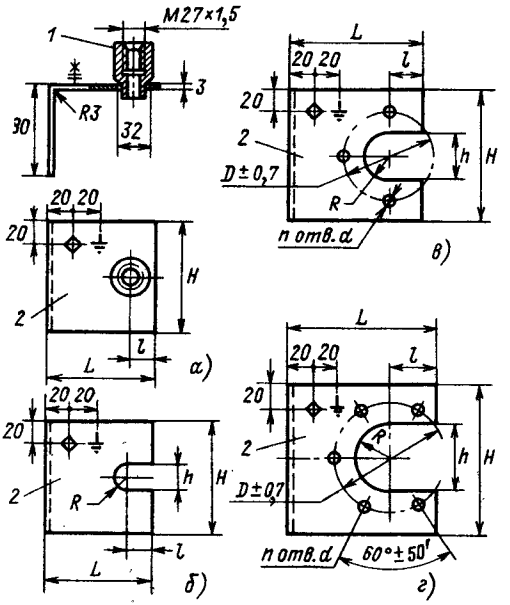


Рис. 10.2. Кронштейны КП по ТК4-3451-81:

а – кронштейн КП-9; *б* – кронштейн КП-50; *в* – кронштейны КП-54, КП-55; *г* – кронштейн КП-53; *1* – бобышка БМ27×1,5-55 по ТК4-225-75; *2* – лист толщиной 3 мм по ГОСТ 19904–74

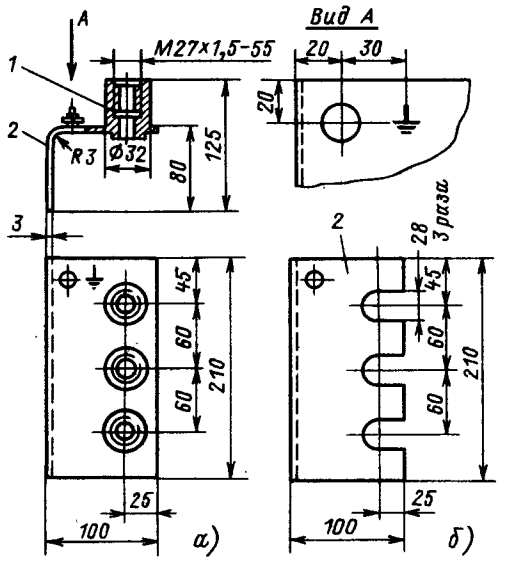


Рис. 10.3. Кронштейны КП-41, КП-42 по ТК4-3453-81:

а – кронштейн с отверстиями; *б* – кронштейн с пазами; *1* – бобышка М27×1,5-55 по ТК4-225-75; *2* – лист толщиной 3 мм по ГОСТ 19904–74

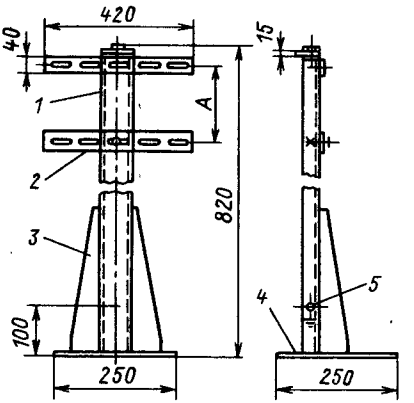


Рис. 10.4. Стойка СП по ТК4-3450-81:

1 – швеллер ШП60×35 по ТК4-2223-74; *2* – полоса ПП40 по ТК4-2229-74; *3* – ребро по ТК4-3492-79; *4* – лист 250×250×4 мм; *5* – узел заземления по ГОСТ 31130–74 с болтом М6×20.46.01 по ГОСТ 7798–70. Размер *A* определяется по устанавливаемому прибору (изделию)

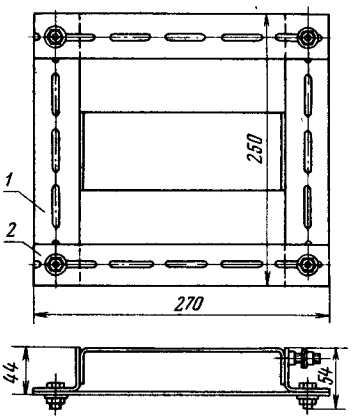


Рис. 10.5. Рама 250 по ТК4-3165-74:

1 – кронштейн 250×270 по ТК4-3166-70; *2* – полоса перфорированная 40 по ТК4-2229-74

СУС; КП-53 – для первичного преобразователя ПП-03 сигнализатора уровня СУС (табл. 10.5).

Монтаж закладных конструкций должен производиться до гидравлических испытаний технологического оборудования. По окончании монтажа прибор подлежит опрессовке вместе с технологическим оборудованием, на котором он установлен.

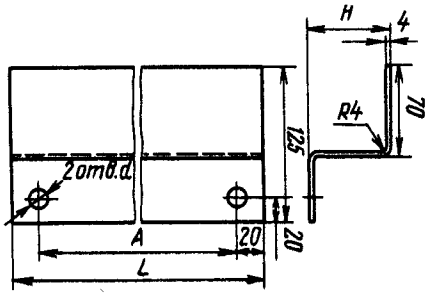


Рис. 10.6. Скобы СК1 – СК4 по ЗК4-93-74:

Обозначение	Размеры, мм			
	A	*L*	*h*	*d*
СК-1	127	168	66	13
СК-2, СК-3	350	390	90	22
СК-4	32	72	50	7

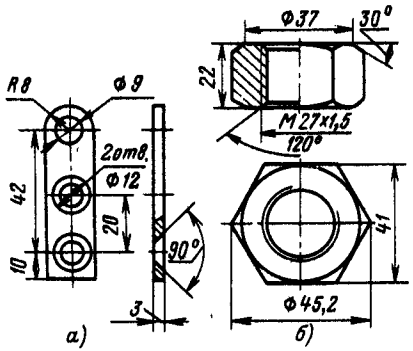


Рис. 10.7. Лапка Л-9 по ТК4-3457-74 (*а*) и гайка М27 × 1,5 по ТК4-3458-74 (*б*)

Таблица 10.5. **Типоразмеры кронштейнов КП по ТК4-3451-81 (к рис. 10.27)**

Условное наименование	Размеры, мм							Число отверстий *n*
	D	*d*	*H*	*h*	*L*	*l*	*R*	
КП-9	—	—	115	—	100	30	—	—
КП-50	—	—		28			14	
КП-53	90	9	120	55	125	40	27,5	5
КП-54	130	23	185	90	185	80	45	3
КП-55	125	18	170		170	70		

10.2. ПОПЛАВКОВЫЕ И БУЙКОВЫЕ ПРИБОРЫ

Ниже приведены сведения по монтажу приборов, чувствительным элементом которых является поплавок или буй, связанные с измерительной подвижной системой прибора. С помощью этих приборов в зависимости от их типа и модификации можно осуществлять местные и дистанционные измерения, регулирование, сигнализацию уровня различных жидкостей, включая и агрессивные. Приборы могут устанавливаться в различных средах, в том числе и во взрывоопасных. Примеры установки поплавковых и буйковых уровнемеров приведены на рис. 10.8.

Монтаж приборов для измерения, регулирования и сигнализации уровня жидкостей необходимо начинать с осмотра. При этом обращается внимание на отсутствие механических повреждений, наличие крепежных деталей прибора, а также на комплектность прибора согласно паспорту. Маркировка на элементах прибора, входящих в комплект, должна указывать на то, что элементы являются комплектом данного прибора.

Для приборов с электрическим выходным сигналом, рассчитанных на эксплуатацию во взрывоопасных помещениях, необходимо проверить наличие средств уплотнения в местах ввода проводов и кабелей и в местах сопряжения крышек; соответствие знака взрывозащиты условиям эксплуатации; наличие заземляющих и пломбировочных устройств. Необходимо помнить, что контактные устройства приборов этого типа в условиях эксплуатации и опробования допускается открывать только после отключения от сети. Для обеспечения безопасности обслуживания корпуса приборов с электрическим выходным сигналом должны быть заземлены.

Датчики уровня жидкости ДУЖЭ, ДУЖП, ДПЭ. Действие приборов основано на преобразовании изменения уровня жидкости в угловое перемещение магнита, встроенного в поплавок, и передаче этого перемещения для управления контактным устройством датчиков с электрическим выходным сигналом (ДУЖЭ, ДПЭ) либо для управления заслонкой сопла в датчиках с пневматическим выходным сигналом (ДУЖП).

Ввод кабеля в датчик ДУЖЭ-200М должен выполняться с необходимым уплотнением в сальнике для обеспечения взрывозащищенности датчика. К датчикам всех типов должен присоединяться контрольный кабель с четырьмя медными жилами сечением

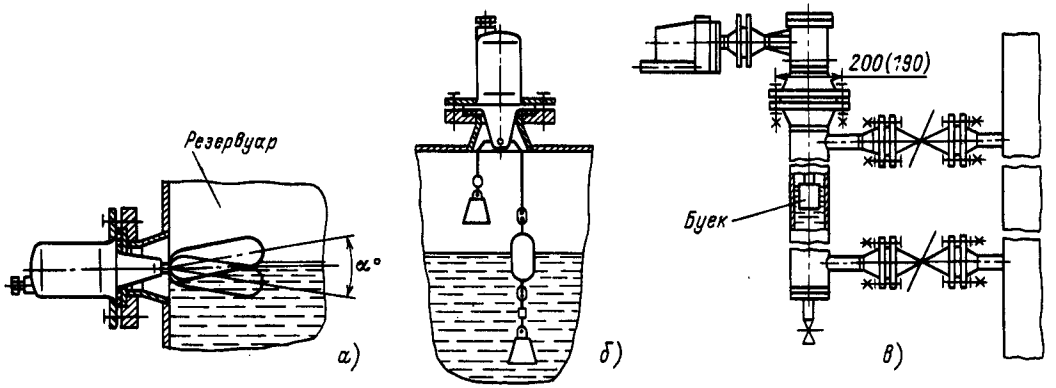


Рис. 10.8. Примеры установки буйковых и поплавковых уровнемеров:
а — поплавковых на стене резервуара; *б* — поплавковых на крыше резервуара; *в* — буйковых в выносной камере

0,75 – 1,5 мм², с резиновой или пластмассовой изоляцией с наружным диаметром 9 – 12 мм. К датчикам ДПЭ допускается присоединять кабель с алюминиевыми жилами сечением 2,5 мм². Одна из жил должна быть внутри коробки зажимов присоединена к заземляющему зажиму. К последнему должен быть также присоединен заземляющий проводник брони кабеля.

Рабочее положение всех типов датчиков, кроме ДПЭ-3, горизонтальное, а ДПЭ-3 – вертикальное.

Поплавок датчиков ДУЖЭ-200М и ДУЖП-200М может как встраиваться в резервуар, так и монтироваться вне его в специальной камере (см. рис. 10.8).

Датчик предельного уровня ДПУ-1М. Действие прибора основано на преобразовании изменения уровня жидкости в промысловых емкостях (трапах) в угловое перемещение поплавка, жестко закрепленного на оси электроконтактного механизма (микропереключателя), и передаче электрического выходного сигнала в схему сигнализации или управления уровнем контролируемой жидкости.

Датчик ДПУ-1М устанавливают и закрепляют на фланце патрубка. Через сальник пропускают тросик возврата поплавка в рабочее положение. Вводное устройство датчика рассчитано на присоединение проводов с медными жилами сечением 1,5 мм, проложенных в защитных трубах.

Установку уровня срабатывания электроконтактного устройства производят после монтажа датчика.

Датчик реле уровня жидкости двухпозиционный ДРУ-1. Действие датчика основано на изменении положения поплавка в зависимости от изменения уровня жидкости в емкости. Перемещение поплавка приводит к переключению контактного устройства прибора и соответственно к выдаче выходного сигнала в схему сигнализации или управления.

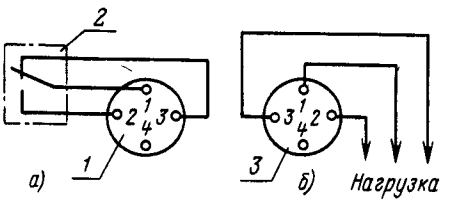


Рис. 10.9. Схема электрических соединений (*а*) и подключения (*б*) датчика ДРУ-1:
1 — колодка соединителя ШРГ20П4ЭШВ; *2* — микропереключатель датчика; *3* — вставка соединителя

Закрепление датчика ДРУ-1 на закладной конструкции производят с помощью болтов М5. При монтаже датчика недопустимо смятие сильфона.

После установки к датчику присоединяют экранированный кабель с жилами сечением до 2,5 мм². Присоединение жил кабеля следует выполнять по схеме, приведенной на рис. 10.9.

Уровнемеры буйковые УБ-П. Действие приборов основано на преобразовании изменений уровня жидкости в перемещение рычажной системы прибора, получающей воздействие от чувствительного элемента – буйка, и образовании при этом электрического или пневматического выходного сигнала. Существуют два способа установки уровнемеров: непосредственно на емкости с погруже-

нием в нее буйка и на трубной обвязке с расположением буйка внутри выносного вспомогательного сосуда, соединенного с резервуаром по принципу сообщающихся сосудов.

Перед присоединением командных и питающих воздушных линий к прибору давление питающего воздуха стабилизируют с помощью стабилизатора, например, СДВ1-Са и очищают фильтром, например ФВ-2М.

Перед установкой с рычага вывода уровнемера снимают защитную трубу. Уровнемер устанавливают на емкости. На рычаг вывода осторожно навешивают буек; на уравновешивающий рычаг, расположенный в корпусе прибора, прикрепляют грузы, уравновешивающие массу буйка, а затем приводят в рабочее состояние демпфер прибора, заполняемый на $^2/_3$ демпферной жидкостью. После подачи напряжения питания демпферная система регулируется и все узлы прибора настраивают на заданный режим работы.

Реле уровня полупроводниковое ПРУ-5. Действие прибора основано на преобразовании изменения положения сердечника индукционной катушки – поплавка, свободно перемещающегося в поплавковой камере вслед за уровнем контролируемой жидкости, в командный электрический сигнал выходного реле, срабатывающего вследствие появления тока разбаланса моста переменного тока, обусловленного изменением индуктивного сопротивления катушек первичного преобразователя, включенных в плечи моста.

Передающий преобразователь реле может быть установлен на раме на стене по ТМ4-132-74 либо на стойке на полу по ТМ4-134-74.

При закреплении передающего преобразователя на конструкции болтами М10 необходимо обращать внимание на то, чтобы кабельные вводы были направлены вниз.

В соответствии со схемой подключения реле (рис. 10.10) к первому кабельному вводу передающего преобразователя должен подойти кабель управления от исполнительного механизма; ко второму – кабель питания, к третьему – кабель первичного преобразователя, длина которого не должна превышать 500 м. Для цепей питания датчика рекомендуется применять кабель КНР3 × × 1,5 мм^2, а для цепей управления – кабель КНР7 × 1 мм^2. Для присоединения к соединителю передающего преобразователя, рассчитанному на присоединение жил сечением от 0,75 до 1,5 мм^2, кабели вводят в сальниковые уплотнения вводов и их жилы припаивают к соответствующим контактам соединителей. Для присоединения к набору зажимов датчика в сальниковое уплотнение вводят кабель, на концах жил которого монтируют наконечники под винт М4.

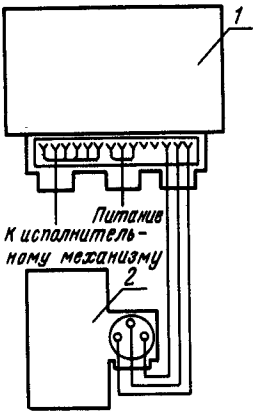


Рис. 10.10. Схема внешних электрических соединений реле уровня ПРУ-5М и ПРУ-5МИ:
1 – блок питания; *2* – датчик

Уровнемеры поплавковые УДУ-10. Действие приборов основано на передаче показаний перемещающегося вместе с уровнем жидкости поплавка на показывающий прибор через перфорированную ленту, на которой поплавок подвешен. Конструкция приборов рассчитана на эксплуатацию на открытом воздухе.

В соответствии с типом резервуара и условиями установки распространены варианты монтажа уровнемеров, приведенные ниже.

1. На вертикальных наземных резервуарах с применением сварочных работ (рис. 10.11) к резервуару приваривают кронштейны *1* для крепления показывающего прибора *2* и кронштейны *5* для закрепления хомутами защитных труб *6*. Кронштейны выполняют из угловой стали. Вводный патрубок защитной трубы вваривают в предварительно просверленную крышку люка резервуара, в которую также вварены корпуса натяжных устройств. Ко дну резервуара приваривают угольник *5* для крепления направляющих струн.

Гидрозатвор собирают из специальных угловых роликов и защитных труб, образующих колено. Назначение гидрозатвора – предохранить механизм показывающего прибора от паров жидкости, находящейся в резервуаре. С этой целью после сборки гидрозатвор заполняют на 200 – 300 мм незамерзаю-

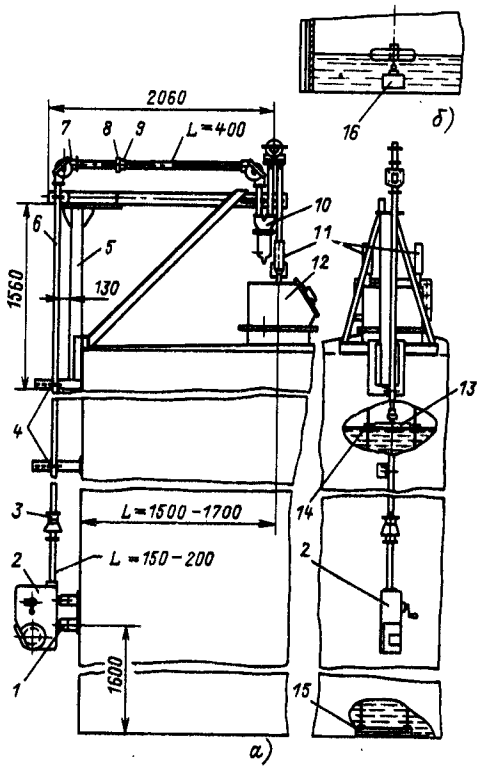


Рис. 10.11. Установка уровнемера УДУ-10 на вертикальном наземном цилиндрическом резервуаре:

а – с применением сварочных работ; *б* – без применения сварочных работ; *1* – кронштейны для крепления показывающего прибора; *2* – показывающий прибор; *3* – вентилятор; *4* – кронштейны для крепления защитной трубы; *5* – кронштейн; *6* – защитная труба; *7* – угловой ролик; *8* – контргайка; *9* – короткая муфта; *10* – ролик гидрозатвора; *11* – натяжное устройство; *12* – монтажный люк; *13* – поплавок; *14* – направляющая струна; *15* – угольник для закрепления направляющих струн; *16* – груз для закрепления направляющих струн

щей жидкостью, например этиленгликолем или дизельным топливом.

2. На вертикальных наземных резервуарах без применения сварочных работ (рис. 10.11, *б*). В отличие от предыдущего варианта показывающий прибор и защитные трубы крепят к металлической конструкции, сваренной из угловой стали и установленной на фундаменте резервуара, вместо приварки уголка к днищу резервуара. В этом варианте к направляющим струнам подвешивают груз *16*.

3. На заглубленных резервуарах (рис. 10.12). К крышке верхнего люка резервуара приваривают кронштейн из угловой стали, к которому крепят показывающий прибор *3* указателя уровня. Перфорированная лента выводится из прибора через боковой выводной патрубок в защитной трубе, вваривае мой в крышу верхнего люка резервуара, куда также вваривают корпуса натяжных устройств. Для крепления направляющих струн поплавка к днищу резервуара приваривают уголок.

Корпус показывающего прибора имеет две горловины для входа перфорированной ленты: вертикальную (употребляемую наиболее часто) и горизонтальную. В зависи-

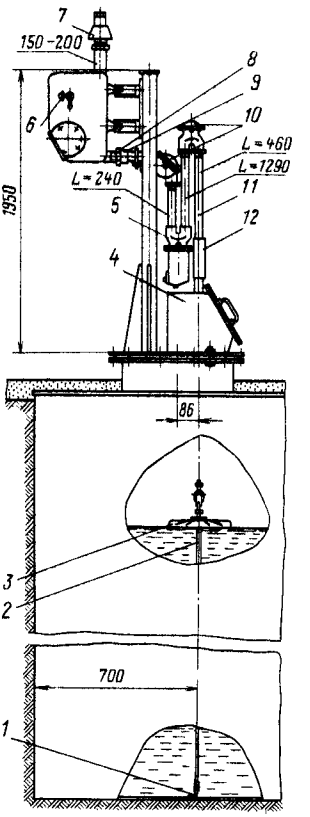


Рис. 10.12. Установка уровнемера УДУ-10 на заглубленном или подземном железобетонном резервуаре:

1 – угольник для закрепления струн; *2* – направляющая струна; *3* – поплавок; *4* – монтажный люк; *5* – ролик гидрозатвора; *6* – показывающий прибор; *7* – вентилятор; *8* – контргайка; *9* – короткая муфта; *10* – угловые ролики; *11* – защитная труба; *12* – натяжное устройство

мости от условий установки прибора используют одну из горловин; другую горловину заглушают пробкой. На задней стенке корпуса имеются два крепежных отверстия с резьбой М8, расположенных по вертикальной оси прибора на расстоянии 200 мм друг от друга. При помощи этих отверстий показывающий прибор закрепляют на конструкции.

4. На железобетонном понтоне (рис. 10.13). Установка и крепление показывающего прибора и защитных труб аналогичны их установке и креплению иа наземных резервуарах. Для монтажа поплавка в понтон вваривают люк *3* с патрубком. К крышке люка крепят алюминиевую втулку для прохода перфорированной ленты и натяжные устройства *4*. К нижней части патрубка приваривают уголок *4* для крепления направляющих струн.

Для соединения с перфорированной лентой и направляющими струнами поплавок имеет соответственно одно верхнее и два боковых разрезных кольца. Боковые кольца выполнены так, что можно снять поплавок, не снимая направляющих струн, жестко закрепленных на дне резервуара и в натяжных устройствах. Остальной монтаж аналогичен описанному выше.

При монтаже приборов необходимо учитывать следующее. Для установки уров-

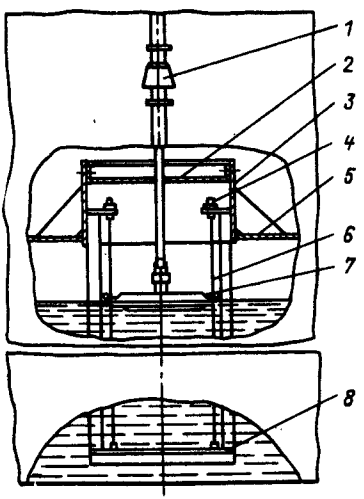


Рис. 10.13. Монтаж поплавка при установке уровнемера УДУ-10 на железобетонном понтоне:

1 — вентилятор; *2* — обрезиненный бельтинг; *3* — монтажный люк в понтоне; *4* — натяжное устройство; *5* — понтон; *6* — направляющая струна; *7* — поплавок; *8* — уголок для закрепления направляющих струн

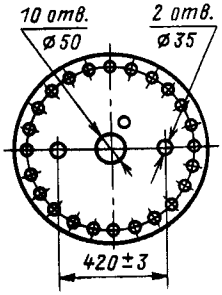


Рис. 10.14. Подготовка крышки люка

немера на резервуаре выбирают место, наименее подверженное влиянию на поплавок входящей струи жидкости. Если жидкость в резервуар подается со значительными пульсациями, то необходимо поместить поплавок в ограждение высотой 2—3 м и более. С особой тщательностью должна быть проведена разметка крыши верхнего люка под приварку корпусов натяжных устройств, для чего в крыше люка сверлят отверстия диаметром 35 мм (рис. 10.14). Тщательно по отвесу относительно натяжных устройств на днище резервуара устанавливают и приваривают уголок для крепления направляющих струн поплавка. Натяжные устройства и уголок устанавливают так, чтобы обеспечить расстояние между направляющими струнами 420 мм по всей длине. Кроме того, в крыше верхнего люка сверлят отверстие диаметром 50 мм для приварки защитной трубы, в которой прокладывают перфорированную ленту. Защитные трубы и показывающий прибор устанавливают строго по отвесу.

Защитные трубы заводом-изготовителем с прибором не поставляются. В качестве защитных труб рекомендуется применять стальные водогазопроводные оцинкованные трубы ОЦ-40 (ГОСТ 3262—75). Длина труб выбирается по месту в зависимости от высоты и типа резервуара. Соединение труб между собой, с корпусом показывающего прибора, корпусом угловых роликов и роликов гидрозатвора выполняют на фторопластовой уплотнительной ленте ФУМ или на пакле с густотертой краской.

10.3. ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

Приборы, рассматриваемые ниже, объединяются общим признаком — наличием первичного преобразователя электродного типа (датчика), являющегося чувствительным элементом прибора, и передающего элек-

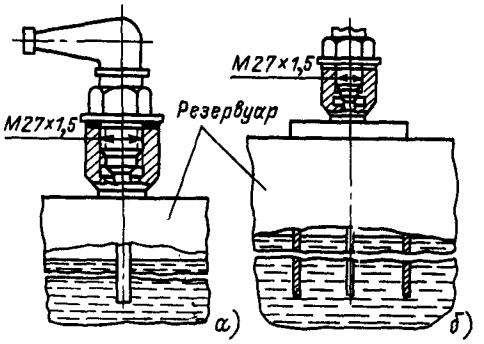


Рис. 10.15. Установка на резервуаре стержневого чувствительного элемента регулятора-сигнализатора ЭРСУ-3 по ТМ4-122-74:
а — вариант 1; *б* — вариант 2

тронного преобразователя, преобразующего сигнал чувствительного элемента. Это в свою очередь обусловливает сходство ряда операций по монтажу приборов.

Для установки первичного преобразователя в стенку резервуара, уровень продукта в котором подлежит измерению, регулированию, контролю или сигнализации, необходимо вварить бобышку соответствующего размера. Отдельно должен быть установлен передающий преобразователь, который затем соединяют кабелем с первичным преобразователем.

Регулятор-сигнализатор уровня ЭРСУ-3. Прибор обеспечивает сигнализацию и поддержание в заданных пределах уровня электропроводных сред в различных резервуарах, включая паровые котлы.

Чувствительные элементы стержневого типа закрепляют в бобышке, вваренной в резервуар (рис. 10.15), либо на кронштейнах КП-9, КП-50 по ТК4-3461-81, КП-41, КП-42 по ТК4-3453-81, устанавливаемых над контролируемой средой.

Для увеличения точности и стабильности показаний приборов при монтаже их чувствительных элементов в резервуарах из непроводящих материалов или на расстоянии, превышающем 1 м от электропроводных стенок резервуара, рекомендуется установить параллельно оси чувствительного элемента металлические электроды (стержни, трубы, полосы, тросы и т. п.) на расстоянии не более 200 мм от оси чувствительного элемента. Электроды и корпус датчика заземляют.

Если чувствительные элементы требуется установить на боковой стенке резервуара, то оси бобышек должны соответствовать контролируемым уровням.

Блоки питания, релейные или электронные, устанавливают на стене с помощью рамы либо на полу на стойке. Схема внешних соединений ЭРСУ-3 приведена на рис. 10.16. Соединительные линии ЭРСУ выполняют контрольными кабелями общепромышленных марок.

Сигнализаторы уровня серии СУС. Рассматриваемые ниже приборы входят в систему унифицированных высокочастотных сигнализаторов уровня жидких, сыпучих и кусковых электропроводных и неэлектропроводных сред в блочно-модульном исполнении серии СУС. Сигнализаторы состоят из одного или нескольких первичных преобразователей и одного вторичного преобразователя.

Все преобразователи условно можно разделить на две группы: для сыпучих и кусковых сред и для жидких сред. Основное конструктивное отличие группы преобразователей состоит в том, что преобразователи первой группы устанавливают снаружи на стенки бункеров без ввода внутрь.

Для установки первичных преобразователей второй группы через стенку резервуара внутрь вводится электрод преобразователя.

Длина соединительной линии между первичным и вторичным преобразователями

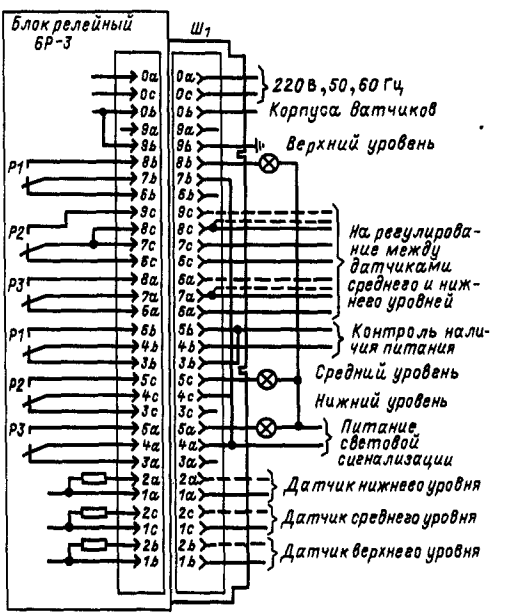


Рис. 10.16. Схема внешних соединений регулятора-сигнализатора уровня ЭРСУ-3 для раздельной сигнализации

практически не ограничивается в пределах строящегося помещения цеха (производства). Не ограничивается также выбор марки электрического кабеля; сечение жил по условиям присоединения не должно превышать 2,5 мм^2 для исполнений УХЛ и 1,5 мм^2 для исполнений ОМ. В последнем случае применяют кабель марки КНР4 × 1,5 мм^2. Сопротивление каждой жилы линии связи независимо от ее длины не должно превышать 10 Ом.

Первичный преобразователь устанавливают так, чтобы номинальный уровень срабатывания совпадал с контролируемым уровнем. При длине электрода более 0,25 м первичные преобразователи устанавливают только вертикально. Исключение составляют преобразователи ПП-05, ПП-06, ПП-13, ПП-14. Ориентирование пластин первичного преобразователя ПП-03 должно обеспечить свободное перемещение контролируемой среды вдоль пластин. Для обеспечения вытекания жидкой среды из межэлектродного пространства первичные преобразователи ПП-05, ПП-06, ПП-13, ПП-14, располагаемые горизонтально, целесообразно устанавливать под небольшим углом к горизонтальной плоскости. Первичные преобразователи ПП-07, ПП-08, ПП-09, ПП-12, ПП-15 исполнения ОМ следует устанавливать на вертикальной или наклонной стенке бункера.

Уровнемер РУМБ-БК-М. Высокочастотный уровнемер РУМБ-БК-М предназначен для измерения уровня нефтепродуктов. Прибор состоит из трех основных элементов: первичного, промежуточного и передающего преобразователей. Первичный и промежуточный преобразователи имеют искробезопасное исполнение и рассчитаны на размещение во взрывоопасных зонах помещений и наружных установках.

Длина линий связи, соединяющих преобразователи прибора, не должна превышать 100 м между первичным и промежуточным преобразователями и 100 м и между передающим и промежуточным преобразователями.

Первичный преобразователь закрепляют на емкости с контролируемой жидкостью, для чего в нее вваривают бобышку с резьбой М27 × 1,5.

Если диапазон измерения прибора превышает 2 м, погружную часть первичного преобразователя страхуют с помощью либо успокоительной трубы (рис. 10.17, *а*) либо растяжек (рис. 10.17, *б*). Для этих случаев на конце стержня погружной части имеется резьба М8-8*g*, на которую навертывают специальный груз (рис. 10.17, *в*). В обоих вариантах погружная часть преобразователя предохраняется от отклонения от вертикальной оси. Внутренний диаметр успокоительной трубы должен быть не менее 170 мм, а диаметр *D* груза должен быть на 10 мм меньше внутреннего диаметра успокоительной трубы. Груз следует изготавливать из металла, коррозионно-стойкого по отношению к контролируемой среде.

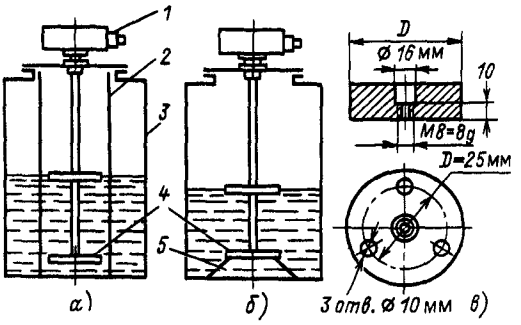


Рис. 10.17. Монтаж первичного преобразователя уровнемера РУМБ-БК-М с диапазоном измерения более 2 м:

а — в успокоительной трубе; *б* — на растяжках; *в* — установочный груз; *1* — передающий преобразователь; *2* — успокоительная труба; *3* — резервуар; *4* — установочный груз; *5* — растяжка

Измеритель уровня аммиака 1РВУ-23. Прибор предназначен для измерения и сигнализации уровня жидкого аммиака первого и второго сорта (ГОСТ 6221-82) в сосудах и аппаратах холодильных установок.

Измеритель уровня состоит из первичного и передающего преобразователей и показывающего прибора.

Для установки первичного преобразователя 1РВУ-23 в стенку емкости с контролируемой жидкостью вваривают бобышку с резьбой М39 × 2, соответствующей резьбе на преобразователе. Установка производится в вертикальной плоскости. Отклонение оси первичного преобразователя от вертикали не должно превышать 5°. Первичный преобразователь может устанавливаться также во вспомогательной емкости (колонке), соединенной с основной двумя трубами по принципу сообщающихся сосудов.

Первичный и передающий преобразователи соединяют между собой коаксиальным кабелем. При подключении показывающего прибора следует обращать внимание на полярность присоединяемых жил кабеля и зажимов прибора.

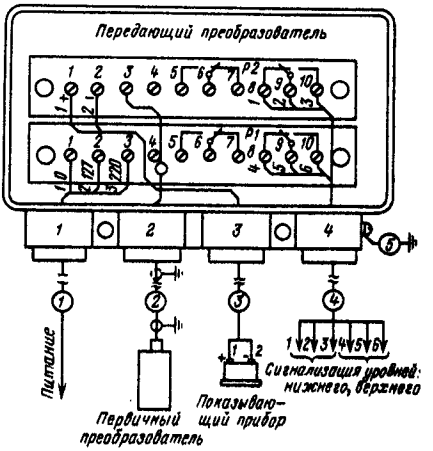


Рис. 10.18. Схемы внешних электрических соединений измерителя уровня аммиака 1РВУ-23

Схема внешних электрических соединений элементов измерителя 1РВУ-23 приведена на рис. 10.18.

Регулятор уровня РУМ-10. В состав регулятора входят чувствительный элемент, электронный блок и вторичный прибор.

Для установки и обвязки чувствительного элемента необходимо изготовить ряд вспомогательных деталей (сосудов и труб обвязки), которые в комплект поставки прибора не входят. С помощью этих деталей чувствительный элемент в зависимости от условий регулирования может устанавливаться внутри сосуда (рис. 10.19, *а*), на сосуде (рис. 10.19, *б*) и внутри резервуара (рис. 10.19, *в*). К фланцам сосудов присоединяют трубы обвязки, соединяемые с резервуаром, в котором регулируется уровень жидкости. При установке датчика внутри резервуара на его люк приваривают патрубок с фланцем, к которому закрепляют фланец монтажного комплекта (рис. 10.19, *в*).

Электронный блок и вторичный прибор рассчитаны на щитовой монтаж. Для установки электронного блока в панели щита выполняют прямоугольный вырез размером 172 × 164 мм и четыре круглых отверстия по углам диаметром 5 мм.

Размер выреза под вторичный прибор определяется типом потенциометра, поставляемого в комплекте с регулятором.

Чувствительный элемент с вторичным

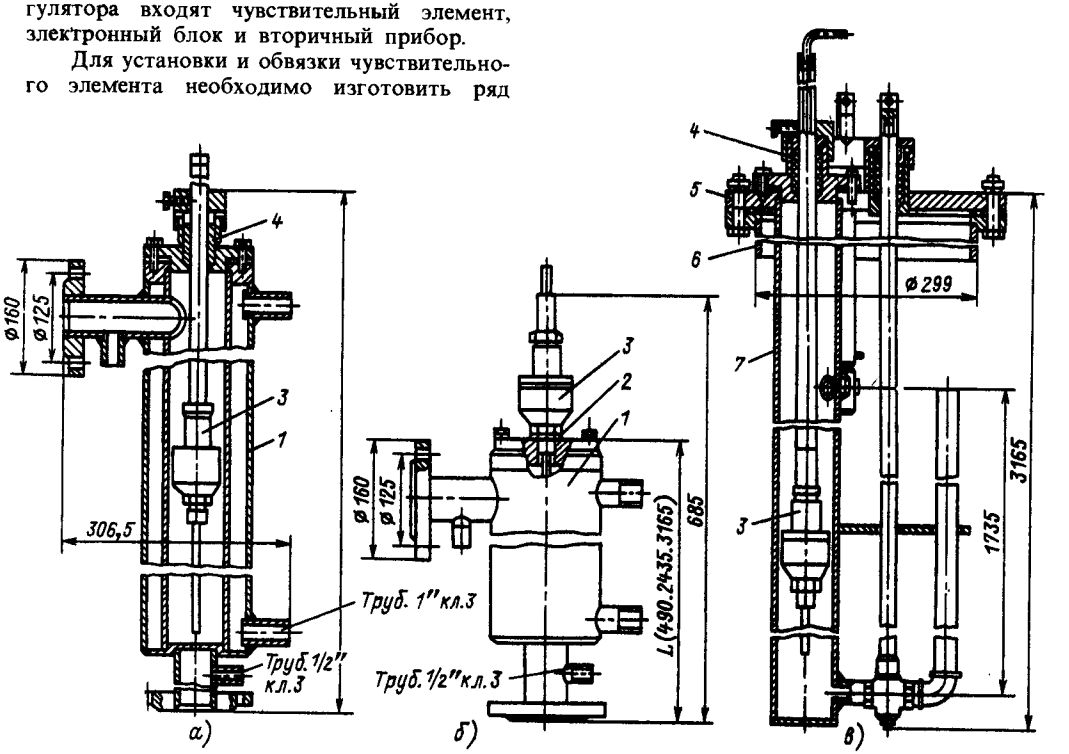


Рис. 10.19. Установка регулятора уровня РУМ-10:

а — внутри сосуда; *б* — на сосуде; *в* — внутри резервуара; *1* — сосуд; *2* — прокладка; *3* — чувствительный элемент; *4* — уплотнение сальниковое; *5* — фланцевая опора; *6* — патрубок с фланцем; *7* — труба

прибором соединяют коаксиальным кабелем марки РК длиной до 100 м.

Уровнемеры РУС предназначены для измерения уровней электропроводных и неэлектропроводных жидкостей, включая агрессивные и взрывоопасные, сохраняющие свои агрегатные состояния в интервале рабочих температур и давлений. Приборы рассчитаны на применение в системах автоматизации технологических процессов химической, нефтехимической, электротехнической и других отраслей промышленности.

Первичный преобразователь прибора необходимо устанавливать таким образом, чтобы геометрическая ось, вдоль которой происходит измерение уровня, совпадала с вертикалью. Отклонение от последней не должно превышать 1°. Контроль правильности размещения в резервуаре первичного преобразователя выполняют с помощью отвеса. Отклонение центрального угла между двумя осями любых установочных отверстий не должно быть более $-20 \div +20°$.

Конструкция измерительного передающего преобразователя обеспечивает возможность установки его на различных конструктивах, например рамах, щитах, кронштейнах.

Диаметр кабелей, присоединяемых к преобразователям, не должен превышать 14 мм, а сопротивление его жил должно быть равно или менее 8 Ом. Кабель, соединяющий первичный и передающий преобразователи, должен быть обязательно экранированным. Допускается применение неэкранированного кабеля, но проложенного в стальной защитной трубе. Схема соединения преобразователей уровнемеров РУС показана на рис. 10.20.

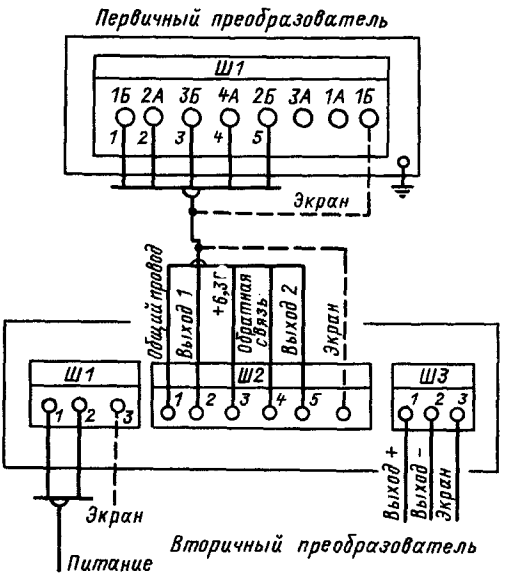


Рис. 10.20. Схема соединения преобразователей уровнемеров РУС

Сигнализаторы уровня ЭМСУР предназначены для автоматического дистанционного контроля наличия жидкостей или сыпучих материалов (в том числе пищевых продуктов) в емкостях.

Сигнализаторы (в зависимости от модификации) состоят из двух и более (до 120) первичных типа ПП и одного передающего типа ППР преобразователей.

Линию связи между первичным и передающим преобразователями необходимо выполнять экранированным с тремя медными жилами кабелем или проводами сечением жил 0,35 мм^2. Для сигнализаторов ЭМСУР2002 – ЭМСУР2024 линия связи должна содержать три жилы и иметь длину не более 100 м. Для сигнализаторов ЭМСУР3002 – ЭМСУР6024 предельная длина линии связи составляет 500 м.

Рабочее положение первичных преобразователей сигнализаторов ЭМСУР2002 – ЭМСУР4024 соответствует вертикальному положению его продольной оси, а ЭМСУР5002 – ЭМСУР6024 – горизонтальному положению продольной оси первичного преобразователя при вертикальной ориентации стрелки на фланце. Допускается горизонтальная установка первичных преобразователей сигнализаторов ЭМСУР2002 – ЭМСУР4024 при длине погружной части не более 250 мм.

Первичные преобразователи сигнализаторов закрепляют на контролируемом объекте так, чтобы их погружаемые части имели возможность контактирования с контролируемой средой.

Соединение первичных преобразователей модификаций ППР-8, ППР-16, ППР-24 со вторичными следует производить с помощью специальных переходных коробок КП-8, КП-16, КП-24.

10.4. ДИФМАНОМЕТРЫ-УРОВНЕМЕРЫ

Для измерения уровня жидкости в резервуарах, а также в барабанах котлов широкое применение находят дифманометры-уровнемеры в комплекте с уравнительными сосудами и соединительными (трубными) линиями. Технические данные уравнительных сосудов приведены в табл. 9.6.

Измерение уровней жидкости при помо-

щи дифманометров основано на измерении перепада давлений, обусловленного разностью высот столбов жидкости в резервуаре и уравнительном сосуде. Уравнительный сосуд и соединительные линии заполняют жидкостью, уровень которой подлежит измерению.

Сосуды для измерения уровня в открытых резервуарах имеют три отверстия: нижнее – для присоединения соединительной линии дифманометра; боковое – для контроля уровня жидкости, а в случае необходимости для ее слива; верхнее отверстие сообщается с атмосферой. Сосуды для измерения уровня в закрытых резервуарах также имеют три отверстия: нижнее – для присоединения соединительной линии дифманометра; боковое – для соединения сосуда с резервуаром; верхнее – для заполнения сосуда и соединительной линии измеряемой жидкостью. После заполнения сосуда верхнее отверстие герметически закрывают.

Для измерения уровня в барабаиах паровых котлов применяют двухкамерные сосуды. Постоянный уровень в основной камере и переменный во внутренней, выполненной в виде трубы, обусловливают перепад давлений, измеряемый дифманометром. Переменный уровень во внутренней камере сосуда соответствует уровню в барабане котла. Два боковых вывода сосуда имеют игольчатые вентили на $P_y = 16$ МПа для присоединения к барабану котла. Сосуды этого типа выпускаются разной высоты для разных пределов измерения.

СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ С ДИФМАНОМЕТРАМИ-УРОВНЕМЕРАМИ

Измерение уровня жидкости в открытых резервуарах выполняется по схемам, приведенным на рис. 10.21. Схема на рис. 10.21, *а* применяется в тех случаях, когда нулевое показание дифманометра соответствует верхнему предельному уровню измеряемой жидкости. В этой схеме минусовая полость дифманометра *1* соединяется с нижней частью резервуара *3* в точке, соответствующей нижнему предельному уровню жидкости в резервуаре. Соединительная линия к резервуару присоединяется через запорный вентиль *2*. Плюсовая полость дифманометра соединяется с уравнительным сосудом *4*, уровень жидкости в котором соответствует верхнему предельному уровню в резервуаре. Уравнительный сосуд имеет боковой штуцер *6* для контроля уровня жидкости в сосуде. Для обеспечения нормальной работы измерительной схемы на обеих соединительных линиях должны быть предусмотрены продувочные вентили *5*.

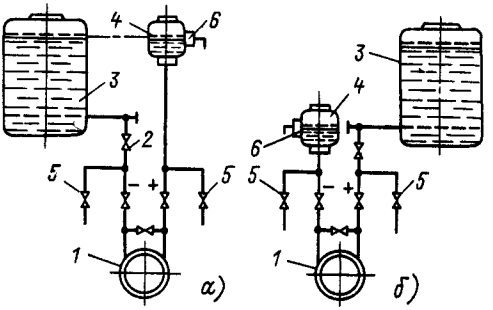


Рис. 10.21. Схемы измерения уровня жидкости в открытых резервуарах:

а – нулевое показание дифманометра соответствует верхнему предельному уровню; *б* – то же нижнему предельному уровню

Если при измерении уровня в открытых резервуарах нулевое показание дифманометра должно соответствовать нижнему предельному уровню, то применяется измерительная схема, приведенная на рис. 10.21, *б*. В отличие от предыдущей схемы в данной схеме к нижней части резервуара в точке, соответствующей нижнему предельному уровню, присоединяется соединительная линия, идущая от плюсовой полости дифманометра. Минусовая полость дифманометра с помощью соединительной линии соединяется с нижним отверстием уравнительного сосуда. Назначение двух других отверстий то же, что и в предыдущей схеме.

На рис. 10.22 показаны схемы измерения уровня жидкости в закрытых резервуарах. В схеме на рис. 10.22, *а* нулевое показание дифманометра соответствует верхнему предельному уровню, а в схеме на рис. 10.22, *б* – нижнему.

Для измерения по схеме, приведенной на рис. 10.22, *а*, минусовая полость дифманометра *1* через запорный вентиль *2* соединяется с нижней частью резервуара в точке, соответствующей нижнему предельному уровню жидкости в резервуаре. Плюсовая полость дифманометра через уравнительный сосуд *4* присоединяется к резервуару в точке, соответствующей верхнему предельному уровню жидкости в резервуаре. При этом соединительная линия дифманометра присоединяется к нижнему штуцеру уравнительного

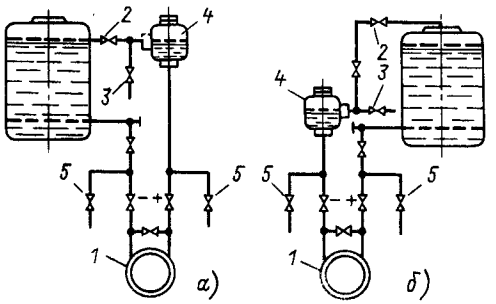


Рис. 10.22. Схемы измерения уровня жидкости в закрытых резервуарах:

а – нулевое показание дифманометра соответствует верхнему предельному уровню; *б* – то же нижнему предельному уровню

сосуда. Боковым штуцером через запорный вентиль *2* уравнительный сосуд присоединяется к резервуару. Между запорным вентилем и боковым штуцером сосуда к соединительной линии через тройник присоединяется вентиль *3*, при помощи которого контролируется уровень жидкости. Верхнее отверстие уравнительного сосуда должно быть герметически закрыто. Вентили *5* служат для продувки.

Схема на рис. 10.22, *б* может применяться в тех случаях, когда в закрытых резервуарах, находящихся под разрежением или избыточным давлением, газ в условиях эксплуатации не выделяет конденсат в диапазоне температур окружающего воздуха. В этой схеме плюсовая полость дифманометра *1* присоединяется через запорный вентиль к резервуару в точке, соответствующей нижнему предельному уровню. Минусовая полость дифманометра присоединяется к нижнему штуцеру уравнительного сосуда *4*. Боковой штуцер сосуда через запорный вентиль *2* соединяется с верхней точкой резервуара. Для контроля уровня жидкости в сосуде к его боковому штуцеру через тройник присоединяют вентиль *3*. Как и в предыдущей схеме, верхнее отверстие сосуда должно быть герметически закрыто.

Для измерения уровня агрессивных жидкостей измерительные схемы дополняют разделительными сосудами, заполняемыми разделительной жидкостью. Технические данные разделительных сосудов, применяемых при выполнении монтажных работ, приведены в табл. 9.6, а характеристики разделительных жидкостей – в табл. 9.7. Разделительные сосуды поставляются комплектно с дифманометрами.

В зависимости от соотношения масс измеряемой и разделительной жидкостей, а также условий измерения существуют различные схемы измерения уровня агрессивных жидкостей (рис. 10.23).

Схемы на рис. 10.23, *а* и *в* отличаются от аналогичных схем измерения уровня неагрессивных жидкостей (см. рис. 10.21, *а* и 10.22, *а*) наличием в соединительных линиях дифманометров разделительных сосудов *1*, а также двух уравнительных вентилей *2*, включенных между соединительными линиями каждого дифманометра – один со стороны измеряемой, а другой со стороны разделительной

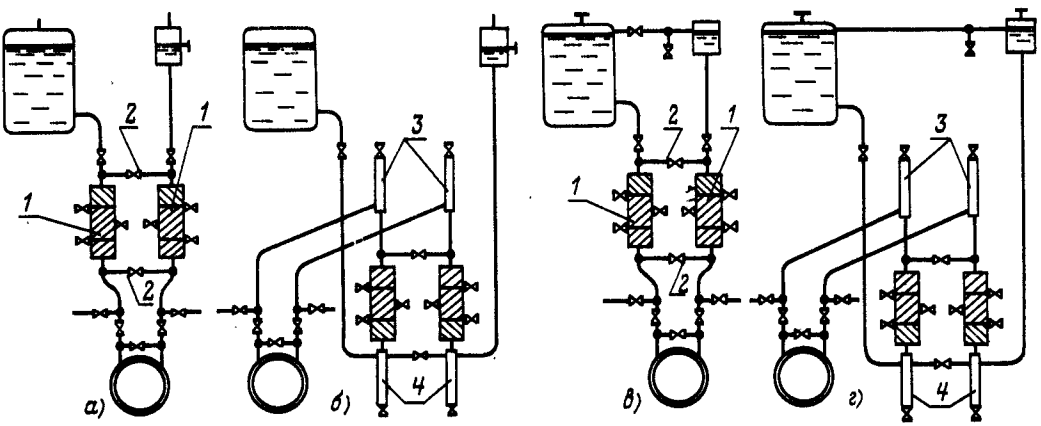


Рис. 10.23. Схема измерения уровня агрессивных жидкостей в открытых резервуарах при измеряемой жидкости легче разделительной (*а*), в открытых резервуарах при измеряемой жидкости тяжелее разделительной (*б*), в закрытых резервуарах при измеряемой жидкости легче разделительной (*в*), в закрытых резервуарах при измеряемой жидкости тяжелее разделительной (*г*)

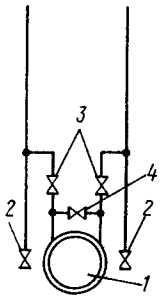


Рис. 10.24. Схема присоединений дифманометра к соединительным линиям при измерении уровней жидкостей, образующих осадок:

1 – дифманометр; *2* – продувочный вентиль; *3* – запорный вентиль; *4* – уравнительный вентиль

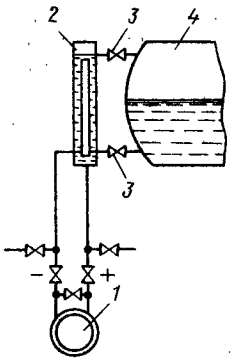


Рис. 10.25. Схема измерения уровней жидкостей в барабанах паровых котлов

жидкости. В остальном схемы аналогичны схемам измерения уровня неагрессивных жидкостей.

Измерительная схема становится более сложной, когда измеряемая жидкость тяжелее разделительной (рис. 10.23, *б* и *г*). В этом случае соединительные линии дифманометра присоединяют к верхней части разделительных сосудов, так как при этом разделительная жидкость в сосуде находится над измеряемой. Для обеспечения нормальной работы схемы в высших точках соединительных линий устанавливают газосборники *3*, а в низших – отстойники *4*. Нижние части разделительных сосудов соединяют соответственно: одну – с резервуаром в точке, соответствующей нижнему предельному уровню, а другую – с нижним штуцером уравнительного сосуда. Уровень жидкости в уравнительном сосуде при этом должен соответствовать верхнему предельному уровню в резервуаре. Разделительные жидкости располагают в разделительных сосудах над измеряемыми жидкостями.

Схема присоединения дифманометра к соединительным линиям, показанная на рис. 10.24, рекомендуется при измерении уровней жидкостей, склонных к образованию и выпадению осадка.

На рис. 10.25 дана схема измерения уровней жидкостей в барабанах паровых котлов. Как указывалось выше, для этой схемы измерения применяют двухкамерные уравнительные сосуды (см. табл. 9.6), имеющие камеры постоянного и переменного уровней. Схема измерения выполнена следующим образом. Сосуд размещают так, чтобы красный поясок на его корпусе совпал по высоте с нормальным уровнем воды в барабане котла. При этом необходимо учитывать, что этот уровень, как правило, не совпадает с геометрической осью барабана. Плюсовая полость дифманометра *1* соединяется с нижней частью камеры постоянного уровня уравнительного сосуда *2*, а минусовая – с нижней частью камеры переменного уровня сосуда. В свою очередь, уравнительный сосуд присоединяют к барабану котла *4* двумя линиями. Одна отходит от верхней части камеры постоянного уровня, а другая – от нижней части камеры переменного уровня.

Таким образом, конструкция уравнительного сосуда обеспечивает равенство температур столбов жидкости обеих камер; при этом исключается возможность температурной погрешности в показаниях дифманометра при работе котла с номинальными параметрами. На соединительных линиях уравнительного сосуда устанавливают запорные вентили *3*, при установке которых необходимо следить за тем, чтобы их штоки располагались горизонтально для исключения образования воздушных пробок и соответственно пульсации в соединительных линиях, сосуде и приборе.

Уровень жидкости в камере постоянного уровня поддерживается постоянным за счет непрерывной конденсации пара. При образовании излишков конденсата он сливается обратно в барабан, для чего верхнюю соединительную линию монтируют с уклоном 1 : 10 в сторону барабана. Уровень жидкости в камере переменного уровня меняется в зависимости от изменения уровня жидкости в барабане котла. Для уменьшения тепловых потерь уравнительный сосуд и паропровод необходимо покрыть слоем тепловой изоляции.

Моитаж соединительных линий и дифманометров подробно описан в разд. 9.

РАЗДЕЛ ОДИННАДЦАТЫЙ
МОНТАЖ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ СОСТАВА И КАЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

11.1. ТИПОВЫЕ МОНТАЖНЫЕ ЧЕРТЕЖИ НА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ СОСТАВА И КАЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Средства измерения (СИ) состава и качества вещества являются наиболее сложными и разнообразными устройствами по сравнению с СИА других технологических параметров.

За последние годы номенклатура СИ состава и качества вещества быстро расширяется, разрабатываются новые средства с использованием различных физико-химических свойств вещества.

Комплект технических средств измерения состава и качества вещества состоит из отборного устройства вещества, линий его транспортировки, средств выработки унифицированного сигнала, эквивалентного соответствующему по значению измеряемому параметру, и показывающего прибора.

Типовые монтажные чертежи на установку наиболее распространенных средств измерения и автоматизации состава и качества вещества на панели и электрические схемы их подключения представлены в табл. 11.1.

Особенности монтажа комплектов технических СИ состава и качества вещества изложены в § 11.2–11.5.

11.2. ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ

Газоанализаторы широко применяются во всех отраслях промышленности для определения химического состава газовых смесей. Они позволяют контролировать ход производственного процесса, а в ряде случаев регулировать эти процессы непосредственно по показателям состава исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

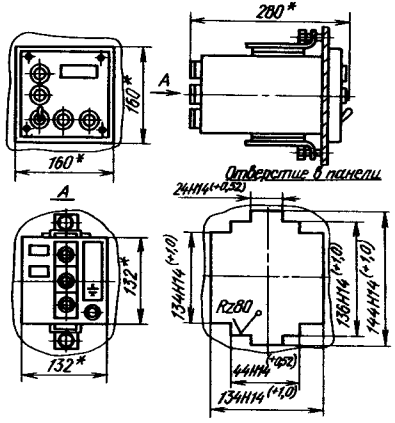
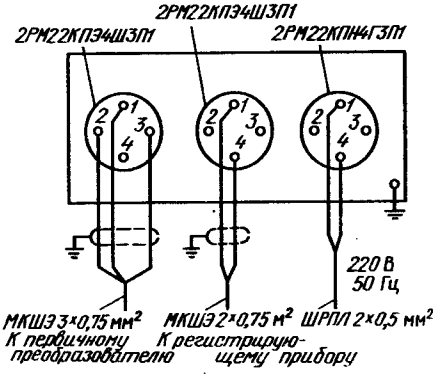
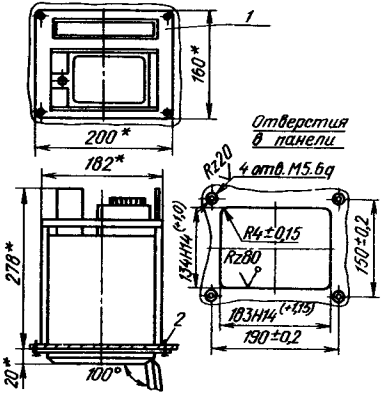
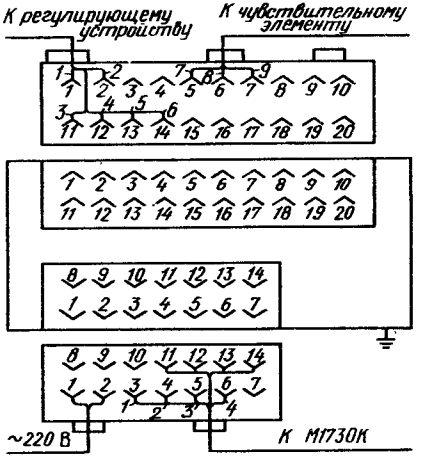
Для обеспечения правильной стабильной работы газоанализаторов к их монтажу предъявляется ряд требований: помещение для монтажа газоанализаторов должно быть взрывобезопасным; в воздухе помещения не должно быть пыли и химически агрессивных примесей, вызывающих коррозию металлических деталей или разрушающих электрическую изоляцию; газоанализаторы должны быть защищены от воздействия сильных потоков воздуха, электромагнитных полей и механических вибраций; место установки газоанализаторов должно обеспечивать свободный доступ к прибору для его обслуживания и регулировки; относительная влажность окружающего воздуха должна быть в пределах от 30 до 80%. Блоки газоанализаторов должны устанавливаться вертикально на щитах или кронштейнах и проверяться по уровням. Вспомогательные устройства монтируют в соответствии со схемой, приведенной в паспорте газоанализатора, и указаниями в паспортах соответствующих вспомогательных устройств. К вспомогательным устройствам относятся холодильники, в которых анализируемая газовая смесь охлаждается до требуемой температуры, фильтры, очищающие газы от механических примесей, контрольная аппаратура по расходу и давлению газа, газоотборные устройства, побудители расхода и т. д. Датчик газоанализатора должен устанавливаться как можно дальше от силовых кабелей и электрических машин.

Воздух, азот и другие газы, подводимые к газоанализаторам, должны быть сухими и чистыми, а давление не менее 0,1 МПа. Датчик прибора и панель подготовки газа должны располагаться на возможно близком расстоянии от места отбора газа. Подводимая вода должна быть очищена от механических включений.

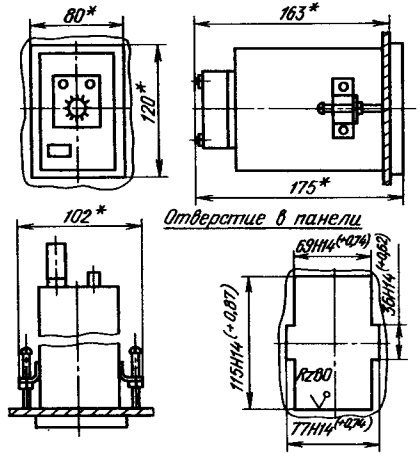
Большинство этих требований выполняется для всех типов газоанализаторов с помощью вспомогательных устройств.

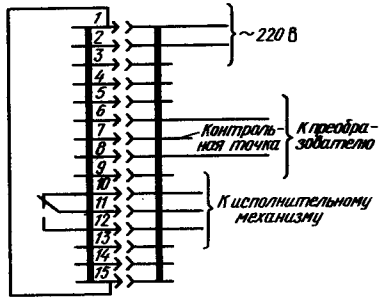
Газоотборное устройство предназначено для отбора пробы газа из технологического аппарата или трубопровода; применяется при температуре анализируемой среды в точке отбора не выше 600 °С и пылесодержании до 120 г/м^3. Газоотборные устройства выпускаются двух типов с фильтром или вентилем.

Таблица 11.1. **Установка на панели и схемы подключений средств измерения состава и качества вещества**

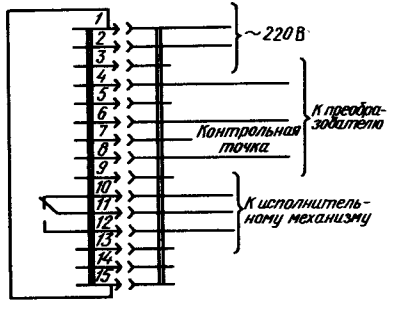
Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Блок измерения гигрометра «Волна 2М», ТМ4-857-84		
Блок преобразователя кондуктометрического сигнала КС-211, ТМ4-859-84		

Блок регулирующий, релейный относительной влажности воздуха типов СПР-2-01-1-УХЛ4, СПР-2-02-1-УХЛ4, СПР-2-03-1-УХЛ4, СПР-2-04-1-УХЛ4, ТМ4-860-84

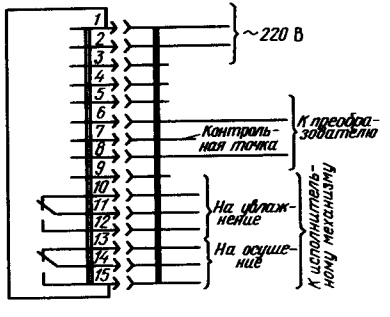




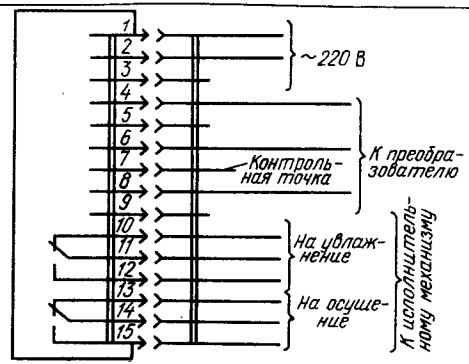
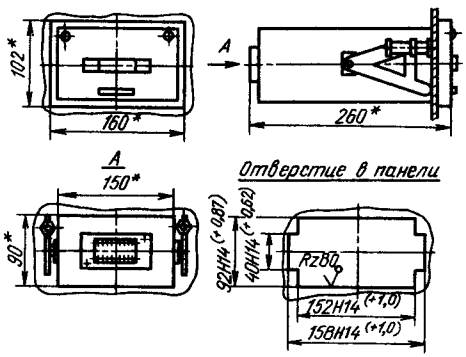
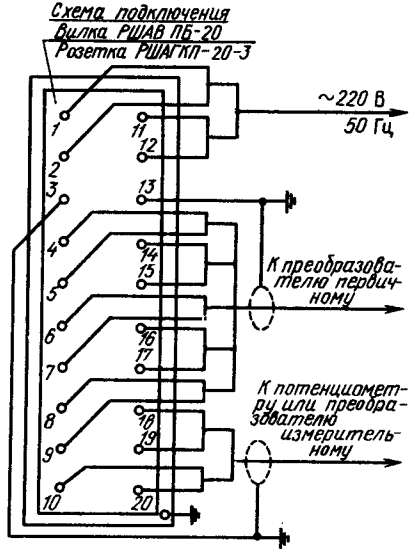
То же, но типов СПР-2-01-2-УХЛ4, СПР-2-03-2-УХЛ4, СПР-2-02-2-УХЛ4, СПР-2-04-2-УХЛ4

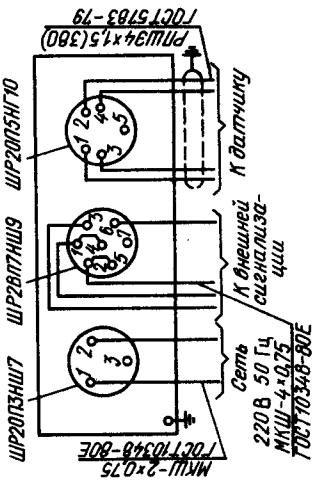


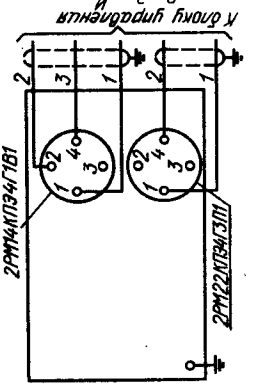
То же, но типов СПР-3-01-1-УХЛ4, СПР-3-03-1-УХЛ4, СПР-3-02-1-УХЛ4, СПР-3-04-1-УХЛ4

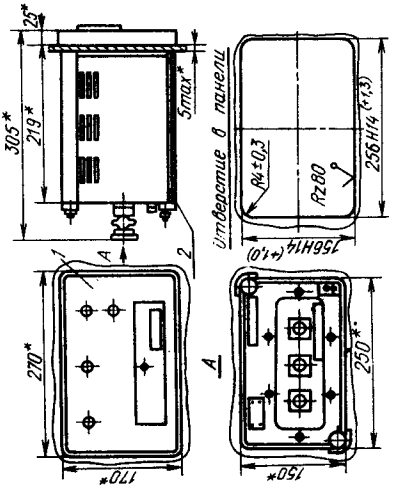


Продолжение табл. 11.1

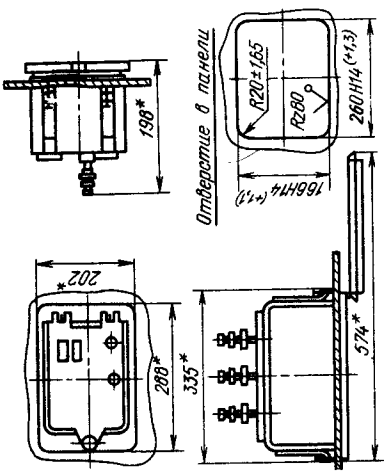
Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Блок регулирующий, релейный относительной влажности воздуха типов СПР-3-01-2-УХЛ4, СПР-3-03-2-УХЛ4 СПР-3-02-2-УХЛ4, СПР-3-04-2-УХЛ4	См. рис. на стр. 347	
Преобразователь измерительный (ПИ) солемера САР, ТМ4-861-84		





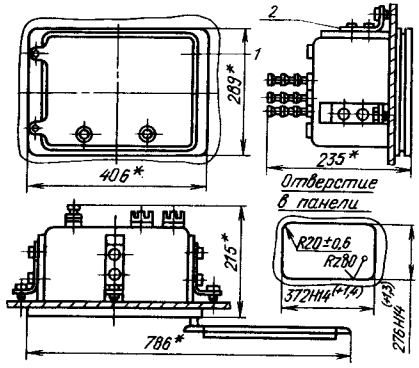
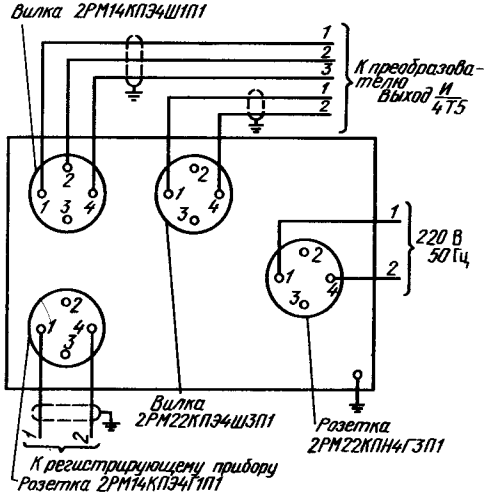
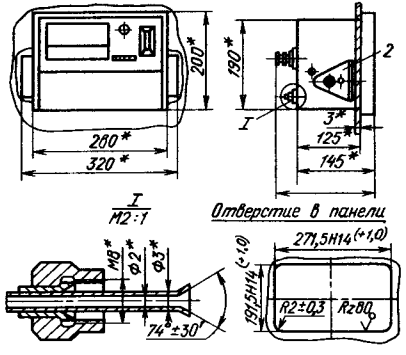
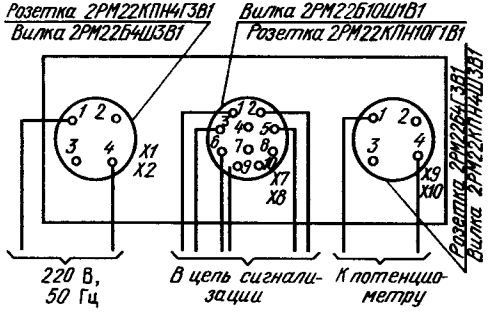


Блок БПС-107 У4 сигнализатора СТХ-3У4, ТМ4-862-84

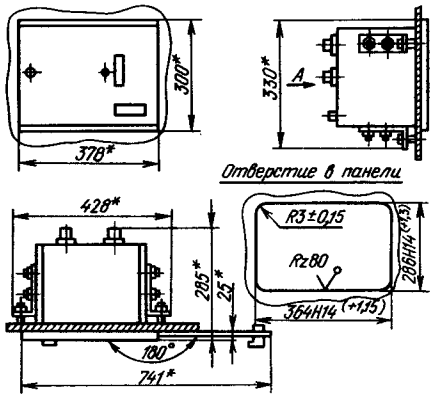


Преобразователь влагомера «Байкал-2», ТМ4-866-81

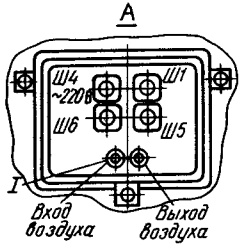
Продолжение табл. 11.1

Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Блок управления влагомера «Байкал-2». ТМ4-866-81		
Блок измерительный гигрометра кулонометрического «Байкал-4М», ТМ4-867-84		

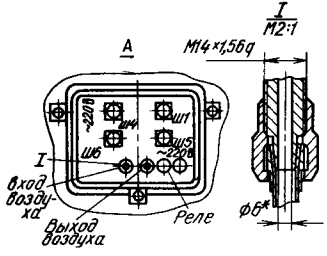
Датчик или блок питания газоанализатора ФЛС1.1, ТМ4-869-84



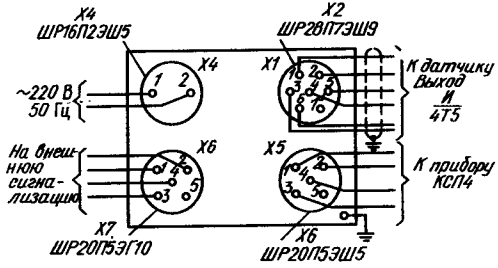
Блок питания модификаций ФЛС1.101Г, ФЛС1.101Д, ФЛС1.101Е, ФЛС1.106, ФЛС1.107, ФЛС1.108, ФЛС1.109И

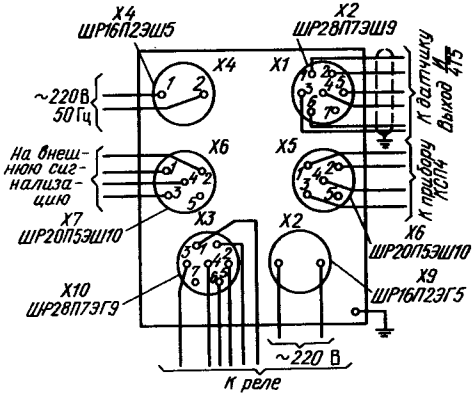


Блок питания модификации ФЛС1.101В

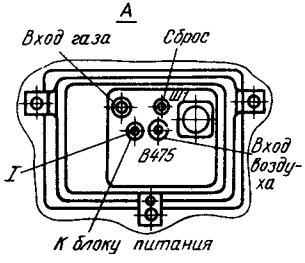
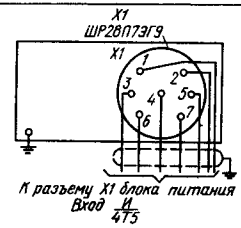
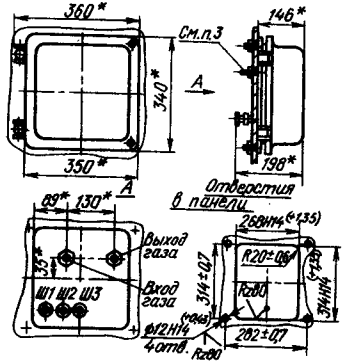
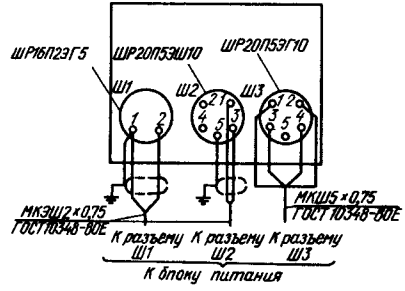
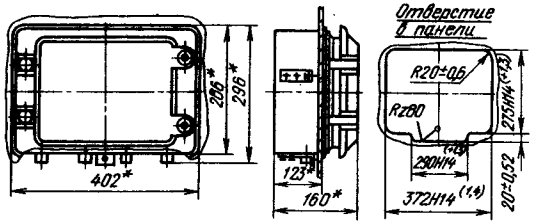
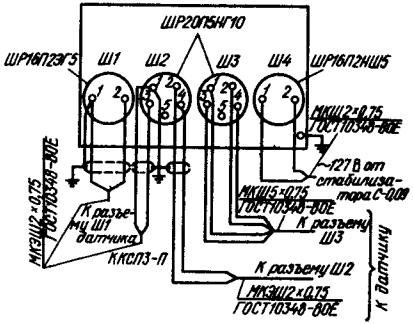


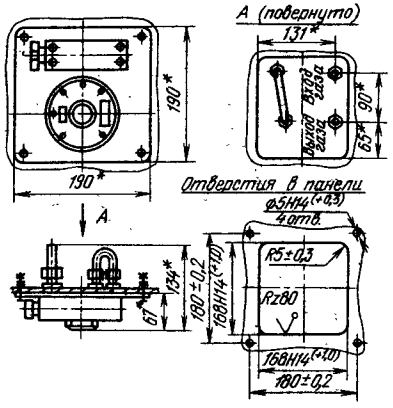
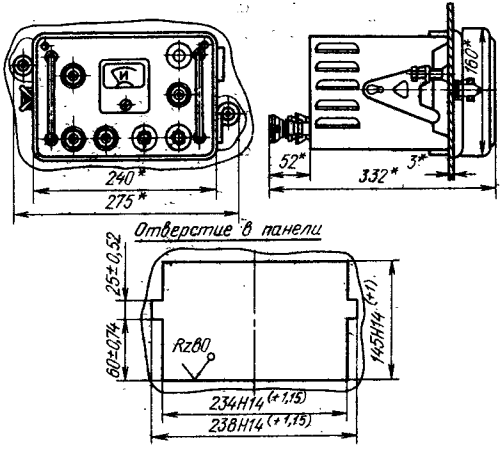
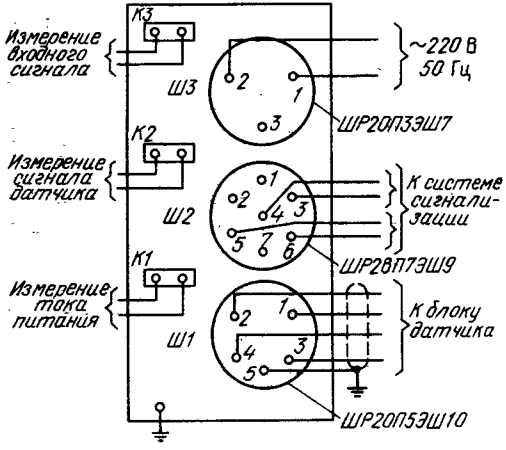
См. модификации



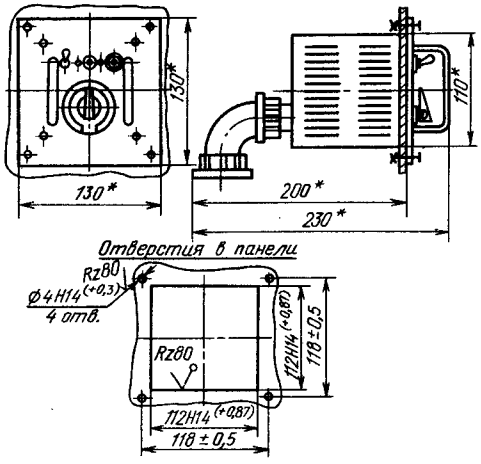
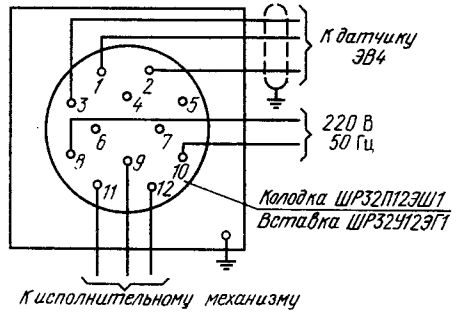
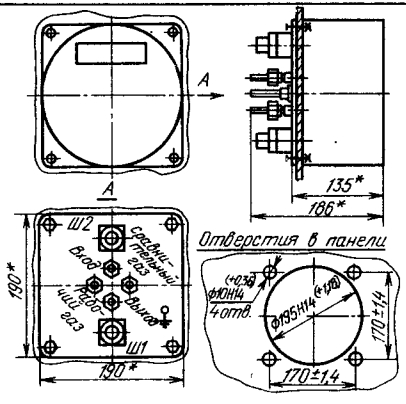
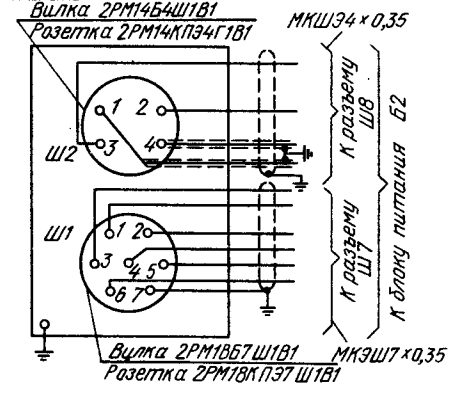


Продолжение табл. 11.1

Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Датчик		
Датчик газоанализатора ГДРП-3У4, ТМ4-870-84		
Блок питания газоанализатора ГДРП-3У4, ТМ4-871-84		

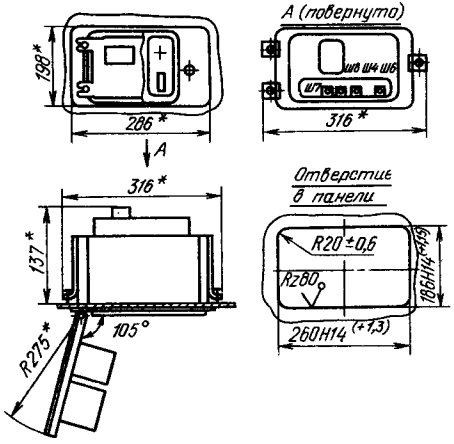
Блок подготовки газа газоанализатора ГДРП-3У4, ТМ4-872-84		К входу и выходу подсоединяются сваркой трубы 6×1 мм из стали 12Х18Н10Т, ГОСТ 9941—81
Блок электропитания сигнализатора СВК-3М1, ТМ4-873-84		

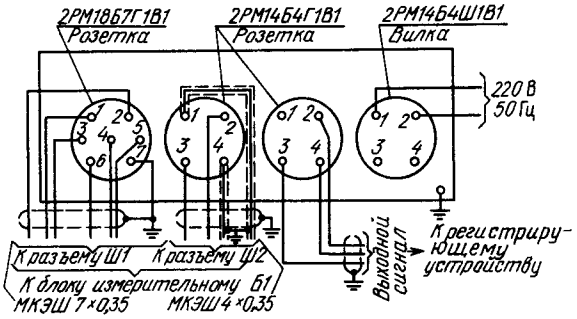
Продолжение табл. 11.1

Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Регулятор влажности воздуха СПР-104, ТМ4-874-84		
Блок измерительный Б1 термокондуктометрического датчика ДТ, ТМ4-875-84		

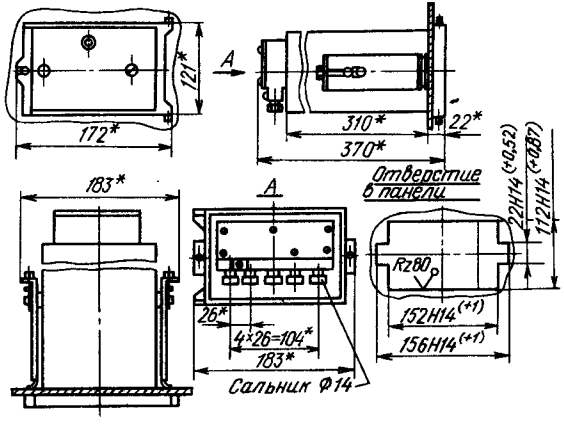
12*

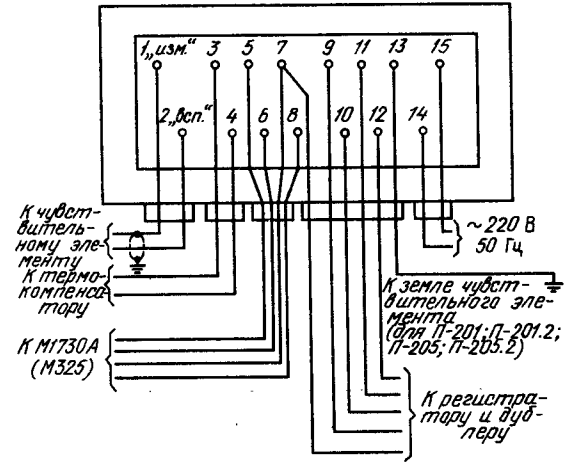
Блок питания Б2 датчика ДТ, ТМ4-876-84



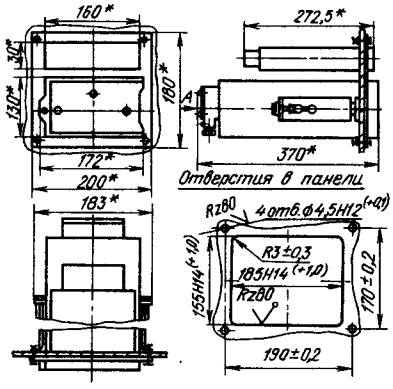
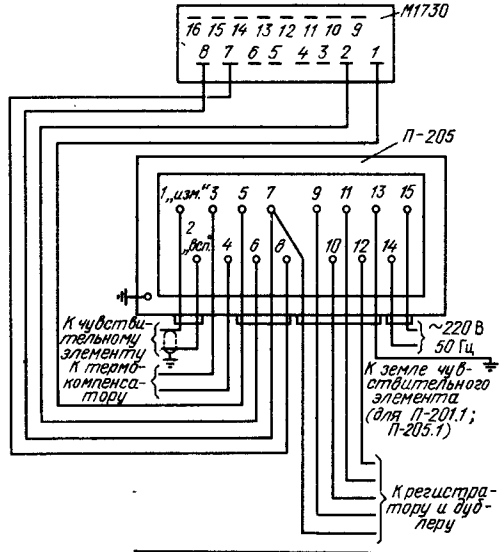
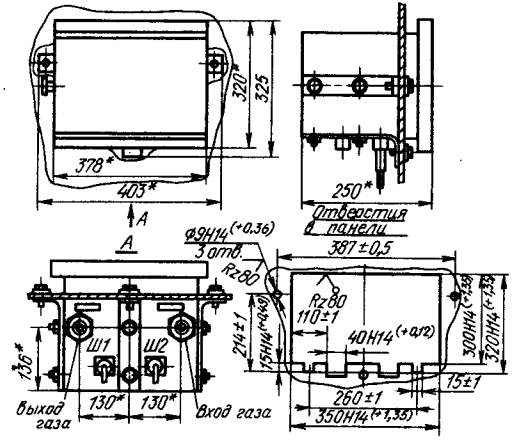
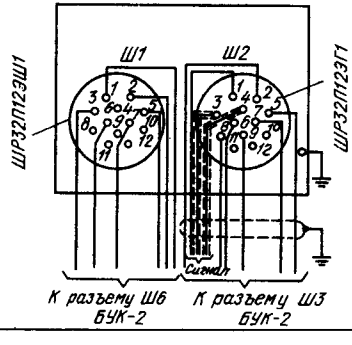


Преобразователи pH-метров П-201, П-201И, П-201.2, П-201.2И, П-205, П-205И, П-205.2, П-205.2И, ТМ4-877-84

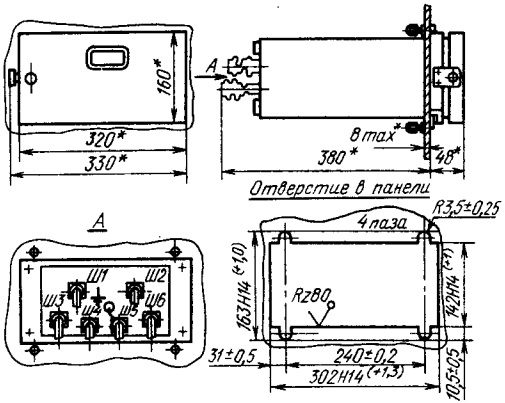


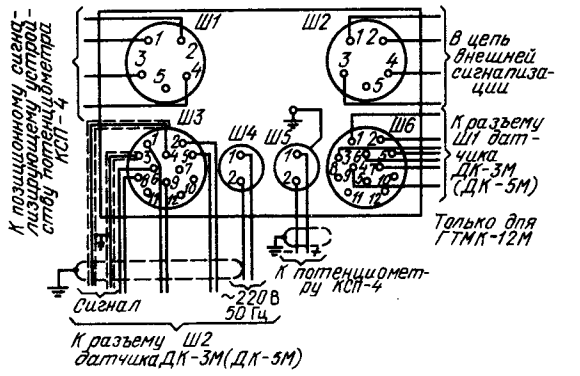


Продолжение табл. 11.1

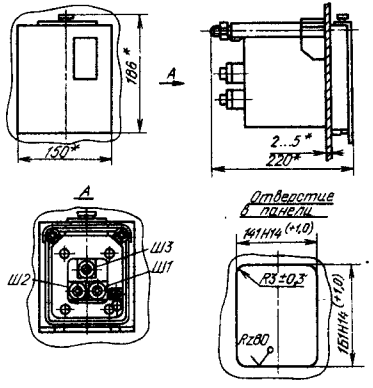
Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Преобразователи П201.1, П201.1И, П205.1, П205.1И, ТМ4-878-84 (вид А – см. ТМ4-877-84)		
Датчик ДК-3М газоанализатора ГТМК-11М, ТМ4-879-84		

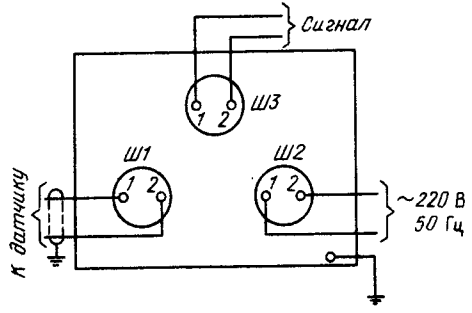
Блок управления БУК-2 газоанализаторов ГТМК-11м, ГТМК-12м, ТМ4-880-84



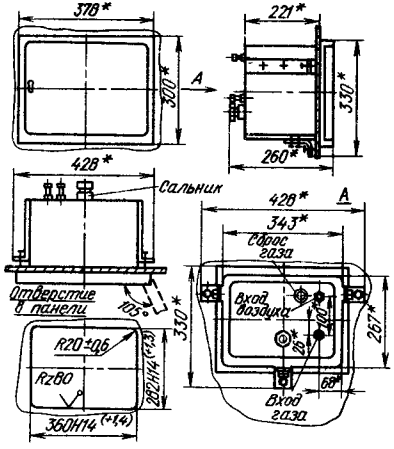
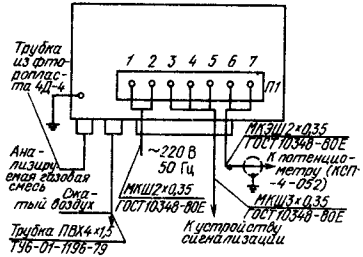
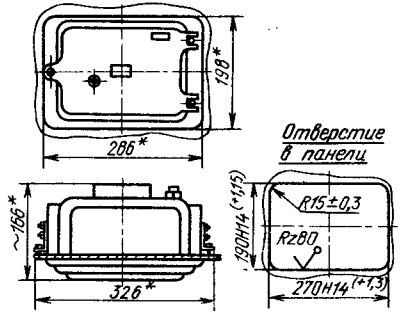
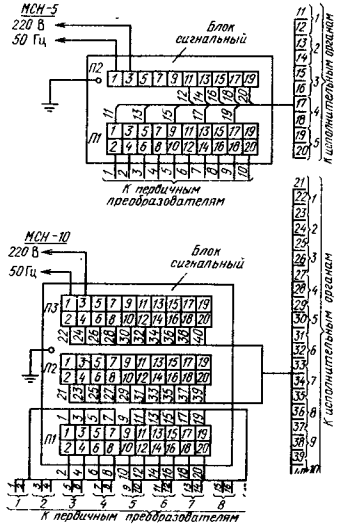


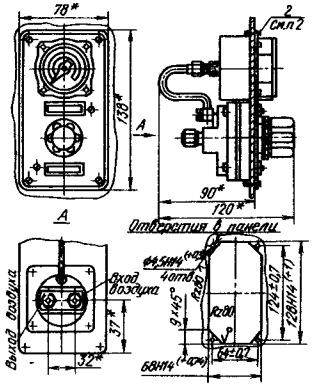
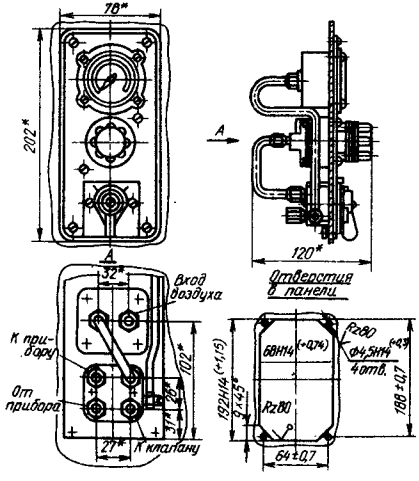
Блок питания сигнализатора электропроводности СЭ-2У2, ТМ4-881-84



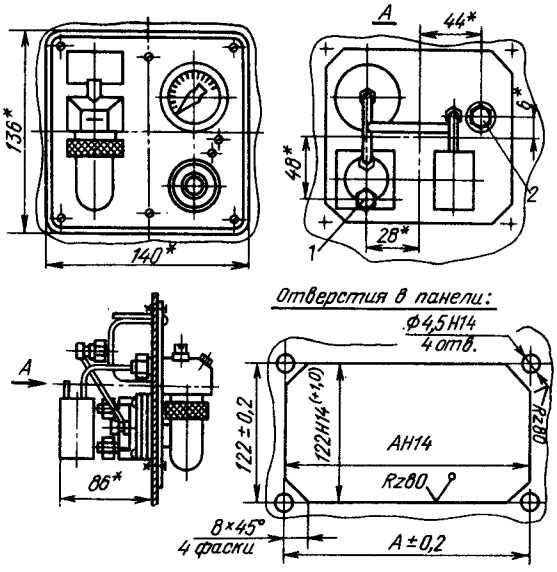
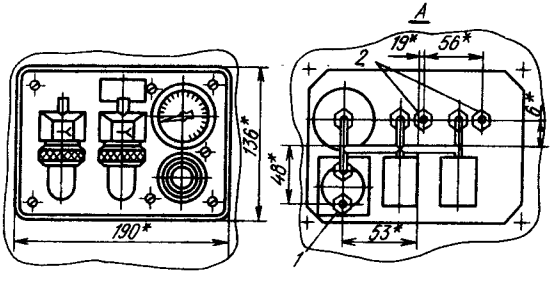


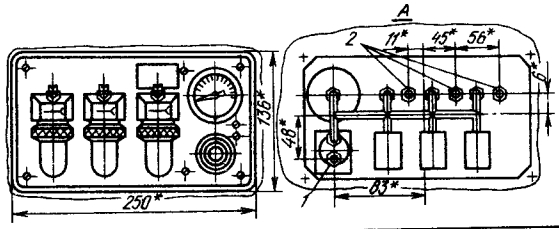
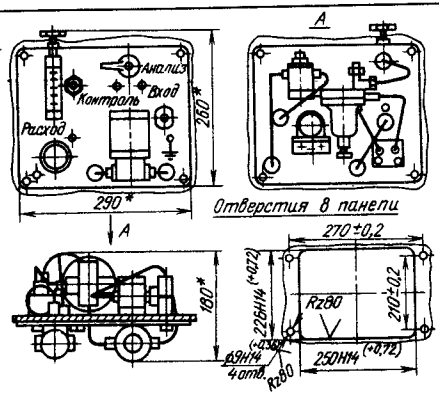
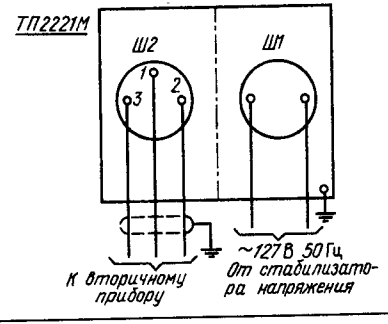
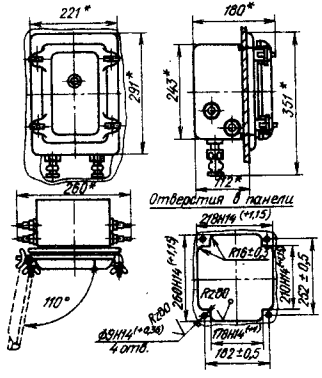
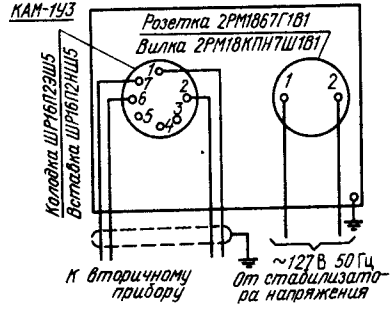
Продолжение табл. 11.1

Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Датчик газоанализатора ФКГ-3М, ТМ4-887-84		
Блок сигнальный многоточечного сигнализатора МСН-5, МСН-10, ТМ4-888-84		

Панель дистанционного управления ПДУ-А, ТМ4-889-84		Монтаж производить медной трубкой 6×1 мм, ГОСТ 617–72
Байпасная панель дистанционного управления БПДУ-А, ТМ4-890-84		То же

Продолжение табл. 11.1

Наименование СИ и номер типового монтажного чертежа	Эскиз установки	Схема подключения
Блок питания воздухом БПВЩ-1АХЛ4, ТМ4-891-84. Размер $A = 126$ мм; *1* – штуцер входа воздуха; *2* – штуцер выхода воздуха		К штуцерам *1* и *2* подключается медная трубка 6×1 мм, ГОСТ 617–72
То же, но БПВЩ-2АХЛ4. Вид сбоку и отверстия в панели аналогичны БПВЩ-1АХЛ4. Размер $A = 176$ мм; *1* – штуцер входа воздуха; *2* – штуцер выхода воздуха		То же

То же, ио БПВЩ-3АХЛ4. Размер $A = 236$ мм; *1* – штуцер входа воздуха; *2* – штуцер выхода воздуха		То же
Блок датчика сигнализатора СТМ-2П, ТМ4-895-84		Блок подключается медной трубкой 6×1 мм и электрическим кабелем РПШ 10×1,5 мм 
Приемники газоанализаторов ТП2221М и КАМ-1У3, ТМ4-897-84		

Газоотборное устройство необходимо устанавливать под углом 20—25° к горизонту для обеспечения стока конденсата в прямом потоке отходящих газов и не в местах, где образуется застой газов. Места установки и способы крепления отборных устройств должны быть указаны в чертежах проекта автоматизации. Они определяются конструкцией стенки технологического аппарата, газохода или трубопровода, откуда берется проба. На рис. 11.1 дан пример монтажа газоотборного устройства в кирпичной стене с металлической обшивкой. При монтаже устройства в обычной кирпичной стене труба выполняется с ребрами по бокам и заделывается в отверстие стены раствором из огнеупорной глины.

Часто отбор пробы газа на газоходах осуществляется при помощи так называемой шунтовой трубы (рис. 11.2), дающей возможность уменьшать запаздывание показаний газоанализатора.

На электростанциях часто применяют устройства для точечного отбора газов (рис. 11.3). Устройство состоит из сепарирующей насадки *1*, отсосной трубы *2* и камеры механического фильтра *3*. Отсосные трубки введены через отверстие обмуровки *4* в центр каждой половины газохода котла за конвективным пароперегревателем. Их преимущество перед штуцерами состоит в том, что они обеспечивают надежный обогрев отсосной трубки, дают возможность располагать механический фильтр в необходимой зоне температур и выключать из работы отсосную трубку на время растопки

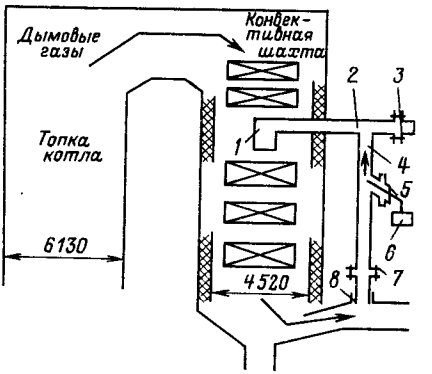


Рис. 11.2. Отбор пробы из шунтовой трубы:
1 — конусообразный сепарирующий насадок; *2* — горизонтальная труба диаметром 100 мм; *3* — фланцевая заглушка; *4* — вертикальная труба шунта; *5* — отборное устройство; *6* — датчик; *7* — фланцевый разъем; *8* — вход шунта в газоход

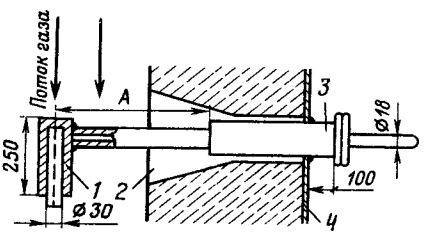


Рис. 11.3. Устройство для точечного отбора газа на анализ

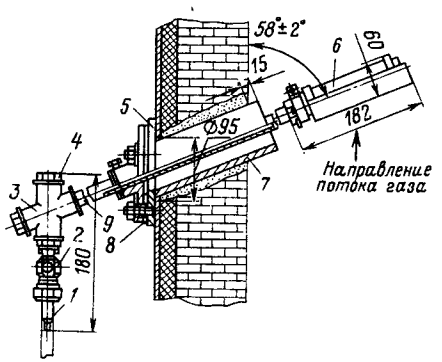


Рис. 11.1. Монтаж газоотборного устройства в кирпичной стене с металлической обшивкой:
1 — труба импульсная к датчику или прибору; *2* — кран; *3* — крестовина; *4* — пробка; *5* — металлическая обшивка; *6* — керамический фильтр; *7* — труба с фланцем; *8* — патрубок с фланцем; *9* — труба

котла. К недостаткам относится запаздывание в передаче сигнала на 12—14 с (с фильтром до 20 с).

Отборные устройства, устанавливаемые в местах с высокой температурой, монтируют в трубе, охлаждаемой водой. Температура дымовых газов в месте отбора должна быть не ниже 200 °С и не выше 600 °С; перед холодильником — не выше 100 °С, а после него не выше 40 °С.

Для отбора усредненного состава и сухой очистки пробы дымовых газов от пыли разработан ряд газозаборных устройств и фильтров (рис. 11.4). Точечные и щелевые газозаборные устройства нашли применение на мартеновских печах. Многоточечные устройства специально разработаны для печей, имеющих несколько каналов дымоудаления из рабочего пространства (например, стекловаренных ванных печей).

Охлаждают фурмы газозаборных устройств технической водой под давлением

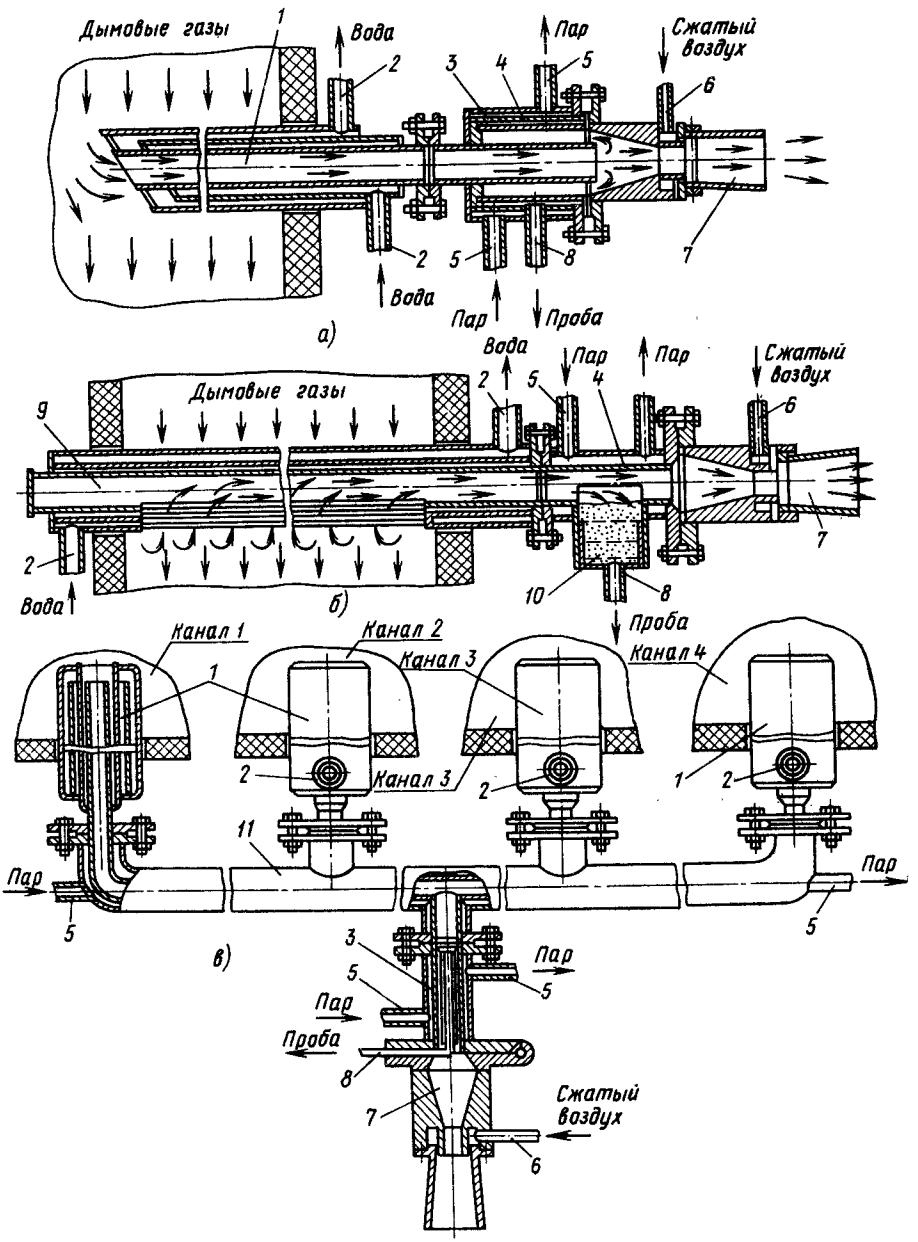


Рис. 11.4. Конструкции газозаборных устройств и фильтров:

а — точечное газозаборное устройство с металлокерамическим фильтром; *б* — щелевое газозабориое устройство с песочиым фильтром; *в* — многоточечное газозаборное устройство с асбестовым фильтром; *1* — водоохлаждаемая фурма точечного отбора; *2* — патрубки подачи и слива воды для охлаждения фурмы; *3* — корпус фильтра; *4* — металлокерамический фильтр; *5* — патрубки подачи и сброса пара для обогрева; *6* — патрубок подачи сжатого воздуха в эжектор; *7* — эжектор; *8* — патрубок отбора пробы; *9* — щелевая водоохлаждаемая фурма; *10* — песочный фильтр; *11* — коллектор

0,3 МПа. Средний расход воды на одну фурму составляет 7 – 10 м³/ч. Фурмы устанавливают в среду дымовых газов, имеющих температуру от 900 до 1600 °С.

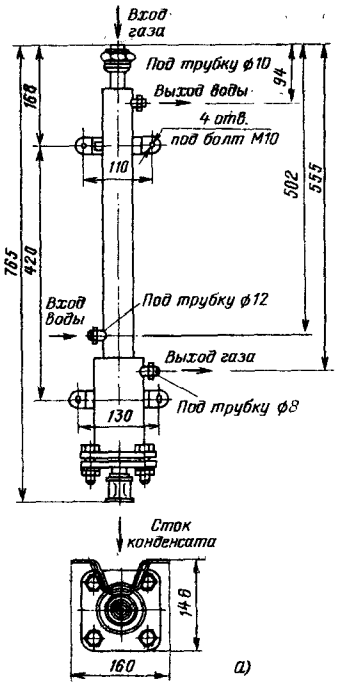
Эжектирование пробы в газозаборном устройстве осуществляется сжатым воздухом под давлением 0,2 – 0,3 МПа. Расход воздуха на одно газозаборное устройство составляет 9 м³/ч. Очистка пробы дымовых газов в газозаборном устройстве производится сухим способом и делится на грубую и тонкую. Грубая инерционная очистка происходит за счет кинетической энергии сжатого воздуха, попадающего в эжектор. Она заключается в том, что крупные частицы пыли увлекаются осиовной массой газа, просасываемого через газозаборное устройство, а газ, необходимый для анализа, отбирается в направлении, перпендикулярном основному потоку. Тонкая очистка ведется при просасывании пробы дымовых газов побудителем расхода мембранного типа через металлокерамический, песочный или асбестовый фильтр.

Охлаждающие устройства предназначены для понижения температуры анализируемой среды с 600 до 40 °С при температуре охлаждающей воды 10 °С и ее расходе 8 л/мин, а также для снижения влажности. В качестве примера на рис. 11.5, *а* показан холодильник ХК-1. Холодильник монтируют на щите или кронштейне в вертикальном положении с креплением с помощью четырех болтов. Масса холодильника 8 кг.

Очистные устройства предназначены для очистки анализируемой среды от твердых частиц, влаги и мешающих анализу компонентов. При содержании пыли менее 1 г/м³ применяют фильтры с пористыми материалами, при содержании пыли менее 5 г/м³ – электрофильтры. Для удаления из анализируемого газа H_2, CO_2, кислот, щелочей и т. п. применяют фильтры с сухими или жидкими химическими поглотителями. На рис. 11.5, *б* показан фильтр предварительной очистки типа ФП-1. Фильтр предназначен для выступающего монтажа на щите или кронштейне в вертикальном положении с помощью четырех болтов. Масса фильтра без наполнителя 6 кг.

Соединительные линии. При монтаже соединительных электрических линий для предохранения проводов от механических повреждений и защиты их от электрических помех электропроводки к датчикам прокладывают в гибких металлических шлангах или трубах, которые заземляют. Провода питания приборов и соединительные провода измерительной цепи прокладывают раздельно. Все соединительные электрические линии должны иметь плотные, надежные контакты, концы проводов припаивают к наконечникам и маркируют в соответствии со схемой соединений.

Газоподводящие трубные линии должны иметь минимальную длину и выполняться



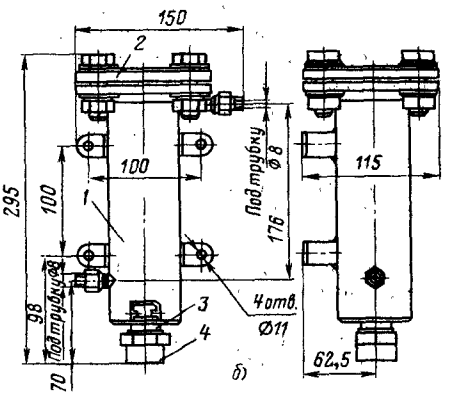


Рис. 11.5. Холодильник ХК-1 (*а*) и фильтр предварительной очистки ФП-1 (*б*)

1 – корпус из коррозионно-стойкой стали; *2* – фланцевая крышка; *3* – штуцер слива конденсата; *4* – колпак

стальными коррозионно-стойкими, медными или латунными трубами диаметром 8 – 10 мм. Увеличение диаметра труб приводит к увеличению времени транспортного запаздывания показаний прибора, а уменьшение повышает гидравлическое сопротивление линии, что также может привести к увеличению времени запаздывания показаний прибора. Образование водяных мешков в газовой линии недопустимо. Подвод воды к холодильнику, газоанализатору или к газозаборной трубе с водяным охлаждением должен осуществляться газовыми трубами диаметром $^1/_2''$, отвод – трубами диаметром $^3/_4''$.

После монтажа проверяют всю газовую систему на герметичность при отключенном электрическом питании газоаиализатора. Проверку следует производить в схеме с манометром при избыточном давлении 0,05 МПа. Газовая система считается герметичной, если падение давления в течение 10 мин не превышает 2 кПа.

Кроме общих требований, при монтаже газоанализаторов необходимо учитывать специфические требоваиия для монтируемого типа газоанализатора. Эти требования определяются принципом действия газоанализатора, его назиачением, конструктивными особенностями и т. п.

По принципу действия применяемые в промышленности газоаиализаторы подразделяются на следующие основные группы: магнитные, тепловые, оптико-абсорбционные (лучепоглощающие) и электрохимические.

Ниже приводятся монтажные схемы и особенности монтажа наиболее распространенных газоанализаторов.

МАГНИТНЫЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ

Магнитные газоанализаторы предназначены для непрерывного контроля содержания кислорода в газовой смеси. В них используется высокая магнитная восприимчивость кислорода по сравнению с остальными газами. Это позволяет по магнитным свойствам смеси газов определить содержание в ней кислорода. На этом принципе основана работа термомагнитных и магнитопневматических газоанализаторов.

Газоанализатор термомагнитный автоматический МН5106-2

Газоанализатор предназначен для непрерывного измерения концентрации кислорода в топочных газах в пределах от 0 до 10% (по объему). Принципиальная электрическая схема газоанализатора (рис. 11.6) представляет собой компенсационную сравнительную схему, состоящую из двух мостов: рабочего и сравнительного. Чувствительные элементы – сопротивления R_1, R_2, R_5 и R_6 размещаются в ячейках корпуса приемной камеры датчика газоанализатора. Через одну пару ячеек (R_1, R_2) проходит воздух, через другую (R_5, R_6) – анализируемая газовая смесь. Чувствительные элементы R_2 и R_6 находятся в поле постоянного магнита.

Принцип работы газоанализатора основан на использовании магнитных свойств газов, которые определяются объемной магнитной восприимчивостью. Она, в свою очередь, характеризует интенсивность намагничивания газа при данной напряженности магнитного поля. Все известные газы могут быть подразделены на парамагнитные и диамагнитные. Число парамагнитных газов невелико и большой магнитной восприимчивостью обладает только кислород и редко встречающаяся окись азота. Абсолютное значение удельной магнитной восприимчивости кислорода на два порядка больше магнитной восприимчивости диамагнитных газов. Из этого следует, что содержание кислорода определяет магнитную восприимчивость газовой смеси практически независимо от присутствия других компонентов. Это позволяет использовать магнитные свойства кислорода для измерения его объемного содержания в сложных газовых смесях.

Термомагнитный метод анализа газовой смеси, используемый в газоанализаторе МН5106-2, основан на возникновении термомагнитной конвекции кислородсодержащей

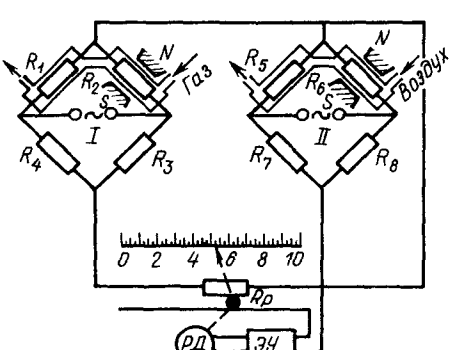


Рис. 11.6. Принципиальная электрическая схема газоанализатора типа МН5106-2:

R_1, R_2, R_5 и R_6 – чувствительные элементы мостов; R_3, R_4, R_7 и R_8 – резисторы мостов; $R_р$ – реохорд; *ЭУ* – электронный усилитель; *РД* – реверсивный двигатель

газовой смеси в неоднородном магнитном поле около нагретого тела. Неоднородное магнитное поле возникает вблизи кромок полюсов постоянного магнита, вдоль которых расположен нагретый чувствительный элемент.

Магнитная восприимчивость кислорода, как парамагнитного газа, убывает с возрастанием температуры. Молекулы газа, находящиеся около нагретого чувствительного элемента, частично теряют свои магнитные свойства и выталкиваются из магнитного поля более «холодными молекулами». Они, в свою очередь, выталкиваются молекулами, которые успели «остыть». Так возникает термомагнитная конвекция или «магнитный ветер», который охлаждает нагретый электрическим током чувствительный элемент R_6; это изменяет его электрическое сопротивление, что и служит мерой содержания кислорода в газовой смеси. При этом изменяется напряжение в диагонали моста *II*, равновесие схемы на рис. 11.6 нарушается и на вход ЭУ подается напряжение. Реверсивный двигатель *РД* перемещает движок реохорда $R_р$, восстанавливая равновесие схемы. С движком реохорда связана стрелка шкалы регистрирующего прибора, оцифрованная в процентах содержаиия кислорода.

В комплект заводской поставки газоанализатора МН5106-2 входит приемник, блок пробоподготовки, измерительный прибор – потенциометр КСП2-005, фильтр.

Габаритные размеры: приемника 520 × × 350 × 210 мм, блока пробоподготовки

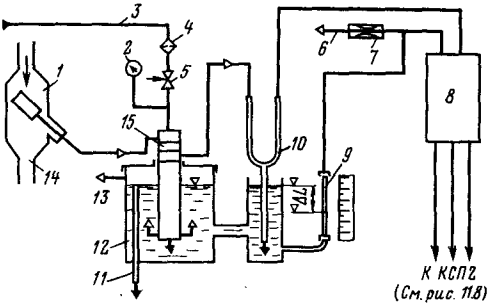


Рис. 11.7. Функциональная газовая схема газоанализатора МН5106-2:

1 – фильтр газозаборный; *2* – манометр; *3* – подвод технической воды; *4* – фильтр; *5* – вентиль; *6* – сброс газа в атмосферу; *7* – дроссель; *8* – приемник; *9* – водяной манометр; *10* – холодильник; *11* – слив в дренаж отработанного конденсата; *12* – уравнительный сосуд; *13* – сброс избыточного газа в атмосферу; *14* – шунт или газоход с анализируемой газовой смесью; *15* – побудитель расхода

240 × 830 × 185 мм; измерительного прибора 240 × 320 × 490 мм, фильтра 350 × 65 × × 65 мм. Масса приемника не более 17 кг, блока пробоподготовки 8 кг, измерительного прибора 17 кг, фильтра 1,5 кг.

Монтаж газоанализатора. Монтаж комплекта газоанализатора выполняется в соответствии с газовой функциональной схемой на рис. 11.7, схемой внешних электрических соединений на рис. 11.8 и чертежом общего вида монтажа на рис. 11.9.

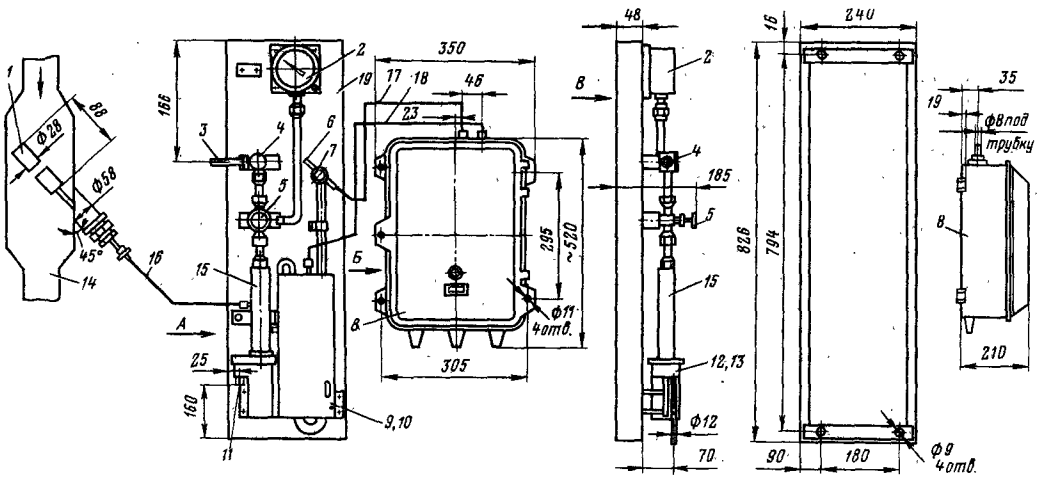


Рис. 11.8. Габаритные и установочные размеры комплекта газоанализатора МН5106-2:

1–15 – см. рис. 11.6; *16* – газопроводная линия; *17, 18* – газопроводный гибкий шлаиг; *19* – блок пробоподготовки

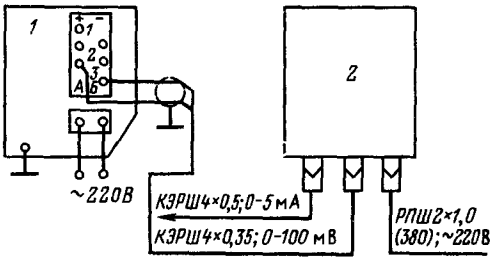


Рис. 11.9. Схема внешних электрических соединений между приемником и измерителем газоанализатора МН5106-2:
1 – измеритель КСП2-005; *2* – приемник

Для сокращения времени транспортного запаздывания пробы анализируемого газа расстояние по газопроводной линии *16*, *17* (см. рис. 11.8) между газозаборным фильтром *1*, блоком пробоподготовки *19* и приемником *8* должно быть минимально возможным по условиям монтажа. Рекомендуемое расстояние не должно превышать 5 м.

Соединительные линии *16*–*18* в комплект поставки завода-изготовителя не входят.

Для сокращения времени запаздывания показаиий при изменении содержания кислорода в анализируемом газе завод-изготовитель рекомендует монтировать газозаборный фильтр в шунтовой трубе *14*, располагая его по центру трубы в прямом потоке отходящих газов. Защитный экран фильтра должен быть направлен навстречу потоку газа.

Газозаборный фильтр *1* устанавливается с наклоном в сторону газопроводной линии для стока конденсата, образующегося при охлаждении пробы анализируемого газа. В месте отбора пробы не должно быть подсоса атмосферного воздуха.

Газопроводную лииию между газозаборным фильтром *1* и побудителем *15* расхода выполняют из стойкого (в отношении соединений серы) материала с наклоном в сторону блока пробоподготовки (для обеспечения свободного стока конденсата). Ниппели охладителя и дросселя соединяют соответственно с входом и выходом согласно рис. 11.7 и 11.8. Линии должны быть герметичны. Газопроводные линии *17* и *18* между блоком пробоподготовки *19* и приемииком *8* выполняют в соответствии с рис. 11.7 и 11.8 гибким шлангом, обеспечивающим герметичность лииий.

Питание струйного побудителя расхода газа подводится от линии технической воды.

К сливному патрубку *11* блока пробоподготовки *19* подводится трубопровод для слива воды в канализацию.

Схема электрических внешних соединиений газоанализатора МН5106-2 показана на рис. 11.9.

Измерительная линия между выходом приемника *2* (рис. 11.9) и входом иэмерительного прибора *1* должна быть вьшолнена экранированным кабелем или проводниками, заключенными в металлический шланг или проложенными в защитной металлической трубе. Суммарное сопротивление приемника с измерительной линией не должно превышать 200 Ом.

Монтаж измерительного прибора КСП2-005 выполняется согласно инструкции ТО-994, входящей в комплект поставки газоанализатора.

Газоанализатор термомагнитный автоматический МН5122-1

Газоанализатор предназначен для измерения и регистрации объемного содержания кислорода в воздухе закрытых помещений, отбираемого поочередно от четырех различных точек (помещений), и сигнализации о достижении двух заданных потребителем предельных значений содержания кислорода. Газоанализатор имеет электрический выходной сигнал информационной связи 0–5 мА.

Газоанализатор применяется для автоматизированиого контроля, сигнализации и регулирования технологических процессов в микробиологической промышленности.

Составные части газоанализатора, за исключением измерителя и сосудов для конденсата, смонтированы на щите, образующем блок. Общий вид блока, его габаритные и установочные размеры приведены на рис. 11.10.

Составные части блока соединены между собой коррозионно-стойкими трубками в соответствии с пневматической схемой и схемой соединений (рис. 11.11) и кабельными линиями в соответствии с электрической схемой подключений, приведенной на рис. 11.12.

Для крепления блока в раме щита имеется четыре отверстия диаметром 9 мм под болты М8.

Анализируемая газовая смесь поступает на вход газоаиализатора вследствие работы побудителя расхода *5* и до поступления в приемник *3* проходит через сосуды для конденсата *8*, фильтр *6*, в котором очищается от механических примесей (пыли, сажи и т. п.), и ротаметр *4* с запорно-регулирую-

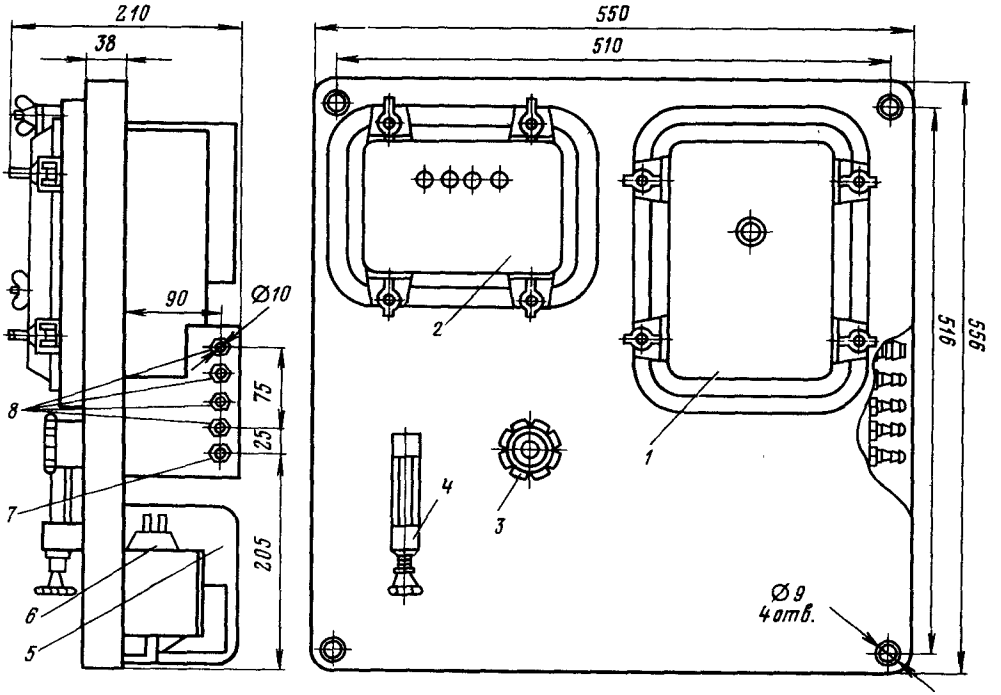


Рис. 11.10. Габаритные и установочные размеры блока газоанализатора МН5122-1:
1 – приемник; *2* – блок распределения газа; *3* – фильтр; *4* – ротаметр; *5* – стабилизатор напряжения; *6* – побудитель расхода; *7* – штуцер выхода газа; *8* – штуцера входа газа

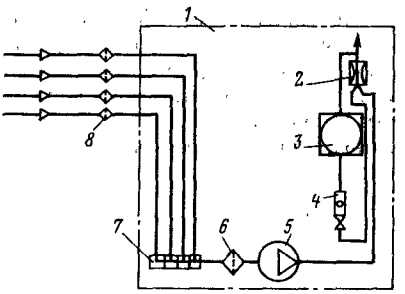


Рис. 11.11. Схема пневматических соединений газоанализатора МН5122-1:
1 – блок; *2* – дроссель; *3* – приемник; *4* – ротаметр; *5* – побудитель расхода; *6* – фильтр; *7* – блок распределения газа; *8* – сосуды для конденсата

щим вентилем. Номинальный расход газовой смеси через приемник поддерживается запорно-регулирующим вентилем и контролируется по ротаметру. В приемнике анализируемая газовая смесь проходит рабочую камеру и через выходной штуцер сбрасывается в атмосферу. Дроссель необходим для нормальной работы побудителя расхода.

ТЕПЛОВЫЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ

К тепловым газоанализаторам относятся термокондуктометрнческие газоанализаторы, применяемые для определения H_2, Не, А, C_2, H_3, O_2 в газовой смеси, где определяемый компонент значительно отличается по теплопроводности от других компонентов, и термохимические для определения состава горючих газов и паров, где используется тепловой эффект реакции окисления (горения) определяемых компонентов на катализаторе.

Газоанализаторы автоматические термокондуктометрические ТП5501-1 и ТП1120

Газоанализатор ТП5501-1 является промышленным автоматическим стационарным газоанализатором термокондуктометрического принципа действия, предназначенным для непрерывного измерения объемного содержаиия водорода, двуокиси углерода или метана во взрывобезопасных двухкомпонентных газовых смесях определенного состава и выдачи измерительной информации

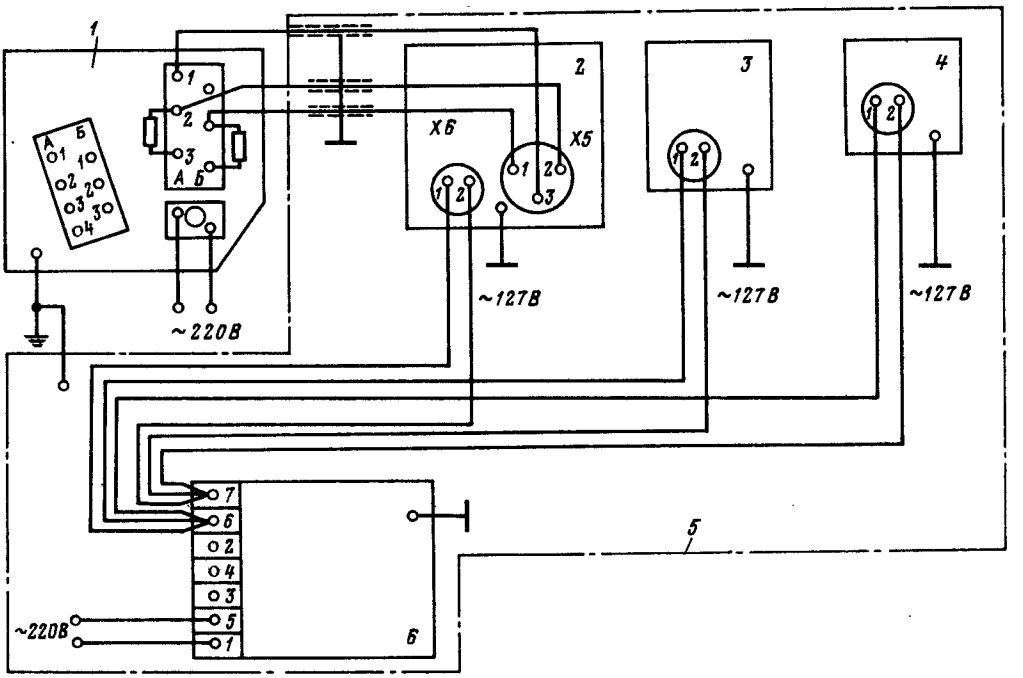


Рис. 11.12. Электрическая схема подключений газоанализатора МН5122-1:
1 – измерительный прибор КСМ2-079; *2* – приемник; *3* – блок распределения газа; *4* – побудитель расхода МПР1-68; *5* – блок газоанализатора; *6* – стабилизатор напряжения С-0,09М

в виде показаний по отсчетному устройству и стандартных электрических выходных сигналов информационной связи с другими изделиями.

Газоанализатор ТП1120 предназначен для измерения содержания водорода в газовой смеси. Он применяется в качестве рабочего средства измерения, но может использоваться как аналитическая часть измерительных установок и систем газового анализа.

Принцип действия термокондуктометрического газоанализатора основан на использовании зависимости теплопроводности анализируемой газовой смеси от содержания в ней измеряемого компонента, поскольку теплопроводность последнего значительно отличается от теплопроводности остальных компонентов.

Принципиальная электрическая схема термокондуктометрического газоанализатора представлена на рис. 11.13.

Чувствительные элемеиты R_1 и R_3 помещены в специальные камеры, через которые продувают газовую смесь.

При изменении концентрации определяемого компонента в анализируемой газовой смеси изменяется ее теплопроводность, а следовательно, теплоотдача чувствительных элементов. При этом изменяется температура и соответственно сопротивления резисторов R_1 и R_3. Так как R_1 и R_3 включены в противоположные плечи рабочего моста *I*, то при этом нарушается его рав-

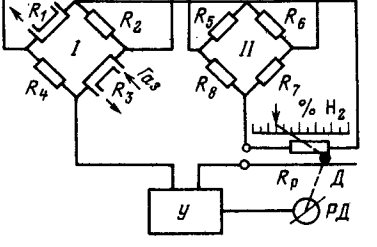


Рис. 11.13. Принципиальная электрическая схема газоанализатора типа ТП5501-1:
I – рабочий мост; *II* – сравнительный мост; R_1 и R_3 – чувствительные элементы; R_2, R_4 – R_8 – резисторы мостов; $R_р$ – реохорд; *У* – усилитель напряжения; *РД* – реверсивный двигатель

новесие и через электронный усилитель *У* включается двигатель *РД*, который, перемещая движок реохорда $R_р$, восстанавливает равновесие моста. Положение движка реохорда $R_р$ будет соответствовать значению концентрации анализируемого компонента в газовой смеси.

Сравнительный мост *II* служит для компенсации влияния на показания прибора изменения температуры окружающей среды и падения напряжения в сети.

Электрическая схема внешних соединений газоанализатора ТП5501-1 представлена на рис. 11.14. Газовая схема – на рис. 11.15.

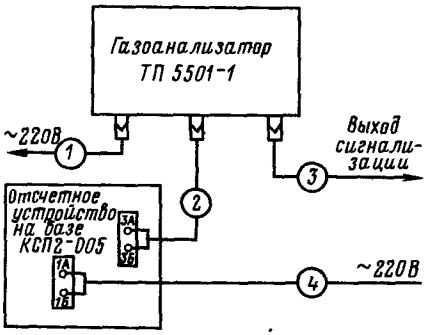


Рис. 11.14. Электрическая схема внешних соединений газоанализатора ТП5501-1

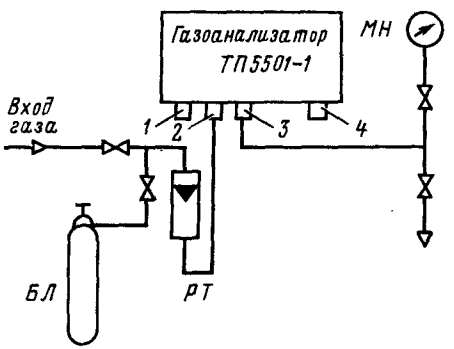


Рис. 11.15. Газовая схема газоанализатора ТП5501-1:

1 и *4* – входной и выходной штуцера для продувки корпуса азотом; *2* и *3* – входной и выходной штуцера для подвода и вывода анализируемого газа; *БЛ* – баллон с газовой смесью; *МН* – манометр; *РТ* – ротаметр

Баллон с газовой смесью на рис. 11.15 подключается только во время проверок, манометр – только при контроле герметичности.

Электрическая и газовая схемы газоанализатора ТП1120 не имеют принципиальных отличий от схем газоанализатора ТП5501-1. Отличие состоит только в том, что в качестве измерительного прибора в ТП1120 использован самопишущий мост типа КСМ2-024 (см. рис. 11.12).

При работе газоанализатора на «сброс в атмосферу» газовая смесь с выхода газового канала должна отводиться в специальный вентиляционный канал, отделенный от общей вентиляции помещений.

Газоанализатор поступает к потребителю упакованным в транспортировочные ящики. Вскрывать ящики следует в помещении вблизи места установки газоанализатора. В зимний период вскрывать ящики следует после выдержки в отапливаемом помещении не менее 24 ч. При распаковывании следует избегать ударов и сотрясений, предохранять газоанализаторы от засорения.

Помещение для установки газоанализатора должно быть взрывобезопасным. Воздух помещения не должен содержать коррозионно-активных примесей и пыли.

Газоанализатор должен быть защищен от местных перегревов, сильных потоков воздуха, электромагнитных полей и механической вибрации.

Газоанализатор должен устанавливаться на специальном щите или капитальной стене с амплитудой вибрации не более 0,1 мм, отклонением от вертикали не более 5°.

Высота установки (примерно 1,5 м от уровня пола) должна обеспечивать удобство обслуживания.

Измерительное устройство на базе потенциометра КСП2-005 устанавливается согласно эксплуатационной документации на него. Удаление измерительного устройства от газоанализатора должно быть не более 200 мм.

Конструкция газоанализатора позволяет производить как настенный, так и утопленный монтаж.

Измерительное устройство приспособлено для утопленного и настенного монтажа.

Монтаж электрических цепей газоанализатора следует выполнять по схеме соединений, приведенной на рис. 11.14.

Монтаж силовых линий питания (кабели *1* и *4*) необходимо производить кабелем с сечением каждой жилы не менее 1 мм^2 в заземленной защитной металлической трубе.

ОПТИКО-АБСОРБЦИОННЫЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ

Эта группа приборов объединяет абсорбциометрические, оптико-акустические (инфракрасные), ультрафиолетовые, фотоколориметрические жидкостные, фотоколориметрические ленточные газоанализаторы и газоанализаторы видимого излучения.

Газоанализаторы оптико-акустические ОА2109М, ОА2209М, ОА2309М

Газоанализаторы оптико-акустические ОА2109М, ОА2209М и ОА2309М являются стационарными автоматическими самопишущими приборами. Они предназначены для непрерывного измерения объемной концентрации окиси углерода (газоанализатор ОА2109М), двуокиси углерода (газоанализатор ОА2209М) или метана (газоанализатор ОА2309М) в газовых смесях, содержащих окись углерода CO, двуокись углерода CO_2, метан CH_4, азот N_2, водород H_2 и кислород O_2.

При определении концентрации двуокиси углерода изменение содержания водорода не должно превышать $\pm 10\%$ средних значений концентрации, указанных в опросном листе заказчика.

Газоанализаторы могут быть использованы для технологического контроля в металлургической, химической, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газовой промышленности, а также в различных областях научных исследований. Приборы могут быть использованы в различных системах сигнализации о достижении заранее заданных значений концентрации определяемых компонентов.

В газоанализаторах использован оптико-акустический метод анализа газов.

Оптико-акустический метод является одним из методов газового анализа, основанных на изменении поглощения лучистой энергии, и используется для определения концентрации газов, имеющих полосы поглощения в инфракрасной области спектра. Механизм поглощения лучистой энергии газами в инфракрасной области спектра обусловлен частотами собственных колебаний атомов или ионов и отдельных структурных групп в молекуле, а также вращением молекул. Способностью поглощать излучение в инфракрасной области спектра обладают газы, молекулы которых состоят из двух или большего числа атомов или ионов, за исключением кислорода, азота, водорода. Одноатомные газы не поглощают лучей инфракрасной радиации. Степень поглощения излучения каждым из поглощающих газов изменяется при изменении длины волны, падающей на слой газа радиации.

Это обусловливает возможность проведения избирательного анализа газов оптико-акустическим методом.

Оптико-акустический метод анализа основан на следующем явлении: если газ, способный поглощать инфракрасные лучи, заключить в замкнутый объем и подвергнуть воздействию потока инфракрасной радиации, то за определенный промежуток времени газ нагреется до некоторой температуры, определяемой условиями теплоотдачи. Одновременно произойдет также соответственное повышение давления газа.

При прерывании с некоторой частотой потока радиации с помощью обтюратора газ, находящийся в замкнутом объеме, будет периодически нагреваться и охлаждаться, в результате чего возникнут колебания температуры и давления газа.

На рис. 11.16 приведена структурная схема простейшего оптико-акустического газоанализатора, состоящего из источника инфракрасной радиации, обтюратора и двух последовательно расположенных камер. Первая камера (рабочая) имеет два окна, выполненные из материала, пропускающего инфракрасные лучи. Через эту камеру проходит анализируемая газовая смесь, содержащая определяемый компонент. Вторая, по ходу лучей, камера (измерительная), имеющая на входе окно, также пропускающее инфракрасные лучи, герметична и заполнена тем газом, содержание которого в смеси подлежит определению. В этой камере установлен микрофон, воспринимающий колебания давления, возникающие в результате поглоще-

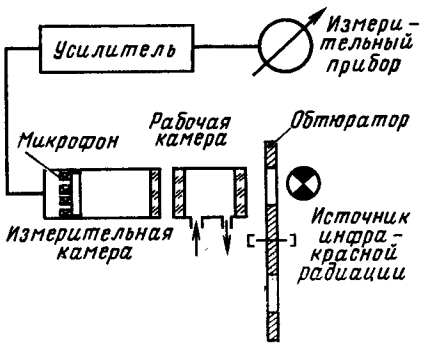


Рис. 11.16. Принципиальная схема оптико-акустического газоанализатора

ния газом прерывистого потока инфракрасной радиации.

Колебания давления, воспринимаемые микрофоном, преобразуются в электрический сигнал, который усиливается усилителем и подается на измерительный прибор.

Показания измерительного прибора служат мерой концентрации определяемого компонента.

Если через рабочую камеру проходит анализируемая газовая смесь, не содержащая определяемого компонента, то в измерительную камеру поступает полный (не ослабленный поглощением) поток прерывистой инфракрасной радиации.

Если анализируемая смесь содержит определяемый компонент, то в измерительную камеру поступит ослабленный поток прерывистой радиации. В результате амплитуда колебания давления газа в измерительной камере уменьшится пропорционально концентрации определяемого компонента и соответственно изменятся показания измерительного прибора газоанализатора.

Описанная выше структурная схема простейшего оптико-акустического газоанализатора не может быть использована в качестве рабочей схемы вследствие того, что появление малого сигнала, вызванного изменением концентрации поглощающего газа, не может быть обнаружено с достаточной точностью на фоне большого первоначального (неизмеряемого) сигнала.

Этот недостаток может быть устранен, если оптическую схему оптико-акустического газоаиализатора построить по дифференциальному принципу, при котором благодаря наличию двух оптических каналов: рабочего и сравнительиого в лучеприемнике будет отсутствовать сигнал, если проходящая через камеру газоанализатора анализируемая газовая смесь не содержит определяемого компонента.

С учетом этого все выпускаемые промышленные оптико-акустические газоанализаторы строятся по дифференциальной схеме измерения.

В комплект поставки газоанализаторов ОА2109М, ОА2209М и ОА2309М входят блок приемника, измерительный прибор КСУ2-015 и вспомогательные устройства.

Комплект вспомогательных устройств (холодильники, фильтры, побудители расхода и т. п.) предиазначен для очистки анализируемой газовой смеси от механических и химических агрессивных примесей, снижения ее влажности и т. п. Он подбирается в соответствии с условиями эксплуатации по данным опросного листа, заполняемого заказчиком, и поставляется совместно с газоанализатором по особому заказу.

Приемники газоанализаторов являются взрывоопасными. Монтаж и установка всех блоков газоанализатора должны производиться в вентилируемом взрывобезопасном помещении.

Температура в помещении должна быть от 5 до 50 °С при относительной влажности воздуха до 90%. В воздухе помещения не должно быть примесей, вызывающих коррозию металлических деталей и повреждение электрической изоляции.

Газоанализатор должен быть защищен от воздействия местных перегревов, потоков холодного воздуха, электромагнитных полей и механических вибраций.

Газоанализатор устанавливается вертикально на щите, стенде или кронштейне. Расстояние от блока газоанализатора до стены должно быть не менее 500 мм. Самопишущий прибор должен быть помещен в непосредственной близости от приемника на расстоянии, удобном для наблюдения за показаниями прибора при настройке и юстировке газоанализатора. При эксплуатации самопишущий миллиамперметр может быть удален от приемника на расстояние до 100 м.

Электрический монтаж внешних соединений блоков газоанализатора выполняется проводом, имеющим сечение не менее 1 мм^2, с сопротивлением изоляции не менее 40 МОм.

Напряжение питания подается на газоанализатор от отдельиого щита. Приемник и самопишущий прибор газоанализатора должны быть надежно заземлены. Схемы электрических соединений газоанализатора приведены на рис. 11.17 – 11.19.

Перед монтажом газовой схемы газоанализатора необходимо проверить герметичность газового тракта приемника.

Проверка герметичности осуществляется техническим азотом при избыточном давлении 50 кПа. В течение 30 мин падение давления не должно превышать 0,5 кПа. Монтаж газовой схемы газоанализатора состоит в подсоединении магистралей подачи и отвода анализируемой газовой смеси к соответствующим штуцерам, расположениым на боковых стенках корпуса приемника, и монтаже системы вспомогательных устройств. Пример схемы расположения вспомогательных устройств (при избыточном давлении в месте отбора газовой смеси), включающей в себя холодильник *ХК*, запорный вентиль *ВЗ*-2, предварительный фильтр *ФП*, редуктор давления *РД*-10, блок регулировки фильтрации и приемник газоанализатора,

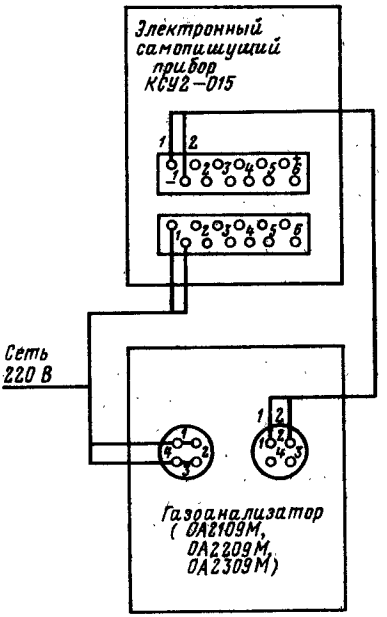


Рис. 11.17. Схема электрических соединений газоанализаторов ОА2109М, ОА2209М, ОА2309М без унифицированного выходного сигнала для дублирования

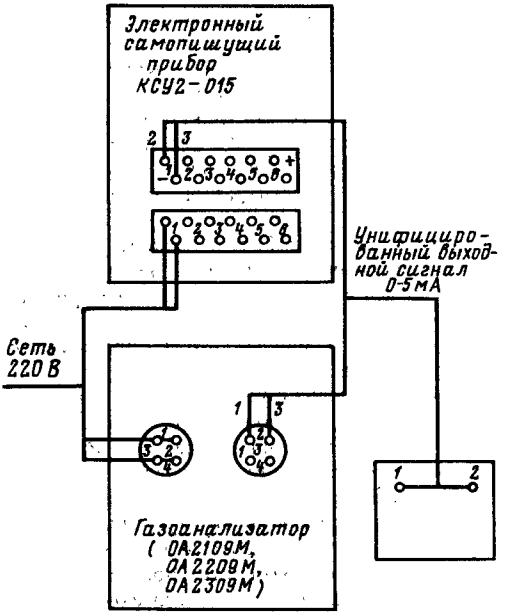


Рис. 11.18. Схема электрических соединений газоанализаторов ОА2109М, ОА2209М, ОА2309М с унифицированным выходным сигналом 0—5 мА

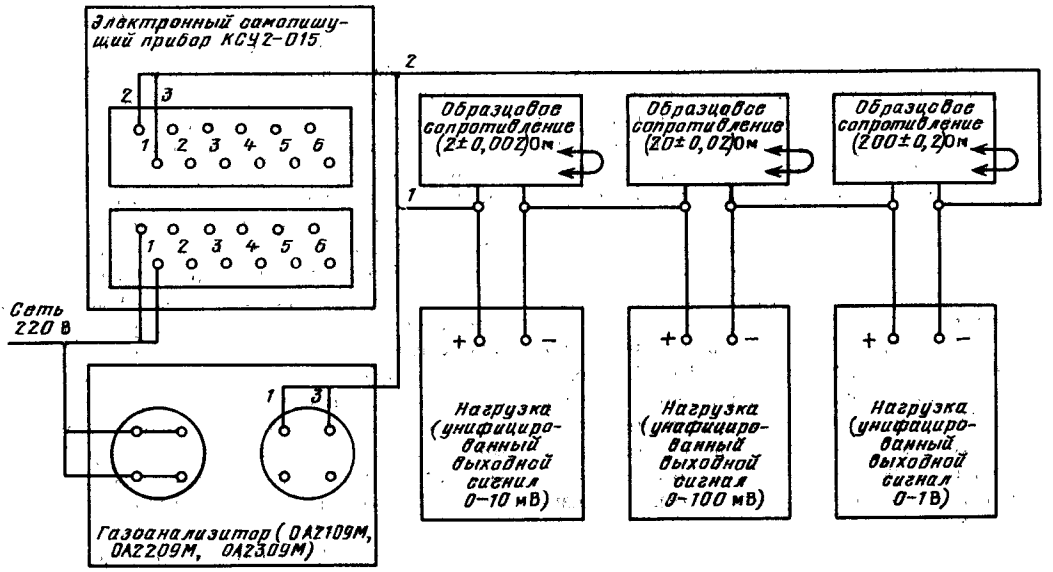


Рис. 11.19. Схема электрических соединений газоанализаторов ОА2109М, ОА2209М, ОА2309М с унифицированным выходным сигналом 0—10 мВ, 0—100 мВ и 0—1 В

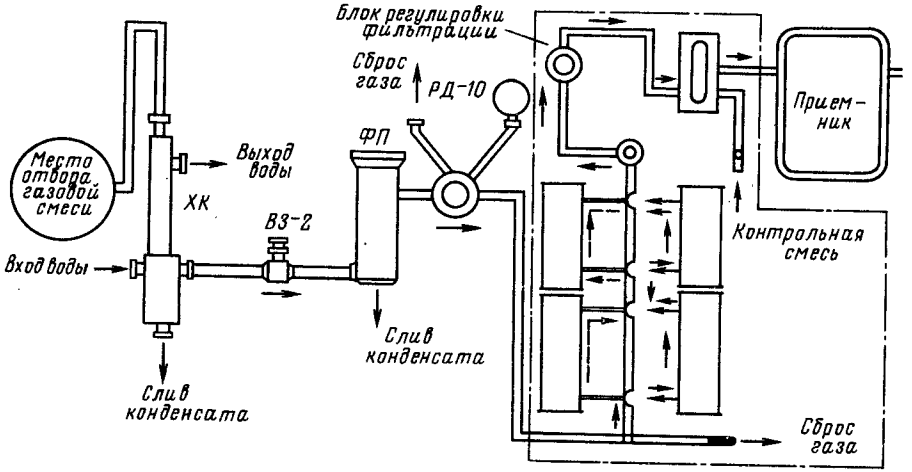


Рис. 11.20. Пример схемы расположения вспомогательных устройств газоанализаторов ОА2109М, ОА2209М, ОА2309М при избыточном давлении в месте отбора газа

показан на рис. 11.20.

На рис. 11.20 сплошной линией со стрелками показано направление движения газовой смеси, а штриховой – направление движения газовой смеси при включении второй пары фильтров.

После монтажа газовая схема газоанализатора проверяется на герметичность азотом при создании избыточного давления в системе, равного 50 кПа. В течение 30 мин падение давления не должно превышать 0,5 кПа. Если падение давления превышает указанное значение, то места соединений обследуются с помощью мыльной пены, обнаруженные неисправности устраняются.

Допускается продувка газовой схемы воздухом, пропущенным через аскарит.

Газоанализатор инфракрасный автоматический ГИАМ-5

Газоанализатор инфракрасный автоматический малогабаритный ГИАМ-5 предназначен для непрерывного измерения концентрации одного из компонентов: окиси углерода CO, двуокиси углерода CO_2 или метана CH_4 в газовых смесях.

Газоанализатор обеспечивает автоматическую запись показаний на самопишущий прибор и может использоваться в различных системах контроля и анализа промышленных газов.

В газоанализаторе использован оптико-акустический метод анализа газа, основанный на измерении поглощения лучистой энергии и используемый для определения концентрации газов, имеющих полосы в инфракрасной области спектра.

В комплект поставки газоанализатора входит блок газоанализатора, измерительный прибор – потенциометр типа КСУ2-015, регулятор абсолютного давления и вспомогательные устройства. Комплект вспомогательных устройств определяется условиями эксплуатации газоанализатора.

Газоанализатор устанавливается на панели щита. Установочный чертеж на блок газоанализатора, потенциометра и регулятора абсолютного давления показан на рис. 11.21.

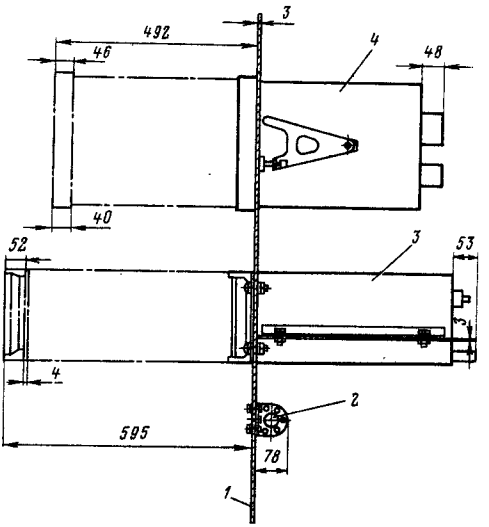


Рис. 11.21. Установочный чертеж комплекта газоанализатора ГИАМ-5:

1 – панель щита; *2* – регулятор; *3* – блок газоаиализатора; *4* – потенциометр

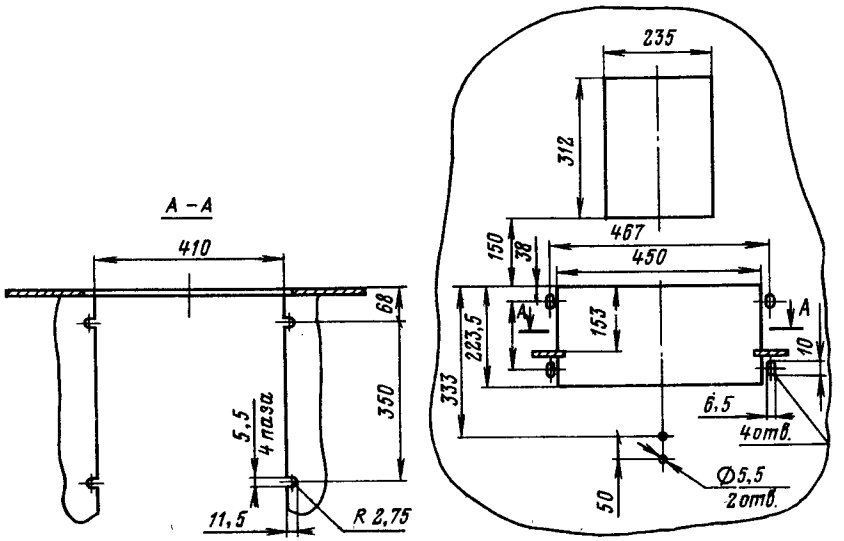


Рис. 11.22. Вырезы в панели щита для установки комплекта газоанализатора ГИАМ-5 в соответствии с рис. 11.21.

Вырезы в панели щита для установки комплекта газоанализатора ГИАМ-5 в соответствии с рис. 11.21 показаны на рис. 11.22.

Электрические и трубные соединения комплекта газоанализатора выполняются по рис. 11.23. Схема внешних соединений показана на рис. 11.24.

При использовании прибора для анализа газовых смесей, параметры которых (пылесодержание, влагосодержание, температура и т. д.) отличаются от требований к газовым смесям, указанным в заводской инструкции на блок газоанализатора, необходимо применить вспомогательные устройства, приводящие параметры анализируемых газовых смесей к нормальным значениям.

Полная структурная схема включения газоанализатора ГИАМ-5 показана на рис. 11.25.

После монтажа газоанализатора его схема трубных проводок проверяется на герметичность аналогично схемам проводок газоанализаторов ОА2109М, ОА2209М, ОА2309М.

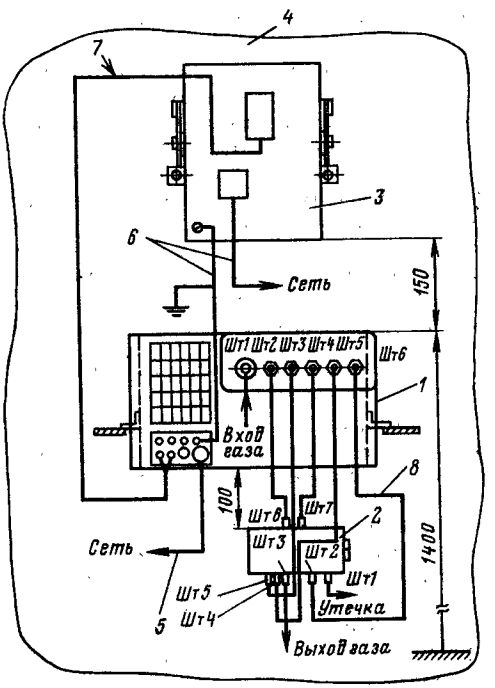


Рис. 11.23. Схемы электрических и трубных соединений газоанализатора ГИАМ-5:
1 – 4 – см. рис. 11.21; *5* и *6* – провод НВ-0,5.П.500; *7* – провод НВЭ-0,5.П.500; *8* – трубка поливинилхлоридная гибкая 4 × 1,5, ТУ 6-01-2120–73; *Шт1 – Шт7* – штуцера для подсоединения трубок

Газоанализатор автоматический колошникового газа ГАК-1

Газоанализатор автоматический колошникового газа ГАК-1 предназначен для непрерывного раздельного измерения концентрации окиси углерода CO, двуокиси углеро-

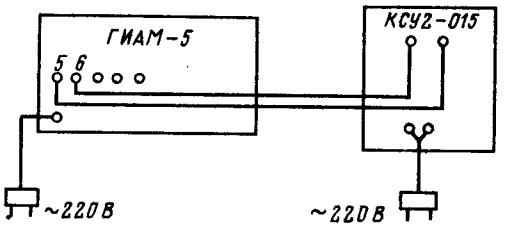


Рис. 11.24. Схема внешних соединений газоанализатора ГИАМ-5

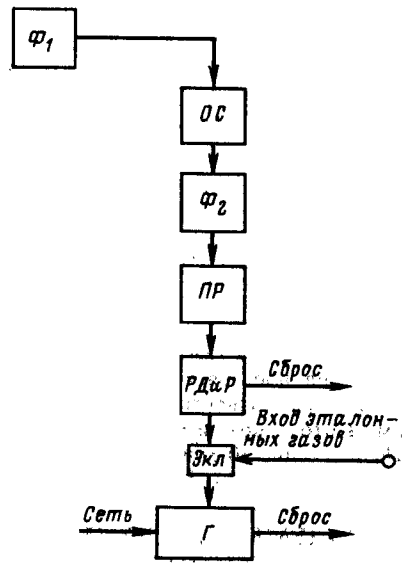


Рис. 11.25. Полная структурная схема включения газоанализатора ГИАМ-5:

$Ф_1$ – фильтр грубой очистки анализируемой смеси; *ОС* – осушитель; $Ф_2$ – фильтр тонкой очистки; *ПР* – побудитель расхода; *РД* и *Р* – регулятор давления и расхода; *Экл* – электропневмоклапан; *Г* – газоанализатор

да CO_2 и водорода H_2 в колошниковом газе домеиной печи.

Газоанализатор является промышленным прибором с унифицированным выходным сигналом постоянного тока 0–5 мА по каждому измерительному каналу.

Газоанализатор предназначен для работы в черной металлургии; может быть использован в управлении технологическими процессами доменного производства.

Принцип действия газоанализатора основан на двух методах газового анализа: оптико-акустическом – для измерения концентрации окиси углерода и двуокиси углерода и термокондуктометрическом – для измерения концентрации водорода.

Анализ смеси на окись углерода и двуокись углерода в газоанализаторе осуществляют с помощью оптико-акустических газоанализаторов ОА2109А и ОА2209А.

Структурная схема газоанализатора ГАК-1 приведена на рис. 11.26.

Газоанализатор представляет собой трехканальную схему.

Каналы CO и CO_2 состоят соответственно из блока ОА2109М или ОА2209М, самопишущих приборов КСУ2-015, преобразователей напряжения в частоту ППНС-2.

Канал H_2 состоит из блока ТП1120, стабилизатора напряжения С-0,09, самопишущего прибора КСМ2-024, блока унифицированного сигнала БУС и преобразователя напряжения в частоту ППНС-2.

Принципиальная пневмогидравлическая схема газоанализатора представлена на рис. 11.27.

Газоанализатор может работать в двух режимах: измерения и контроля.

В режиме измерения анализируемый газ проходит через устройства пробоподготовки щита вспомогательных устройств. Щит вспомогательных устройств служит для предварительной очистки (фильтр $Ф_1$), охлаждения (холодильник *О*) и понижения давления (устройство $У_1$) анализируемого газа.

Затем газ поступает на вход шкафа анализаторов через штуцер $Шт_1$, проходит последовательно через фильтры осушителя $У_3$, фильтры очистки $У_2$, регулятор расхода *РР*, открытый вентиль $Вн_2$ ($Вн_3$ закрыт), контрольный фильтр $Ф_4$, ротаметр $Ип_2$ (ОА2109М, ОА2209М, ТП1120). Вентиль $Вн_4$

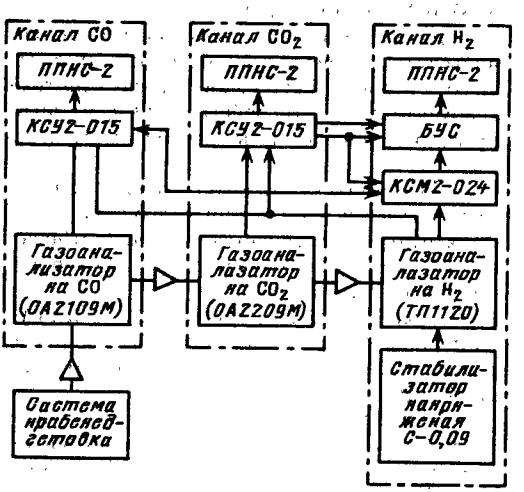


Рис. 11.26. Структурная схема газоанализатора ГАК-1

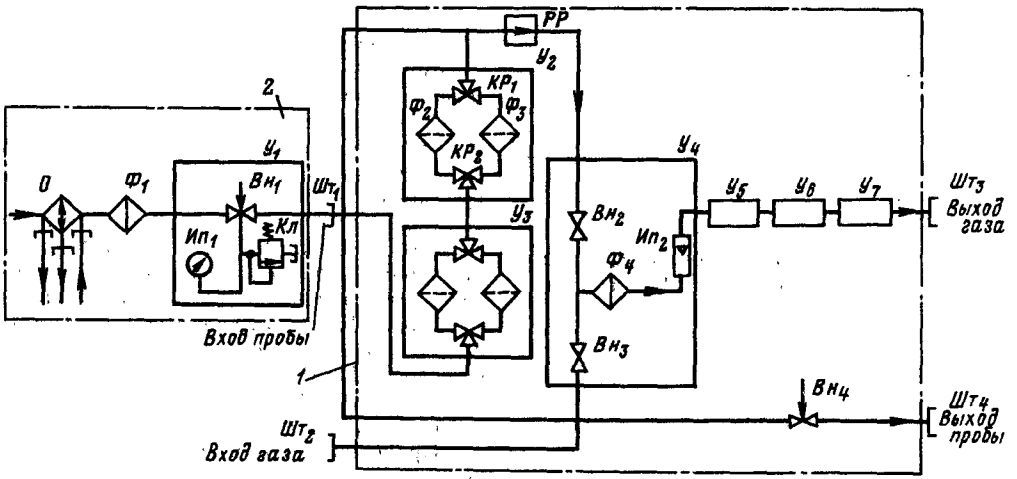


Рис. 11.27. Принципиальная пневмогидравлическая схема ГАК-1:

1 – шкаф газоанализаторов; *2* – щит вспомогательных устройств; *О* – холодильник ХК-1; *РР* – регулятор расхода РР-1; $У_1$ – редуктор РД-10; $У_2$, $У_3$ – блоки фильтрации; $У_4$ – блок контроля; $У_5$ – газоанализатор ОА2109М; $У_6$ – газоанализатор ОА2209М; $У_7$ – газоанализатор ТП1120; $Ф_1$ – фильтр предварительный ФН; $Шт_1$ – $Шт_4$ – штуцера; $Вн_1$ – $Вн_3$ – вентили; $Вн_4$ – вентиль тонкой регулировки расхода

служит для сброса избыточного давления.

В режиме контроля газовая смесь из контрольного баллона подается непосредственно в шкаф анализаторов через штуцера $Шт_2$, $Шт_4$ и проходит последовательно через открытый вентиль $Вн_3$ (вентиль $Вн_2$ закрыт), контрольный фильтр $Ф_4$, ротаметр $Ип_2$, ОА2109М – $У_5$, ОА2209М – $У_6$ и газоанализатор на водород $У_7$.

Трубные проводки газоанализатора выполняются стальной трубкой 8 × 1 марки Х18Н10Т по ГОСТ 9941 – 72.

Щит вспомогательных устройств устанавливается на расстоянии не более 30 м от точки отбора. Расстояние между щитом вспомогательных устройств и шкафом анализаторов должно быть минимальным и не более 1 м.

При монтаже газовой линии должен быть обеспечен угол наклона газопровода от фильтрующего устройства (у точки отбора) до холодильника не менее 10° в сторону холодильника.

К переходной муфте сборника конденсата холодильника подсоединяется запорный вентиль или запорный кран для периодического слива конденсата.

Монтаж электрических проводок выполняется в соответствии со схемами внешних проводок газоанализаторов ОА2109М, ОА2209М, ТП1120.

Монтаж газовых линий выполняется в соответствии с рис. 11.27.

После монтажа газовую систему шкафа анализаторов проверяют на герметичность. Проверку герметичности производят техническим азотом при избыточном давлении 50 кПа в течение 30 мин. Падение давления за это время не должно превышать 500 Па.

11.3. СОЛЕМЕРЫ, ПЛОТНОМЕРЫ И КОНЦЕНТРАТОМЕРЫ

Для многих технологических процессов важно поддерживать на определенном уровне значения солесодержания, плотности или концентрации определенных компонентов в парообразных и жидких средах – водных растворах, пульпах и т. п.

Для измерения и регулирования этих параметров промышленностью выпускается большое количество различных солемеров, плотномеров и концентратомеров.

Рассмотрим особенности монтажа этих средств измерений на примере наиболее широко применяемых из них.

СОЛЕМЕРЫ ТИПА СКМ

Солемеры предназначены для измерения солесодержания водных растворов (условно по хлористому натрию) и сигнализации при его отклонении от заданного значения в одной или поочередно в каждой из двух, четырех или шести точек автоматических систем теплоэнергетических установок.

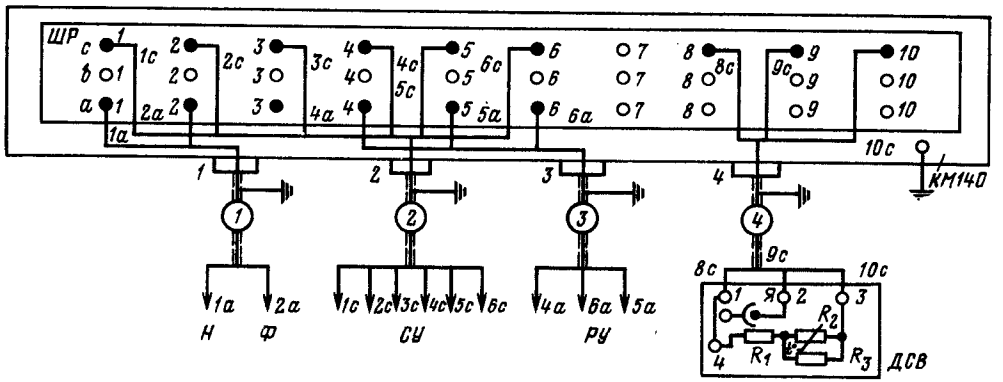


Рис. 11.28. Схема подключений солемеров СКМ01 – СКМ05:

ШР – колодка гнезд штепсельного разъема; *Н* – нуль; *Ф* – фаза; *СУ* – сигнальное устройство; *РУ* – реостатное устройство; *ДСВ* – датчик; *КМ140* – вторичный прибор; *Я* – электродная ячейка

Принцип действия солемеров основан на зависимостн удельной электрической проводимости водного раствора от концентрации в нем солей (солесодержания) при данной температуре.

Измерение солесодержания методом электропроводности сводится к измерению сопротивления электролитической ячейки датчика, включенного в одно из плеч мостовой схемы уравновешенного моста переменного тока КМ140.

Так как удельная электрическая проводимость водного раствора в значительной степени зависит от температуры раствора, в схемах солемеров предусмотрена компенсация от влияния температуры с помощью термокомпенсатора, встроенного непосредственно в корпус датчика и включенного в другое, смежное с электролитической ячейкой плечо моста.

Изменение сопротивления электролитической ячейки датчика, вызванное изменением температуры анализируемого раствора, компенсируется одновременным изменением сопротивления термокомпенсатора таким образом, что разбаланс моста измерительного прибора и, следовательно, его показания пропорциональны только изменению солесодержания раствора и не зависят от его температуры.

Солемеры СКМ осуществляют измерение солесодержания анализируемой воды с температурой от 2 до 100 °С без охладителя и от 100 до 280 °С при наличии охладителя с компенсацией влияния изменения температуры анализируемого раствора на точность измерений в диапазоне температуры от 2 до 40 °С или от 20 до 100 °С.

В солемерах СКМ подключение соответствующего датчика к измерительному мосту производится с помощью переключателя ПМЗК, а разводка кабелей в многоточечных солемерах – с помощью соединительного ящика ЯСС.

Электрические схемы подключений солемеров СКМ приведены на рис. 11.28 – 11.31.

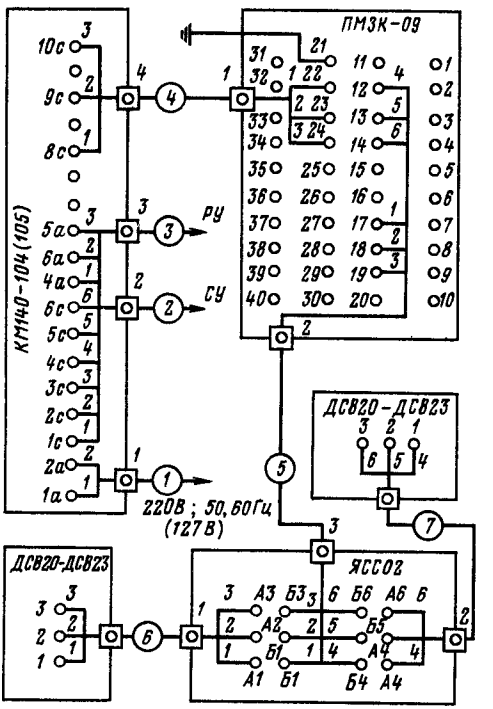


Рис. 11.29. Схема подключений солемеров СКМ02 и СКМ06:

КМ140-104(105) – вторичный прибор; *ДСВ20 – ДСВ23* – датчики; ПМЗК-09 – переключатель; ЯСС02 – соединительный ящик; *СУ* – сигнальное устройство; *РУ* – реостатное устройство

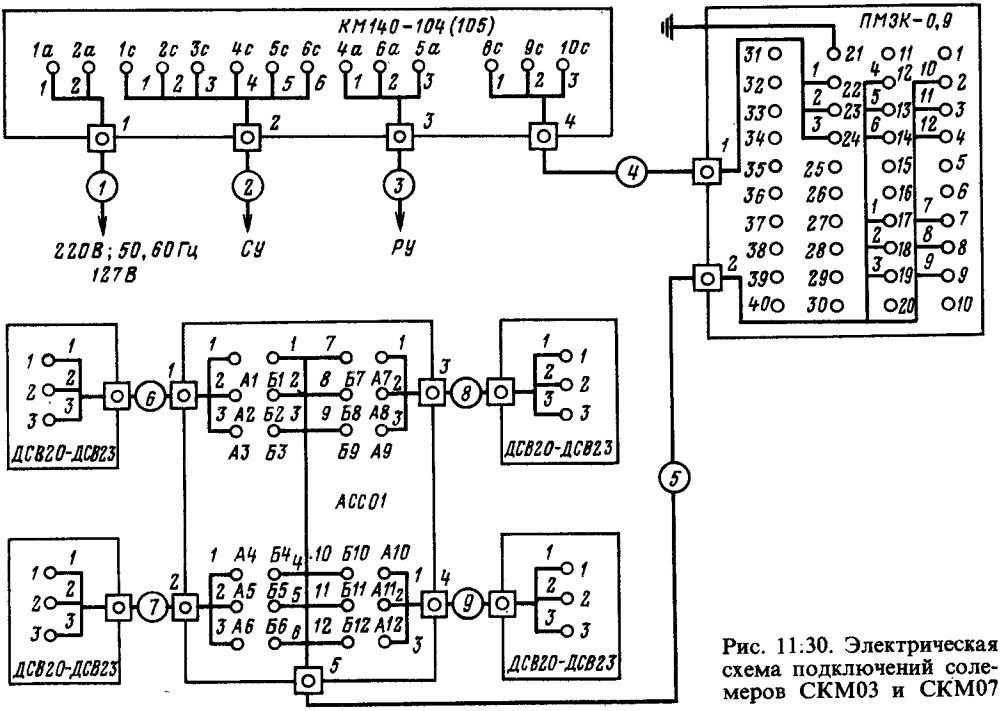


Рис. 11.30. Электрическая схема подключений солемеров СКМ03 и СКМ07

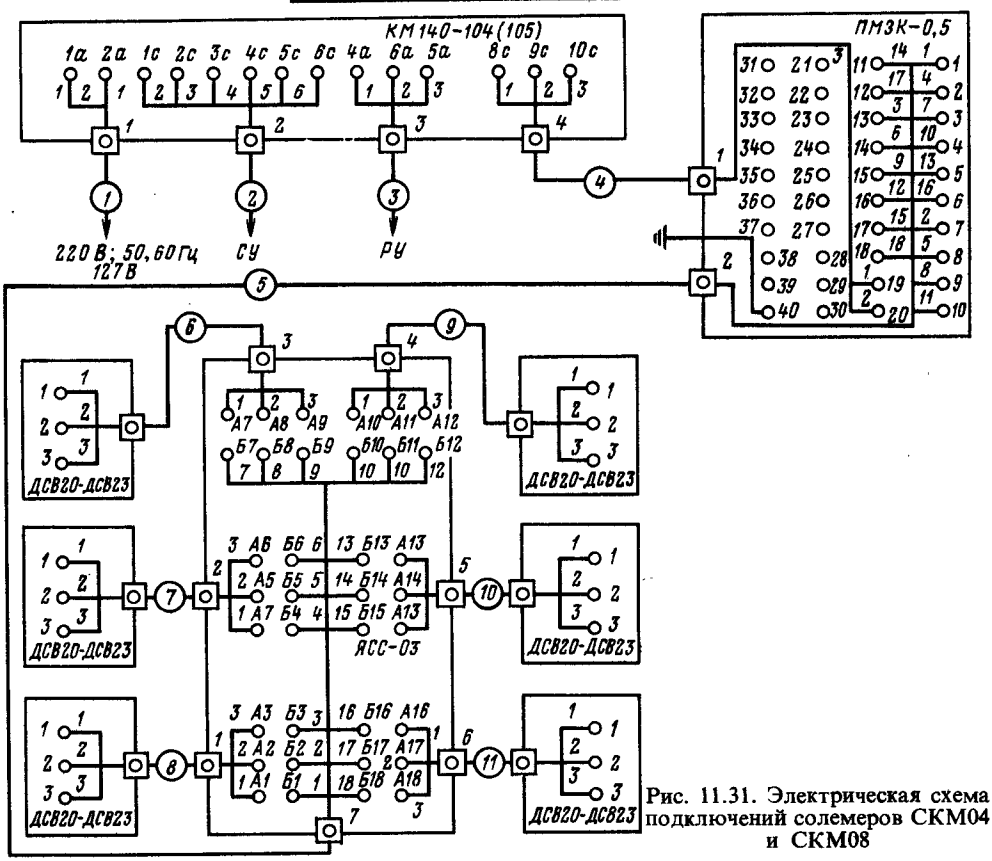


Рис. 11.31. Электрическая схема подключений солемеров СКМ04 и СКМ08

Жила *4а* кабеля *3* (рис. 11.28) подключается к началу реостатного устройства *РУ*, жила *5а* – к концу *РУ*, а жила *6а* – к движку *РУ*.

Солемеры СКМ поставляются заводом-изготовителем в комплекте с датчиками ДСВ20–ДСВ23.

Датчики ДСВ20–ДСВ23 конструктивно выполнены проточными с корпусом в виде цилиндрической металлической трубы и имеют по два штуцера: нижний – для входа, верхний – для выхода анализируемого раствора. Внутренний диаметр штуцеров датчика, как и подсоединяемых трубопроводов, равен 10 мм.

Подсоединение датчика к трубопроводам осуществляется с помощью ниппеля, привариваемого к трубопроводу, и накидной гайки, завинчиваемой на штуцере датчика.

Материал ниппеля подбирается в зависимости от материала подсоединяемого трубопровода (нержавеющая сталь, сплав ЗМ или бронза). Внутри корпуса расположены электролитическая ячейка датчика и термокомпенсатор, выводы от которых идут на колодку с завинчивающимися контактами для подсоединения внешнего кабеля. Принципиальная электрическая схема датчиков ДСВ приведена на рис. 11.32. Ввод кабеля осуществляется через сальниковое уплотнение, обеспечивающее водозащищенность головки датчика, для этой же цели служит и резиновая прокладка в крышке головки датчика. Датчики различных типов отличаются друг от друга конструкцией и размерами измерительной электрической ячейки.

Измерительная ячейка датчика ДСВ20 (рис. 11.33) представляет собой три концентрично расположенных электрода, два из которых соединены между собой и через крестовину соединяются с корпусом. Третий электрод изолирован и расположен между ними. Внутренняя и наружная поверхности изолированного электрода являются рабочими. Материал электродов – нержавеющая сталь. Вывод изолированного электрода на колодку зажимов осуществляется через стеклянную «слезку».

Измерительная ячейка датчика ДСВ21

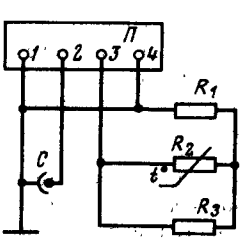


Рис. 11.32. Принципиальная электрическая схема датчиков ДСВ20–ДСВ23:

С – электролитическая ячейка; *П* – резиновая пластина с зажимами; R_2 – термокомпенсатор

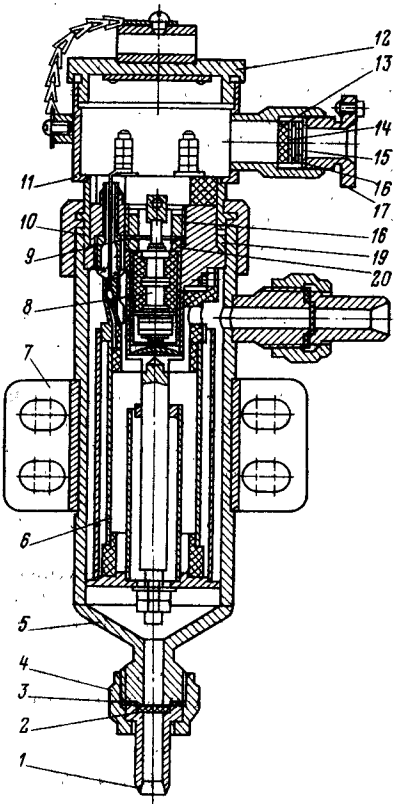


Рис. 11.33. Датчик ДСВ20:

1 – ниппель; *2* – заглушка; *3* – кольцо; *4* – гайка накидная; *5* – корпус; *6* – узел чувствительного элемента; *7* – хомут; *8* – узел термокомпенсатора; *9* – шайба; *10* – кольцо; *11* – цилиндр; *12* – крышка; *13*, *14* – заглушка; *15*, *16* – шайба; *17* – гайка; *18* – гайка (кольцо); *19*, *20* – втулка

представляет собой два концентрично расположенных электрода, один из которых (наружный) через крестовину соединен с корпусом, второй (внутренний) изолирован. Материал электродов – нержавеющая сталь.

Измерительная ячейка датчика ДСВ22 состоит из трех плоских угольных электродов, с помощью которых измеряется сопротивление водяного столба в канале вкладыша, изготовленного из фторопласта. Два электрода (верхний и нижний) соединены между собой и корпусом, средний изолирован. Металлические элементы измерительных ячеек выполнены из сплавов ЗМ и 7М.

Измерительная ячейка датчика ДСВ23 аналогична измерительной ячейке датчика ДСВ22 и отличается только размерами.

Для охлаждения горячей воды, солесодержание которой измеряется, в комплекте

с солемером поставляются охладители типа СВСО1.

Охладитель представляет собой цилиндрический металлический корпус, внутри которого между крышками проходит змеевик с анализируемой водой.

Корпус охладителя имеет четыре отверстия, к которым привариваются штуцера для соединения охладителя с трубопроводами, два из них служат входом и выходом для анализируемой воды, а два других – входом и выходом для охлаждающей воды.

Работа охладителя происходит при противотоках анализируемой и охлаждающей воды.

Анализируемая вода температурой до 280 °С поступает в змеевик под рабочим давлением 10 МПа и выходит из змеевика с температурой не более 80 °С, а охлаждающая вода противотоком поступает в межтрубное пространство под рабочим давлением до 4 МПа.

При выполнении монтажа электрических проводок от датчика до контактов *9с* и *10с* (см. рис. 11.28 – рис. 11.31) штепсельного разъема измерительного моста сопротивление каждой линии необходимо подогнать до 5 Ом с помощью подгоночных катушек.

СОЛЕМЕРЫ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЕ ТИПОВ СККТ, СКПВ И СКПП

Солемеры кондуктометрические типов СККТ, СКПВ, СКПП (рис. 11.34) предназначены для непрерывного измерения, регистрации и сигнализации предельного значения солесодержания (условно по хлористому натрию NaCl) воды высокой чистоты на тепловых электростанциях и в промышленных котельных с барабанными котлами, котлами-утилизаторами, с высоконапорными парогенераторами, на тепловых электростанциях с головными образцами прямоточных котлов с давлением не менее 10 МПа.

Концентратомер, входящий в комплект солемеров, может использоваться также самостоятельно как упаривающий и дегазирующий аппарат, выдающий пробу для выполнения химических анализов на содержание ионно-дисперсных нелетучих примесей.

Обозначение типов солемеров составлено следующим образом: первые две буквы СК – солемер кондуктометрический; третья и четвертая буквы ПВ – питательная вода; ПП – перегретый пар; КТ – конденсат турбин.

Измерение солесодержания сводится к измерению сопротивления измерительной ячейки датчика, заполненной анализируемым раствором.

Измерение сопротивления измерительной ячейки датчика, однозначно связанного с солесодержанием анализируемого раствора, производится мостом КСМ2-057.

Анализируемая проба перед поступлением в датчик подвергается многократному ступенчатому упариванию при помощи концентратора с целью исключения влияния аммиака и углекислоты на результат измерения.

Отобранная проба, пройдя пробоотборное устройство, запорные вентили и подводящую трубку, поступает в десятиступенчатую дроссельную приставку с микрофильтром, которая предназначена для снижения давления и ограничения расхода пробы. Микрофильтр пластинчатого типа (разборный) имеет большую поверхность и обеспечивает тонкую очистку пробы от механических примесей, чем гарантируется надежная и длительная (около года без чистки) работа дроссельного устройства.

За дроссельной приставкой установлены: холодильник пробы, в котором проба конденсируется и охлаждается до 30 – 60 °С, и напорная колонка, обеспечивающая постоянство давления перед концентратором (около 1 МПа), а также сброс избытка отобранной пробы.

Упаривание пробы производится в концентраторе, состоящем из пяти испарителей, которые снабжены трубчатыми нагревателями с внутренним паровым обогревом. Поверхность нагревателей изготавливается с запасом, что обеспечивает возможность их работы при различных давлениях греющего пара. Для измерения давления греющего пара установлен манометр. До поступления в нагреватели пар проходит через сепаратор, имеющий непрерывную и периодическую продувки. Образовавшийся внутри нагревателей конденсат греющего пара отводится через трехступенчатый дроссель, обеспечивающий небольшой дополнительный пропуск греющего пара, который вместе с конденсатом попадает в холодильник.

Вторичный пар (выпар) каждого испарителя, пройдя через дроссельную шайбу, поступает в общий конденсатор, работающий при атмосферном давлении. Давление перед дроссельными шайбами (в испарителях) находится в равновесии с давлением, создаваемым напорной колонкой; за испарителями давление должно быть близко к атмосферному. Если в каком-либо испарителе давление упадет (например, вследствие уменьшения давления греющего пара), то по-

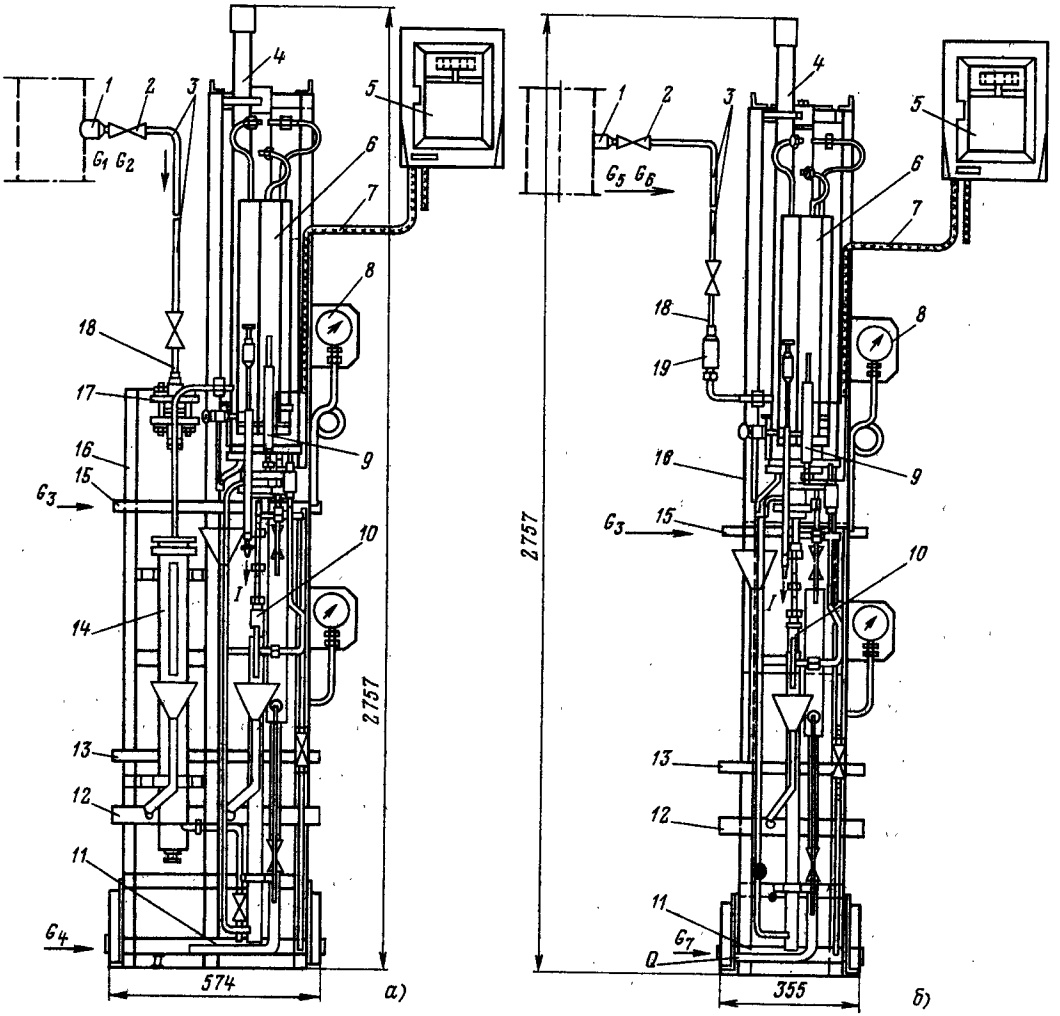


Рис. 11.34. Общий вид солемеров СКПП, СКПВ(*а*) и СККТ(*б*):

1 – устройство пробоотборное; *2* – вентиль запорный; *3, 18* – трубка, подводящая пробу; *4* – колонка напорная; *5* – мост типа КСМ2-057; *6* – конденсатор малогабаритный; *7* – кабель; *8* – манометр; *9* – датчик с гидрозатвором; *10* – холодильник греющего пара; *11* – коллектор подвода охлаждающей воды; *12* – коллектор отвода охлаждающей воды; *13* – коллектор отвода конденсата; *14* – холодильник пробы; *15* – коллектор греющего пара; *16* – каркас; *17* – дроссельная приставка; *19* – трехступенчатый дроссель; G_1 – пар перегретый; G_2 – вода питательиая; G_3 – пар греющий; G_4 – вода охлаждающая; G_5 – конденсат турбин; G_6 – химобессоленный конденсат; G_7 – вода охлаждающая; *1* – периодический отбор пробы; *II* – отбор подключается в низких точках

ступление в него упариваемой пробы увеличится, уровень воды поднимется, поверхность теплообмена возрастает, а производительность и давленне в этой ступени увеличатся и достигнут нормальных значений. При повышенин давления в каком-либо из испарителей сверх установившегося значения произойдет обратиый процесс. Поэтому давление вторичного пара во всех испарителях саморегулируется.

В первых четырех испарителях проба упаривается в 15 раз и освобождается от аммиака и углекислоты, после чего концентрат проходит через датчик. Два электрода датчика присоединены к мосту КСМ2-57. Температура концентрата в датчике стабильна

и близка к 100 °С. После датчика концентрат проходит через гидрозатвор, из нижней части которого, открывая клапан, периодически отбирают пробы для проведения химических анализов.

Кратность упаривания пробы, проходящей через датчик, зависит от отношения суммы площадей дроссельных шайб, установленных на линиях отвода вторичиого пара от всех пяти испарителей, к площади дроссельной шайбы пятого испарителя, в котором происходит окончательное упаривание концентрата. Образовавшийся в пятом испарителе пар, пройдя через дроссельную шайбу, поступает в общий конденсатор.

Вентиль у испарителя пятой ступени служит для его периодической продувки.

В солемере типа СККТ, предназначенном для контроля качества конденсата турбин до и после обессоливающей установки, отсутствует холодильник пробы, так как его температура обычно ниже 60 °С, а взамен десятиступенчатой дроссельной приставки применен трехступенчатый дроссель, который предназначен для работы при давлениях до 3,5 МПа. Если температура поступающего конденсата выше 60 °С, то следует применять солемеры типа СКПВ при соответствующем увеличении диаметров отверстий во всех десяти шайбах дроссельной приставки.

Солемеры следует размещать в хорошо освещенном и удобном для обслуживания месте.

При установке нескольких солемеров в одном помещении целесообразно объединять их в группы до четырех в каждой. Для этого каркасы солемеров устанавливают по одной линии, стыкуют и сваривают коллекторы охлаждающей воды, греющего пара и конденсата и присоединяют к ним подводящие и отводящие линии трубопроводов.

Трубопроводы подвода и отвода охлаждающей воды на количество солемеров до четырех рекомендуется выполнять трубами диаметром 45 × 2 мм.

Трубопроводы отвода конденсата и избытка пробы – диаметром 30 × 2 мм.

Трубопроводы подвода греющего пара для одного солемера – диаметром 18 × × 2 мм; для двух солемеров – 25 × 2,5 мм; для трех солемеров – 25 × 2 мм; для четырех солемеров – 30 × 2 мм.

Монтаж солемеров необходимо начинать с установки пробоотборного устройства (рис. 11.35), запорных вентилей и прокладки подводящих воду трубок.

Для установки пробоотборного устройства на прямом участке трубопровода необ-

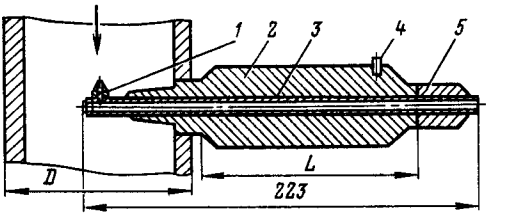


Рис. 11.35. Устройство пробоотборное солемеров СККТ, СКПВ и СКПП:
1 – сосок; *2* – корпус; *3* – трубка; *4* – штифт; *5* – штуцер

ходимо просверлить отверстие диаметром 31 мм. Длина прямого участка до отверстия должна быть не менее десяти внутренних диаметров трубопровода, а после отверстия – не менее пяти.

Пробоотборное устройство, корпус которого должен быть изготовлен из того же материала, что и трубопровод, устанавливается в отверстие таким образом, чтобы сосок пробоотборной трубки был обращен навстречу потоку, для чего на корпусе устройства имеется штифт (см. рис. 11.35).

Материал корпуса пробоотборного устройства и длина корпуса, зависящая от наружного диаметра трубопровода, на котором устанавливается пробоотборное устройство, должны быть оговорены при заказе солемеров.

Длина корпуса пробоотбориого устройства в зависимости от наружного диаметра трубопровода должиа соответствовать данным, приведенным ниже.

Наружный диаметр трубопровода D, мм	102	108	114	121	127	133	140
Длиа корпуса, мм	123	120	117	113	110	107	104
Наружный диаметр трубопровода D, мм	146	152	159	168	180	194	203 и выше
Длина корпуса, мм	101	98	94	90	84	77	72

После приварки пробоотборного устройства к внешнему концу его следует приварить запорный вентиль D_y 10 мм, второй вентиль установить вблизи солемера. Между вентилями прокладывается нетеплоизолированная подводящая пробу труба диаметром 10 × 2 мм из нержавеющей стали 12Х18Н10Т по ГОСТ 9941 – 72.

При монтаже пробоотборной трубки с вентилями следует применять электрическую сварку в среде защитных газов или газовую сварку при восстановительном пламени.

При отборе проб перегретого пара дли-

на подводящей трубки по условиям увлажнения пара должна быть не менее 20 м, а при отборе проб воды – не более 100 м, в противном случае транспортное запаздывание может оказаться более 5 мин. Трубка отбора пара должна опускаться вниз с углом наклона не менее 10° к горизонтали с целью обеспечения свободного слива образующегося в ней конденсата и удаления шлама при продувке линии.

При монтаже трубопроводов греющего пара и охлаждающей воды следует учитывать, что параметры их оказывают существенное влияние на стабильность работы солемера.

Для обеспечения указанных параметров рекомендуется предусмотреть:

1) подвод к солемерам конденсата или охлаждающей воды и отвода потоков соответствующими дренажными линиями;

2) подвод к солемерам греющего пара от коллектора собственных нужд станции, уравнительной линии деаэраторов или трубопровода отборного пара турбин. Колебания давления в питающем коллекторе за 10 мин не должны превышать $\pm 20\%$ начального, так как при резком снижении давления уровень пробы может подняться выше нагревателей, из-за чего нарушится саморегулирование давления в испарителях, соответственно при повышении давления уровень будет минимальным, что также нарушит процесс саморегулирования давления в испарителях.

Линия отбора греющего пара должна быть теплоизолирована, иметь длину не более 50 м и к раздающему коллектору пара подключаться так, чтобы в нее не попадали конденсат и шлам, скапливающиеся в нижней части коллектора. Трубка монтируется на горизонтальном участке трубопровода согласно рис. 11.36, у его верхней образующей, на расстоянии не менее десяти диаметров (вниз по потоку) от поворота трубопровода. Запрещается отбирать пар из тупиковых, застойных, вертикальных трубопроводов, дренажных линий, а также из сниженных горизонтальных участков, которые могут быть заполнены водой.

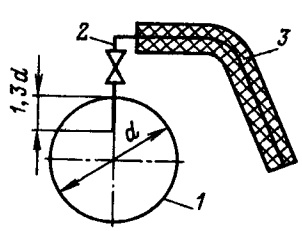


Рис. 11.36. Схема отбора пробы из коллектора греющего пара:

1 – коллектор; *2* – линия отбора пара для солемеров; *3* – изоляция

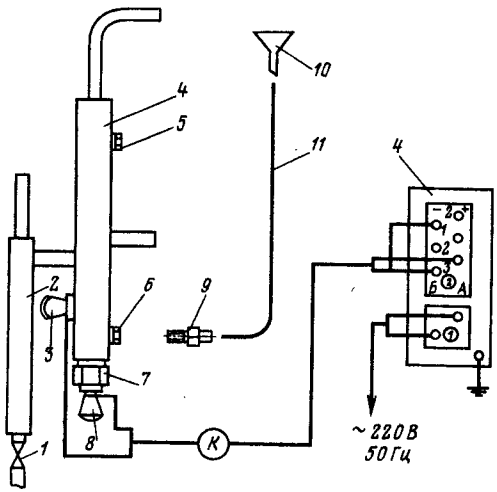


Рис. 11.37. Электрогидравлическая схема подключений солемеров СККТ, СКПВ и СКПП:

1 – клапан гидрозатвора; *2* – гидрозатвор; *3* – зажим корпуса; *4* – датчик; *5, 6* – пробка; *7* – гайка накидная; *8* – зажим внутреннего электрода; *9* – штуцер для ввода раствора; *10* – воронка стеклянная; *11* – трубы резиновые; *К* – кабель

Измерительный прибор устанавливается на блочном щите управления, а при отсутствии такого – на щите с приборами контроля. Схема подключения измерительного прибора приведена на рис. 11.37.

ПЛОТНОМЕРЫ РАДИОИЗОТОПНЫЕ ПР-1025М

Плотномеры радиоизотопные ПР-1025М предназначены для бесконтактного измерения плотности жидких сред и пульп, контроля (регулирования) технологических процессов.

Радиоизотопные плотномеры имеют две модификации:

с блоком детектирования и соединительной коробкой в пылеводозащищенном исполнении ПР-1025М-В4П1;

с блоком детектирования во взрывозащищенном исполнении ПР-1025М-В3Т4.

Измерение плотности основано на зависимости степени ослабления ионизирующего потока от источника гамма-излучения.

Поток ионизирующего излучения, прошедший через контролируемую среду, регистрируется блоком детектирования.

Схема радиоизотопного плотномера ПР-1025М представлена на рис. 11.38.

Схема внешних соединений и подключений плотномеров представлена на рис. 11.39.

Перед монтажом блок детектирования должен быть осмотрен. При этом необходимо убедиться в наличии знаков взрывозащиты и предупреждающих надписей, отсут-

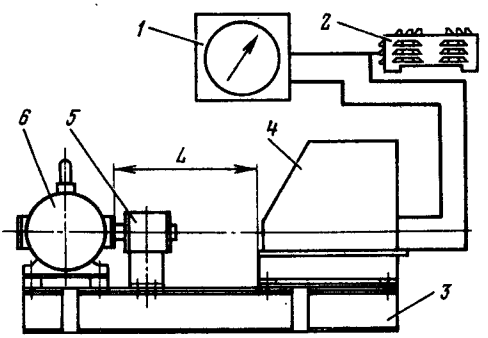


Рис. 11.38. Схема плотномера ПР-1025М:
1 – регистрирующий прибор; *2* – стабилизатор напряжения; *3* – кронштейн установочный; *4* – блок детектирования; *5* – объект измерения; *6* – блок гамма-источника; *L* – измерительный зазор

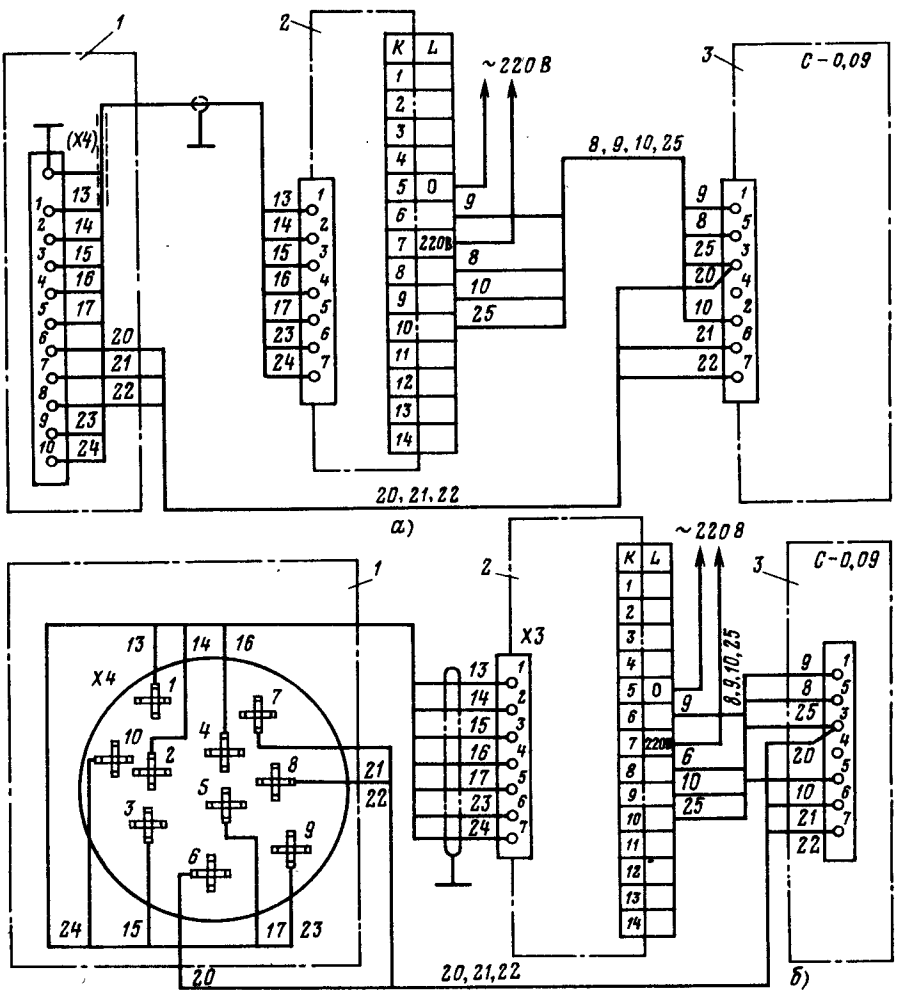


Рис. 11.39. Схема внешних соединений и подключений плотномеров ПР-1025М-В4П1 (*а*) и ПР-1025М-В3Т4 (*б*):
1 – блок детектирования; *2* – измерительный прибор (блок регистрации); *3* – стабилизатор напряжения С-0,09М

ствии повреждений оболочки, наличии всех крепежных элементов, средств уплотнения (для кабелей, крышек), заземляющих устройств.

Необходимо проверить состояние взрывозащитных поверхностей деталей, подвергаемых разборке (царапины, трещины, вмятины и другие дефекты не допускаются), возобновить на них антикоррозионную смазку. Все болты должны быть затянуты. Без устранения обнаруженных дефектов к монтажу не приступать.

Наружный диаметр электрического кабеля должен быть на 1 – 2 мм меньше диаметра проходного отверстия в зажимной гайке сальника блока для ввода кабеля.

Уплотнение кабеля должно быть выполнено тщательно, так как от этого зависит взрывонепроницаемость вводного устройства. Для уплотнения используются кольца завода-изготовителя.

Блок детектирования должен быть заземлен с помощью как внутреннего заземляющего зажима, так и наружного. Место присоединения наружного заземляющего проводника необходимо защитить от коррозии путем нанесения слоя консистентной смазки.

При установке блока гамма-излучения и блока детектирования необходимо обеспечить:

соосность блока источника, трубопровода с анализируемой средой и блока детектирования по пятну на передней стенке корпуса блока детектирования и направлению коллимационного канала блока источника;

горизонтальное расположение блока детектирования с погрешностью не более 3 – 5°;

жесткое крепление блоков относительно трубопровода.

Регистратор и стабилизатор устанавливаются на расстоянии не более 100 м от блока детектирования.

Электрический монтаж плотномеров выполняется в соответствии со схемой электрических соединений на рис. 11.39.

Электрическая прочность изоляции цепи питания плотномера должна быть не менее 40 МОм; сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединяется блок детектирования, не должно превышать 4 Ом.

В случае отклонения указанных выше величин от нормы эксплуатация плотномера не допускается.

КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЕ КОНЦЕНТРАТОМЕРЫ КК-8 И КК-9

Концентратомеры предназначены для измерения, регистрации (сигнализации) и регулирования удельной электропроводности чистых и загрязненных водных растворов кислот, щелочей и солей, приведенной к 20 °С в пределах 0,01 – 1 См/см в интервале температур 1 – 110 °С от средней точки рабочей температуры.

В случае однозначной зависимости концентрации от электропроводности прибор может служить для определения концентрации раствора. Датчик прибора выполнен из полипропилена; штанга в погружном варианте – из стали ОХ23Н28М3Д3Т (ЭИ-943).

Принципиальная электрическая схема концентратомеров представлена на рис. 11.40.

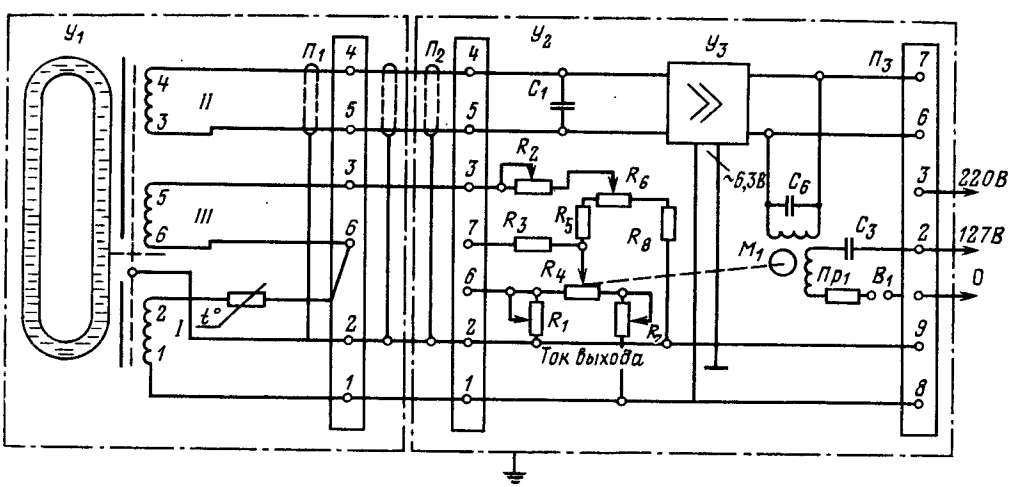


Рис. 11.40. Принципиальная электрическая схема концентратомеров КК-8 и КК-9

В основу действия прибора положен метод измерения удельной электропроводности раствора низкочастотным бесконтактным индуктивным датчиком.

Бесконтактный метод исключает необходимость контакта чувствительной части датчика со средой, тем самым исключается погрешность от поляризации электродов, образование кристаллов и загрязнение электродов, что положительно сказывается на точности измерений.

Датчик прибора представляет собой основную часть схемы. Сопротивление столба жидкости, заполняющей канал датчика, составляет основную измеряемую величину. В датчике имеются два тороидальных трансформатора, связанных между собой электрически жидкостным контуром связи. Ток в обмотке *I* силового трансформатора создает в его сердечнике магнитный поток, который наводит ЭДС в жидкостном контуре связи.

Жидкостный контур связи является вторичной обмоткой по отношению к силовому трансформатору. Ток в контуре связи пропорционален его электропроводности. Изменение тока в контуре изменяет наводимое им в измерительной обмотке *II* напряжение. Измерительная обмотка размещается на измерительном тороиде из пермаллоя с необходимой магнитной проницаемостью, которая достигается специальной технологией отжига. По отношению к этому трансформатору жидкостный контур является первичной обмоткой.

Измерение производится путем создания встречного магнитного потока током компенсационной обмотки *III*, которая также располагается на сердечнике измерительного трансформатора.

Напряжение измерительной обмотки, поданное на вход усилителя, приводит во вращение реверсивный двигатель M_1, а следовательно, и стрелку прибора, закрепленную на одной оси с движком реохорда.

Реохорд включен в компенсационную схему. Стрелка остановится, когда магнитные потоки полностью скомпенсируются и сигнал на усилителе будет равен нулю.

Для подстройки шкалы на определенные пределы и для перестройки на новые диапазоны электропроводностей в схеме предусмотрены переменные сопротивления начала R_1 и конца R_2 шкалы. Эти сопротивления берутся с большим запасом по регулировке. Если шкала начинается с нуля, то сопротивление начала R_1 закорачивается.

Для перехода со шкалы 0,01 – 0,1 См/см на шкалу 0,1 – 1 См/см необходимо закоротить сопротивление R_3.

В качестве чувствительного к температуре элемента используется термистор R_4, помещенный в датчик.

Термоцепочкой $R_2 + R_1$ компенсируется ток, возникающий в жидкостном контуре в результате изменения температуры.

Удобство пользования термисторами объясняется возможностью расширения диапазонов компенсации и их взаимозаменяемостью.

В настоящее время промышленностью выпускаются термисторы с разбросом характеристик, сведенным до минимума.

Температурный коэффициент термистора около 3% на 1 °С больше температурных коэффициентов растворов (за редким исключением), причем последние зависят от концентраций и температуры.

Чувствительность термистора приходится снижать в разной степени для различных растворов и температур добавлением термостойкого сопротивления.

Для этой цели предусмотрено переменное сопротивление R_5.

В схеме предусмотрен выход на токовый преобразователь. Для регулировки выходного сигнала в измерительную схему включено сопротивление R_2.

В качестве показывающего прибора используется стандартный электронный мост типа КСМ3 с малогабаритным усилителем типа УЭУ.

Электрическая схема внешних соединений и подключений концентратомеров представлена на рис. 11.41.

Концентратомер КК-8 имеет датчик проточного типа, а концентратомер КК-9 – датчик погружного типа.

Датчик проточного типа имеет с двух сторон фланцы для его установки между соответствующими ответными фланцами трубопровода с жидкостью, концентрация которой измеряется.

Датчик погружного типа концентратомера КК-9 имеет коробку с фланцем, отлитые как единое целое из полипропилена. Фланец служит для закрепления датчика на технологическом оборудовании. В центре фланца закреплена полая стальная штанга, на конце которой размещается чувствительный элемент датчика. Конец штанги с чувствительным элементом погружается, в жидкость технологической емкости, концентрация которой измеряется. Длина штанги определяется требуемой глубиной погружения чувствительного элемента. Провода от чувствительного элемента проходят внутри полой штанги и подключаются к зажимам, *1, 3–6* датчика. На плате коробки

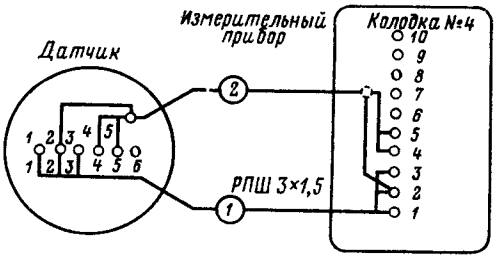


Рис. 11.41. Электрическая схема внешних соединений и подключений концентратомеров КК-8 и КК-9

датчика (см. рис. 11.36, 11.41) к зажиму *2* подключается электростатический экран, разделяющий два тороидальных трансформатора (силового и измерительного), чувствительный элемент и экранирующие оплетки электрических кабелей датчика.

Внешние электрические кабели *1* и *2* (рис. 11.41) вводятся в коробку датчика через сальник и подключаются к плате зажимов датчика по схеме, приведенной на рис. 11.41. Коробка датчика имеет крышку. Места соединений крышки датчика, сальника и стальной штанги с коробкой датчика выполняются герметическими.

После сборки вся чувствительная часть датчика покрывается слоем эпоксидного компаунда ЭД-6.

Погружной датчик крепится четырьмя болтами (шпильками) М16 непосредственно на аппарате с анализируемым раствором.

Датчик проточного исполнения монтируется на байпасе. На входе и выходе раствора должны быть установлены вентили. Гибкие металлические рукава с проводами, отходящие от датчика, с помощью тройника соединяются со стальной трубой, в которой прокладываются соединительные провода. Тройник со стальной трубой соединяется с помощью муфты с контргайкой.

Прокладка проводов в трубах должна быть выполнена герметично. К датчикам в месте установки должен быть обеспечен свободный доступ.

11.4. pH-МЕТРЫ

Для многих технологических процессов важно знать значение кислотности водных растворов кислот, солей и щелочей. Кислотные свойства водных растворов принято характеризовать значением величины pH. Значение $pH = -\lg\alpha_H$ является мерой активности ионов водорода α_H, г·ион/л, которая и определяет кислотность раствора. Весь диапазон изменения значений pH растворов от самого кислого до самого щелочного характеризуется рядом чисел – от 0 до 14. Кислые растворы имеют значения $pH < 7$, а щелочные $pH > 7$. Для нейтральных растворов значение $pH = 7$.

Для измерения pH растворов используется система, состоящая из измерительного и вспомогательного электродов (рис. 11.42). При измерении pH в качестве измерительного электрода используется стеклянный электрод, в качестве вспомогательного – хлорсеребряный.

Измерительный (стеклянный) электрод при погружении в контролируемый раствор развивает ЭДС, линейно зависящую от активности ионов водорода в растворе и температуры раствора.

Контакт вспомогательного электрода с контролируемым раствором осуществляется с помощью электролитического ключа, обеспечивающего истечение насыщенного раствора KCl в контролируемый раствор.

Раствор хлористого калия непрерывно просачивается через электролитический ключ, предотвращая проникновение из контролируемого раствора в систему хлорсеребряного электрода посторонних ионов, которые могли бы изменить ЭДС этого электрода. Измеряемая часть ЭДС электродной системы определяется потенциалом только измерительного электрода. С помощью высокоомного измерительного преобразователя ЭДС электродной системы преобразуется в выходной ток, измеряемый миллиамперметром, отградуированным в единицах pH.

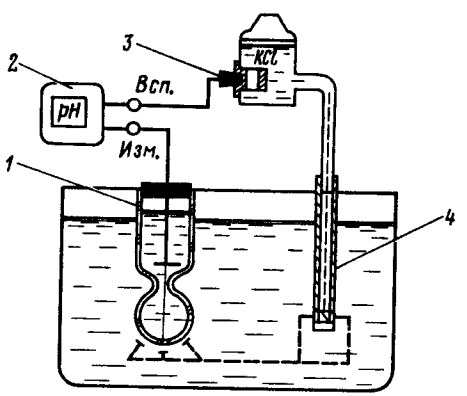


Рис. 11.42. Схема электродной системы измерения pH:

1 – измерительный (стеклянный) электрод; *2* – высокоомный преобразователь; *3* – хлорсеребряный электрод; *4* – электролитический ключ

В качестве преобразователя наиболее широко применяется преобразователь промышленный П-201 (П-201И), а в качестве электродной системы – чувствительные элементы ДПг-4М и ДМ-5М.

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДПг-4М И ДМ-5М

Чувствительные элементы ДПг-4М и ДМ-5М предназначены для преобразования значений pH в водных растворах и пульпах (кроме растворов, содержащих фтористоводородную кислоту, ее соли и вещества, образующие осадки или пленки в пропорциональное им электрическое напряжение совместно с высокоомным преобразователем.

По конструктивному исполнению чувствительные элементы подразделяются на погружные ДПг-4М и магистральные ДМ-5М, по давлению контролируемой среды – на работающие при давлении до 0,025 и до 0,6 МПа. Если давление контролируемой среды колеблется в процессе эксплуатации по абсолютному значению на $\pm 0{,}02$ МПа ($\pm$ 0,2 кгс/см^2), чувствительные элементы должны быть укомплектованы регулятором давления следящего действия РДС-1.

Масса чувствительных элементов ДМ-5М не более 7 кг; ДПг-4М – не более 10 кг.

Магистральные чувствительные элементы ДМ-5М выпускаются шести модификаций; погружные ДПг-4М имеют 18 модификаций, отличающихся по материалу деталей, соприкасающихся с контролируемым раствором, глубине погружения и типу вспомогательного электрода.

Чувствительные элементы комплектуются стеклянными электродами по ГОСТ 16287–77 и вспомогательными электродами по ГОСТ 16286–77. Вспомогательные проточные электроды типов 1 и 2 состоят из потенциалообразующего электрода типа ЭХСВ-1 и электролитического ключа.

На рис. 11.43 показан монтаж, даны габаритные и присоединительные размеры чувствительного элемента проточного типа модификаций 5 и 6. Монтаж чувствительных элементов ДМ-5М модификаций 1–4 принципиальных отличий не имеет.

Корпус ДМ-5М (см. рис. 11.39) имеет фланец с центральным отверстием D_y, равным 30 мм, и с четырьмя отверстиями для присоединения к фланцам трубопровода.

Сверху на цилиндрической части фланца

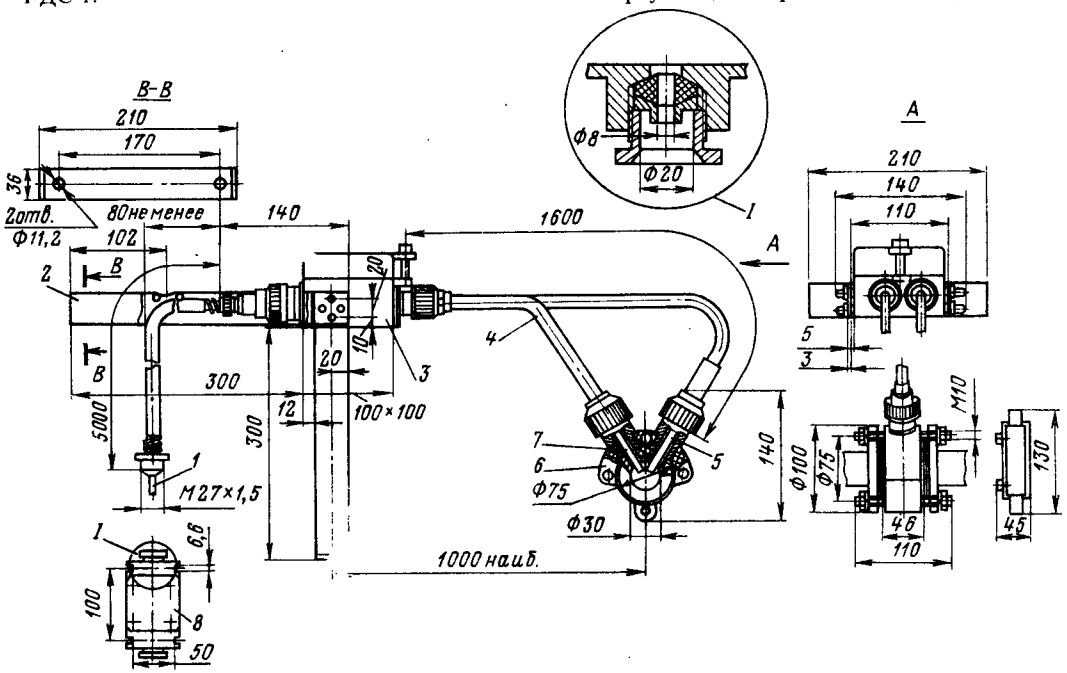


Рис. 11.43. Монтаж чувствительного элемента ДМ-5М модификаций 5 и 6:

1 – кабель; *2* – кронштейн; *3* – коробка зажимов; *4* – рукав; *5* – электрод вспомогательный; *6* – корпус; *7* – электрод стеклянный; *8* – коробка соединительная

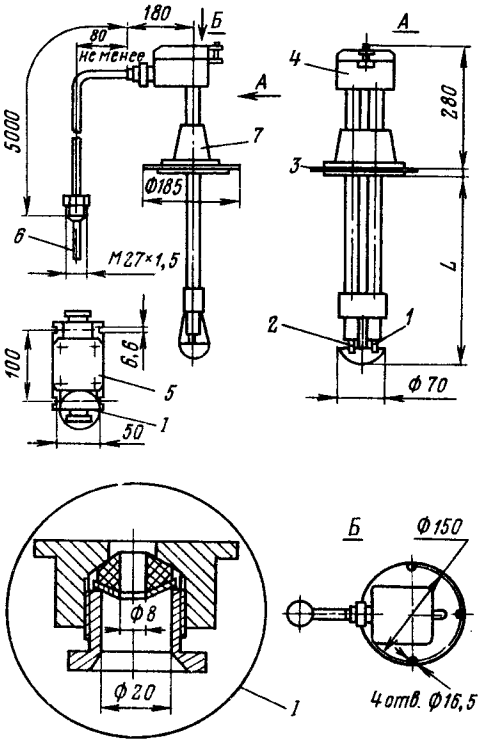


Рис. 11.44. Чувствительный элемент погружного исполнения ДПг-4М модификаций 13—18:

1 — электрод вспомогательный; *2* — электрод стеклянный; *3* — фланец; *4* — коробка зажимов; *5* — коробка соединительная; *6* — кабель; *7* — кожух

под углом 60° относительно друг друга расположены два штуцера под унифицированное сальниковое соединение для крепления стеклянного электрода и ключа.

На рис. 11.44 показаны габаритные и присоединительные размеры погружных датчиков ДПг-4М модификаций 13—18. Присоединительные размеры датчиков ДПг-4М модификаций 1—12 аналогичны.

Корпус погружного исполнения типа ДПг-4М имеет две трубы, закрепленные на фланце, предназначенном для крепления корпуса к горловине технологической емкости.

Внизу трубы соединяются при помощи двух скоб, на которых укреплен кожух для защиты электродов от механических повреждений.

В чувствительных элементах ДПг-4М, работающих в системах с избыточным давлением до 0,025 МПа, предусмотрена возможность регулировки длины погружной части.

Для передачи сигнала от электродной системы к высокоомному преобразователю служит распределительная система (рис. 11.45), состоящая из коробки зажимов *3* и коробки соединительной *10*, соединенных между собой с помощью кабельной вставки *1* и высокоомного разъема *2*.

Кабель стеклянного электрода пропускается через сальниковый узел штуцера *6*. Его центральная жила присоединяется к белому зажиму *8*, а экран — к зажиму «земля», отдельно расположенному на корпусе коробки.

Хлорсеребряный полуэлемент вспомогательного проточного электрода пропускается в отверстие верхней стенки коробки зажимов и подсоединяется к цветному зажиму *7*; к этому же зажиму в случае применения непроточного вспомогательного электрода подсоединяется его провод.

Отвернув винт *9*, зажимы вместе с изолятором можно вынуть из коробки зажимов для осмотра или промывки при нарушении изоляции электродных цепей. К высокоомному разъему *4* подводится высокочастотный коаксиальный кабель (например, марки РК-75-4-12). Кабель длиной 5 м помещен в металлический гибкий рукав *11*. Конец кабеля введен в соединительную коробку или заканчивается наконечником с гайкой, с помощью которого чувствительный элемент может быть подсоединен непосредственно к прибору.

В качестве вспомогательных используются проточные или непроточные насыщенные хлорсеребряные электроды. Проточные вспомогательные электроды рекомендуется применять в тех случаях, когда требуется обеспечить точность контроля выше 0,2 pH или при контроле pH растворов с малой электропроводностью.

Вспомогательные электроды изготавливаются как выносные проточные типы ЭХСВ-1 и как погружные непроточные типа ЭВП-08.

Электрод вспомогательный выносной проточный предназначен для осуществления контакта с контролируемым раствором. Потенциал его практически не зависит от состава контролируемого раствора и мало меняется при изменении температуры окружающей среды. Электрод вспомогательный выносной (рис. 11.46) состоит из электролитического ключа и хлорсеребряного выносного электрода ЭХСВ-1, который ввернут в бачок. Бачок заполнен насыщенным раствором хлористого калия, который медленно вытекает в контролируемый раствор по шлангу сквозь торцы слюдяных прокладок (по электролитическому ключу).

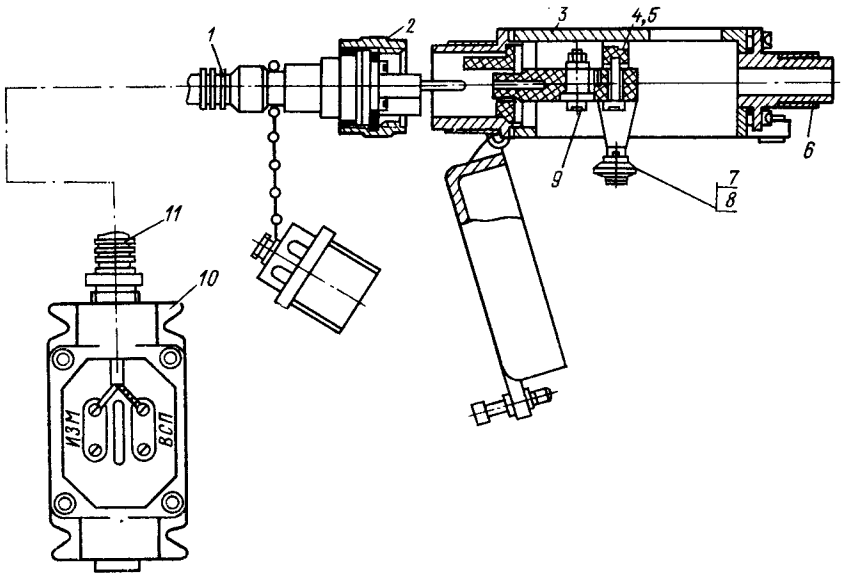


Рис. 11.45. Распределительная система датчиков ДМ-5М и ДПг-4М:

1 – вставка кабельная; *2* – высокоомный объем; *3* – коробка зажимов; *4* – винт; *5* – шайба; *6* – штуцер; *7, 8* – зажимы; *9* – винт; *10* – коробка соединительная (поставляется по требованию потребителя); *11* – металлорукав

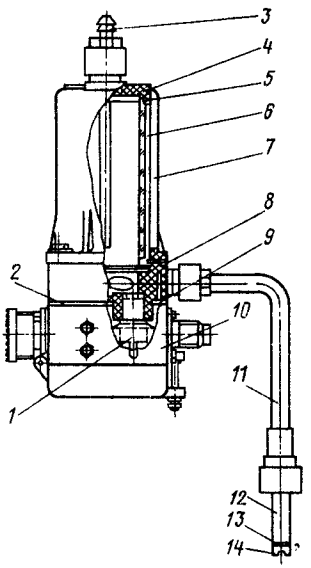


Рис. 11.46. Электрод вспомогательный выносной проточный:

1 – хлорсеребряный электрод; *2* – накладка; *3* – штуцер; *4, 9* – прокладка; *6* – стакан; *7* – кожух; *8* – корпус; *10* – коробка зажимов; *11* – шланг; *12* – наконечник; *13* – слюдяные прокладки; *14* – винт электролитического ключа

Через штуцер *3* в верхней части бачка можно создать давление в системе вспомогательного электрода, избыточное по отношению к контролируемому раствору. При этом достигается иепрерывное протекание раствора хлористого калия через слюдяные прокладки и предотвращается диффузия посторонних ионов из контролируемого раствора в систему вспомогательного электрода.

Бачок – стеклянный стакан, рассчитаниый на рабочее давление 0,6 МПа, находится в кожухе, который имеет продольные вырезы для возможности контроля количества хлористого калия в бачке.

При сборке вспомогательного электрода следует устанавливать столько уплотнительных прокладок *4* (толщиной 1 и 2 мм) и *5*, чтобы начальный зазор между основанием кожуха *7* и корпусом *8* был равен 2–3 мм. Затяжку болтов необходимо производить до соприкосновеиия кожуха с корпусом, обеспечивая равномерный зажим всех болтов.

Электроды ЭВП-08 могут применяться при контроле pH растворов, ие оказывающих разрушающего действия на материал электрода (смесь резиновую 922) и имеющих концентрацию ионов не менее 0,2 н. в случаях, когда достаточна точность контроля 0,2–0,3 pH.

Стеклянные электроды ЭСП-01-14 лучше работают в более щелочных средах, а также

при контроле рассолоочистки в хлорном производстве, где концентрация хлористого натрия в растворе равна 280–350 г/л. Электроды ЭСП-06-14 лучше работают в более кислых средах, а также при контроле периодических процессов органического синтеза, например на стадии нейтрализации плава (в производстве бетанафтола).

В зависимости от исполнения и размеров чувствительного элемента электроды выпускаются с кабелем длиной: 170 см для ДМ-5М; 180 см для ДПг-4М с длиной погружения 1200 мм; 220 см для ДПг-4М с длиной погружения 1600 мм; 260 см для ДПг-4М с длиной погружения 2000 мм для модификаций 1, 3, 4 и 6; 130 см для ДПг-4М с длиной погружения 1200 мм; 170 см для ДПг-4М с длиной погружения 1600 мм; 210 см для ДПг-4М с длиной погружения 2000 мм для модификаций *2* и *5*.

Монтаж чувствительных элементов. Чувствительные элементы следует устанавливать в местах, легко доступных для обслуживания.

Над местом установки не должно быть кранов, фланцев и трубопроводов во избежание попадания на чувствительный элемент капель агрессивных растворов.

Бачок с раствором хлористого калия должен быть хорошо виден.

Место установки должно быть выбрано так, чтобы измеренная величина pH наилучшим образом характеризовала контролируемый процесс.

Способы установки в трубопроводы чувствительных элементов ДМ-5М показаны на рис. 11.47.

На рис. 11.47, *а* показан способ установки корпуса ДМ-5М непосредственно в технологическую магистраль. Такой способ рекомендуется лишь в тех случаях, когда магистраль может быть отключена без ущерба для технологического процесса на время ремонта чувствительного элемента, настройки или смеиы электродов.

На рис. 11.47, *б* показан способ установки корпуса на обводном трубопроводе.

Способ установки, показанный на рис. 11.47, *в*, позволяет производить градуировку электродной пары по буферным растворам без съема электродов, что приближает ее к реальным условиям работы. Однако для градуировки по этой схеме требуется большой расход буферных растворов и тщательная промывка всего отрезка магистрали, заполняемого буферными растворами, во избежание искажения показаний.

Чувствительные элементы ДПг-4М рассчитаны на установку при помощи фланцев

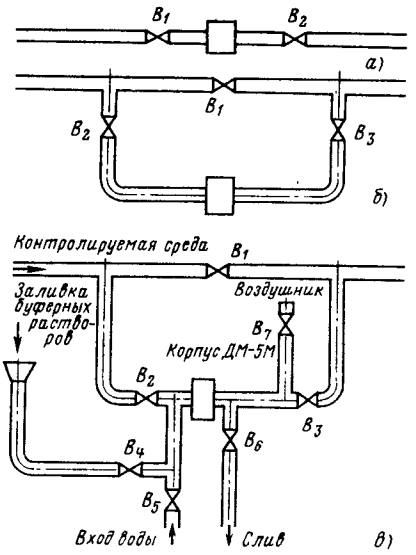


Рис. 11.47. Установка чувствительного элемента ДМ-5М в трубопровод:

а – непосредственно; *б* – в байпас; *в* – в байпас с калибровкой по буферным растворам без съема электродов; $B_1 - B_7$ – запорные вентили

с четырьмя отверстиями под болты М16 в крышке технологического аппарата (см. рис. 11.44). К крышке аппарата приваривается ответный фланец с $D_y = 80$ мм. Стык между фланцами уплотняется резиновой прокладкой.

Регулятор РДС-1 устанавливается на кронштейнах чувствительных элементов и крепится к ним двумя винтами М6 × 10 (рис. 11.48). Крепление регулятора относительно вертикальной и горизонтальной осей произвольное.

Если колебания контролируемой среды не превышают ± 0,02 МПа, устанавливать регулятор РДС-1 нерационально. В этом случае на выходной штуцер бачка вспомогательного электрода с помощью рукава напорного 6-30 по ГОСТ 10362–63 подается противодавление от стационарных источников, превышающее давление контролируемой среды на 0,06–0,08 МПа. Противодавление должно создаваться чистым и сухим воздухом, азотом или нейтральным газом.

Электрические соединения показаны на рис. 11.49. Корпус чувствительного элемента следует надежно заземлить. Металлорукав с кабелем, идущий к разъему, должен быть закреплен.

Перемещения металлорукава при вибрациях оборудования могут вызвать колебание стрелки прибора за счет пьезоэлектрического

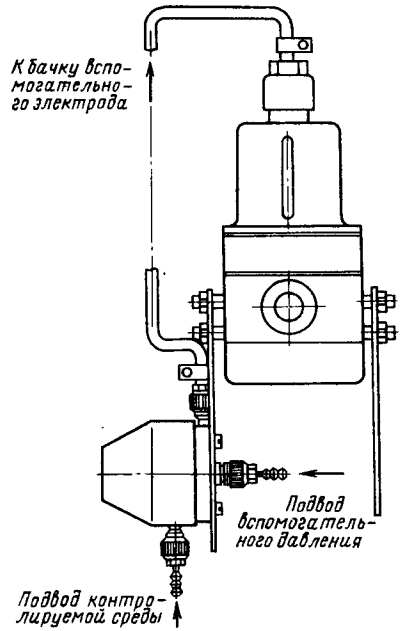


Рис. 11.48. Монтаж регулятора РДС-1 на чувствительном элементе

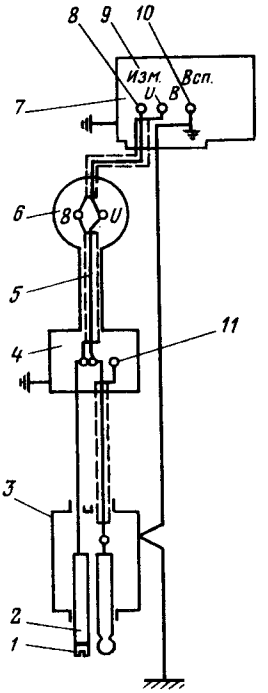


Рис. 11.49. Схема электрических соединений чувствительных элементов ДМ-5М и ДПг-4М с высокоомным преобразователем П-201:

1 – измерительный электрод; *2* – электролитический ключ вспомогательного электрода или вспомогательный непроточный электрод ЭВП-08; *3* – корпус; *4* – коробка зажимов; *5* – металлорукав с кабелем; *6* – соединительная коробка; *7* – высокоомный преобразователь; *8* – измерительный электрод; *9* – вспомогательный электрод; *10* – зажим заземления на преобразователе; *11* – зажим «земля» для присоединения оплетки кабеля измерительного электрода

эффекта в изоляции коаксиального кабеля. Расстояние от разъема до ближайшей точки крепления металлорукава не должно превышать 1,5 м.

Электрическое соединение чувствительного элемента с преобразователем должно осуществляться экранированными проводниками, имеющими высокое сопротивление изоляции (например, коаксиальным кабелем типа РК), центральная жила которого соединяется с зажимом стеклянного электрода, а экран – с зажимом вспомогательного электрода.

Сопротивление изоляции между центральной жилой и экраном (металлическая оплетка) должно быть ие менее 10^{12} Ом, а сопротивлеиие внешией изоляции экрана не менее 50 МОм. Сращивать отдельные отрезки кабеля не рекомендуется.

Если линию от чувствительного элемента к прибору невозможно проложить одним отрезком кабеля, то в местах соединения необходимо установить соединительные коробки *5* (см. рис. 11.43 и 11.44).

Кабель следует прокладывать в заземленных трубах. Вместе с коаксиальным кабелем должен быть проложен изолированный провод для заземления схемы прибора в непосредственной близости от чувствительного элемента.

При прокладке труб следует по возможности избегать изгибов; на поворотах должны быть обязательно установлены соединительные коробки.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫЙ П-201 (П-201И)

Преобразователь промышленный П-201 (П-201И) представляет собой устройство для преобразования ЭДС чувствительных элементов, применяемых для измерения активности ионов водорода (величины pH) и других одновалентных катионов, в унифицированный выходной сигнал постоянного тока по ГОСТ 9895 – 69. Преобразователь П-201И представляет собой общепромышлениое ис-

полнение преобразователя с искробезопасным входом.

В комплекте с чувствительным элементом преобразователь предназначен для измерения pH технологических растворов в системах непрерывного контроля и автоматического регулирования техиологических процессов различных отраслей народного хозяйства.

Отсчет измеряемой величины производится по шкале показывающего прибора, отградуированной в единицах pH. Отсчет может производиться также по вторичным приборам, подключаемым к преобразователю.

Преобразователь рассчитан для работы с любыми серийно выпускаемыми чувствительными элементами pH (например, ДПг-4М, ДМ-5М, ЭЧПг-4М, ЭЧМ-4М и др.).

Преобразователь имеет выход по напряжению для подключения самопишущих потеициометров, соответствующих ГОСТ 7164-71, с пределами измерения от 10 до 100 мВ, например КСП2, КСП4 и др. Самопишущие потенциометры и другие вторичные приборы, используемые преобразователями П-201И, должиы иметь искробезопасный вход.

Пределы измерений выходного напряжеиия преобразователя определяются пределами измерения подключаемого самопишущего потеициометра и устанавливаются заказчиком. На заводе при выпуске устанавливается предел 0–100 мВ.

Для подключения вторичных записывающих и регулирующих токовых приборов преобразователь имеет токовый выход с пределом измереиия от 0 до 5 мА.

Принципиальная электрическая схема включения преобразователя представлена на рис. 11.50.

Преобразователь представляет собой усилитель постоянного тока, охваченный глубокой отрицательной обратной связью по выходному току, чем и обеспечивается высокое входное сопротивление. Усилитель построен по схеме преобразования постоянного напряжения в переменное с последующей демодуляцией.

При выборе места для установки преобразователя необходимо учитывать, что воздействие на него агрессивных газов, тряски и вибрации иедопустимо.

Преобразователь предназначен для утопленного монтажа на щитах стационарных установок. Допускается установка на стенде в условиях эксплуатации, соответствующем группе III ГОСТ 12997–67.

Преобразователь комплектуется с показывающим миллиамперметром М1730 или М325.

На рис. 11.51 представлен утопленный монтаж преобразователей П-201 на панели щита совместно с миллиамперметром М1730.

Электрическая схема подключений внешних проводок к преобразователю дана в табл. 11.1.

Чувствительный элемент pH подключается к преобразователю коаксиальным кабелем типа РК, центральная жила которого соединяется с зажимом *1*, обозначенным *Изм*, а оплетка – с зажимом *2*, обозначенным *Всп* (см. рис. 11.49).

В преобразователе осуществляется раздельное заземление электрической схемы и корпуса. Чтобы избежать влияния переменных напряжеиий, которые могут быть между различными агрегатами, заземлеиие схемы прибора следует производить в непосредственной близости от места устаиовки чувствительного элемента. Корпуса преобразователя и миллиамперметра М1730 должны быть заземлены в месте установки преобразователя.

При наличии переменных ЭДС между металлическими стенками технологического аппарата и контролируемым раствором необходимо снять перемычку между контактами *11* и *12*, расположенными иа колодке передней панели преобразователя (см. табл. 11.1).

Электрические линии внешних соединений преобразователя должны удовлетворять следующим требоваииям:

сопротивление изоляции между цеитральиой жилой коаксиального кабеля и экраном (металлической оплеткой) должно быть не менее $1 \cdot 10^{12}$ Ом;

сопротивление изоляции между экраном коаксильного кабеля и землей должио быть не менее 50 МОм;

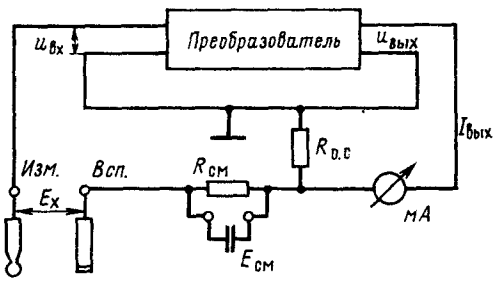


Рис. 11.50. Принципиальная электрическая схема включения преобразователя П-201

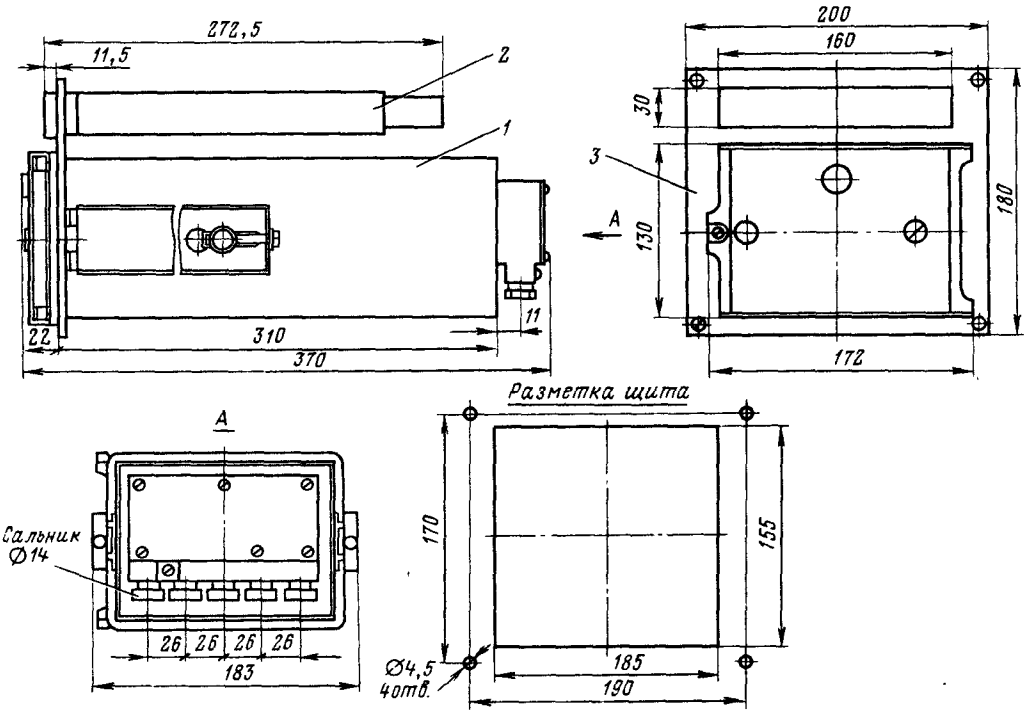


Рис. 11.51. Утопленный монтаж преобразователя П-201 с миллиамперметром М1730 на панелях щита:

1 — преобразователь; *2* — миллиамперметр; *3* — панели щита

сопротивление изоляции линии термокомпенсатора по отношению к земле должно быть ие менее 50 Мом;

сопротивление линии термокомпенсатора должно быть не более 1 Ом;

провода в соединительиую коробку должны заводиться через герметизированные уплотнения;

силовую проводку выполняют в металлических трубах, которые следует заземлять.

11.5. ХРОМАТОГРАФЫ

Хроматография является универсальным методом определения состава и содержания вещества, основаниым на разделеиии сложных смесей (газа, раствора) на составляющие компоненты с последующим их качественным и количествеииым анализом. Процесс разделения происходит в хроматографической колонке, количественный и качественный составы смеси определяются по хроматограмме. Для анализа смесей в производственных условиях наибольшее примеиеиие получили варианты проявительной (эмоэнтиой) хроматографии. Хроматографическое разделение и анализ смесей производятся с помощью специальных приборов — газовых хроматографов.

Схема хроматографической установки изображена на рис. 11.52. С помощью устройства ввода пробы *6* анализируемая смесь периодически вводится в поток газа-носителя. Газ-носитель транспортирует пробу в хроматографическую колоику *8*, где происходит разделение пробы иа составляющие компоиеиты. На выходе из хроматографической колонки установлен детектор *7*, который обнаруживает эти компоиенты в порядке их выхода из колонки. Регистратор *5* обеспечивает запись сигнала детектора иа диаграмме.

Принцип хроматографического разделения в проявительной хроматографии показан на рис. 11.53. Порция анализируемого газа, состоящая, например, из компонентов *А*, *Б* и *В*, вводится в колоику (состояние на рис. 11.53, *а*) и перемещается газом-иосителем через слой иаполнителя (сорбента) колонки. При движении смеси происходят неоднократные акты сорбции (поглощение компонента наполнителем) и десорбции (выделеиие компонента из наполнителя) компоиентов. Если компоненты *А*, *Б* и *В* обладают различ-

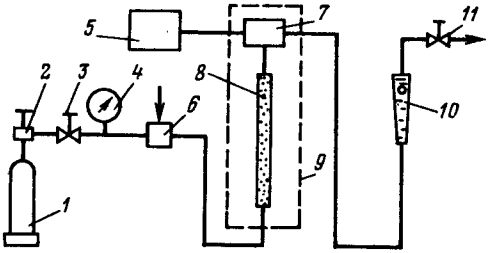


Рис. 11.52. Схема хроматографической установки:

1 – баллон с газом-носителем; *2* – редуктор давления; *3* и *11* – регулировочные вентили; *4* – манометр; *5* – регистратор; *6* – устройство для ввода анализируемой пробы; *7* – детектор; *8* – колонки; *9* – термостат; *10* – ротаметр

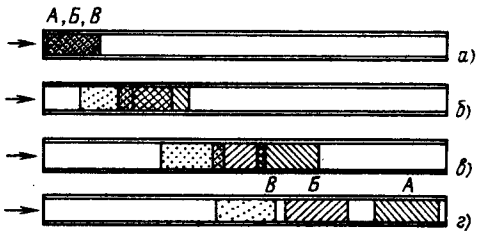


Рис. 11.53. Схема хроматографического разделения

ной сорбируемостью (поглощаемостью) по отношению к наполнителю колонки, то скорости продвижения этих компонентов будут различны. С наименьшей скоростью будет двигаться наиболее сорбирующийся компонент. На начальном участке колонки зоны компонентов *А*, *Б* и *В* взаимно перекрываются (состояния на рис. 11.53, *б* и *в*), но при дальнейшем их продвижении процесс завершается окончательным разделением этих зон (состояние на рис. 11.53, *г*). В результате из хроматографической колонки составляющие компоненты газовой смеси будут выходить раздельно.

Разделение анализируемой смеси происходит в газовой или паровой фазе. При анализе жидких смесей порция анализируемой пробы перед входом в хроматографическую колонку испаряется и поддерживается в испарившемся состоянии в течение всего времени анализа.

Основными методами проявительной газовой хроматографии являются газоадсорбционная и газожидкостная хроматография, а также хроматография на модифицированном сорбенте.

ХРОМАТОГРАФЫ ПРОМЫШЛЕННЫЕ «НЕФТЕХИМ-СКЭП»

Хроматографы предназначены для определения состава многокомпонентных смесей газов, паров и жидкостей при температуре разделительных колонок до плюс 200 °С.

Приборы могут применяться в качестве датчиков состава в автоматизированных системах аналитического контроля и регулирования технологических процессов нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической и других отраслей промышленности.

Хроматографы выпускаются пяти модификаций: ВКГ – записывающий отбор пробы от двух потоков; ВКГ-1 – записывающий отбор пробы от одного потока; ВКГР – регулирующий отбор пробы от двух потоков; ВКЖ – записывающий дозатор жидкостный; ВКЖР – регулирующий дозатор жидкостный.

Буквы в шифрах модификаций хроматографа обозначают: В – взрывозащищенный анализатор; К – детектор по теплопроводности (катарометр); Г – дозатор газовых и паровых проб; Ж – дозатор жидких проб; Р – регулирующее устройство с преобразователем сигнала хроматографа в унифицированный электрический или пневматический сигнал.

Хроматограф состоит из нескольких функциональных блоков, конструктивно объединенных в аналитическую часть (датчик хроматографа) и измерительную часть (стойка управления).

Габаритные размеры датчика не более 900 × 575 × 1500 мм, стойки управления 500 × 800 × 1900 мм. Масса комплекта не более 400 кг.

Структурная схема представлена на рис. 11.54.

На рис. 11.54 для модификаций ВКГ, ВКГ-1 и ВКГР применяется панель ПАГ-5, а для ВКЖ и ВКЖР – ПАЖ-1. Нормирующий усилитель устанавливается только в модификациях ВКГР и ВКЖР; кран устанавливается в модификациях ВКГ.

В приборе применяется метод проявительной газовой хроматографии, основанный на разделении пробы анализируемой смеси на компоненты в системе хроматографических колонок вследствие различного распределения компонентов пробы между неподвижной фазой – сорбентом и подвижной – газом-носителем, в качестве которого выбирается не сорбирующее вещество. Определение компонентов пробы в потоке газа-носителя производится системой детектирования, установленной на выходе из колонки.

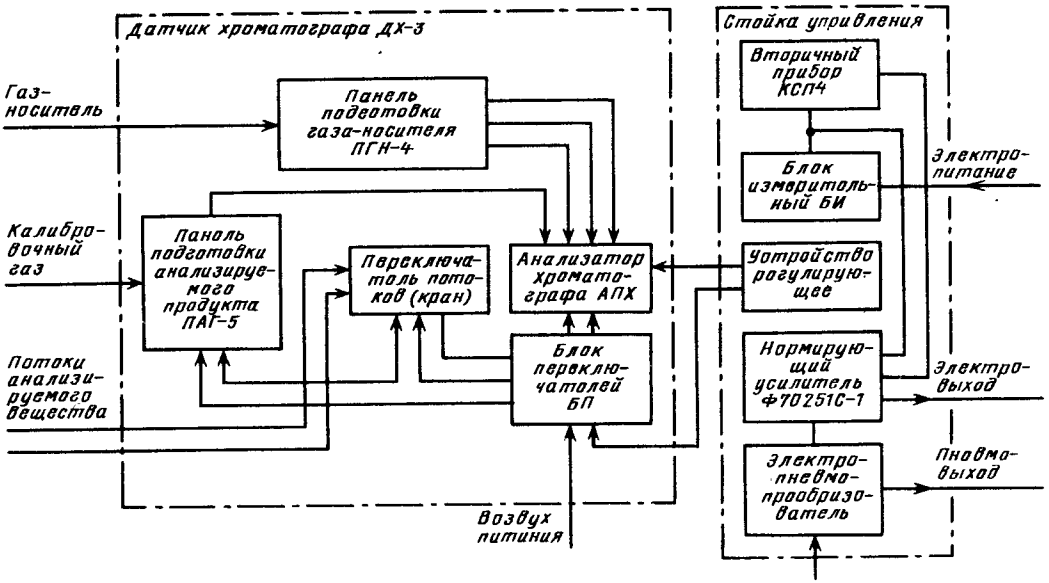


Рис. 11.54. Структурная схема хроматографов «Нефтехим-СКЭП»

Хроматографическая колонка представляет собой трубку, заполненную серебром. Сорбент подбирается таким образом, чтобы скорость движения компонентов анализируемой пробы вдоль колонки из-за различия коэффициентов адсорбции (или растворения) была различной.

Проба анализируемого вещества в газообразном состоянии с помощью инертного газа продувается через колонку с сорбентом, и вследствие различной скорости движения компонентов происходит их разделение. Компоненты пробы выходят из колонки в потоке газа-носителя. Их наличие, а также количество определяются системой детектирования. Проба анализируемого вещества вводится в колонку периодически после окончания разделения и выхода из колонки компонентов предыдущей пробы.

В приборе применяется система детектирования, основанная на измерении теплопроводности бинарной смеси «газ-носитель—компонент».

Детектор по теплопроводности включает в себя четыре термочувствительных элемеита. Два из них устанавливаются в ячейках, через которые протекает поток газа из колонки, а два других — в ячейках, через которые протекает чистый газ-иоситель.

Чувствительиые элементы включены в схему измерительного моста и нагреваются током от специального стабилизированного источника питания. Тепловой режим в ячейках определяется током, протекающим через чувствительные элементы, температурой корпуса и теплопроводностью газа в ячейке. При постоянстве указанных параметров в ячейках устанавливается тепловое равновесие. Изменение состава газа, протекающего через измерительные ячейки (например, за счет компонента анализируемого вещества в газе-носителе), меняет его теплопроводность. Вследствие этого нарушается тепловой режим и изменяется температура и сопротивление чувствительных элементов. Это вызывает разбаланс измерительного моста, по которому можно оценить изменение концентрации компонента в газе-носителе.

Общий вид хроматографа показан на рис. 11.55. Электрическая схема внешних соединений и подключений хроматографа представлена на рис. 11.56. Схемы внешних трубных проводок и подключений хроматографа представлены на рис. 11.57. Для трубных проводок используются трубы диаметром 3 × 0,5 мм.

Подключение всех внешних трубок производится к соответствующим колодкам, расположенным на раме датчика хроматографа, при помощи штуцеров с уплотнительными втулками.

Подключение стойки управления к однофазной сети переменного тока иапряжением 220 В производится специальным кабелем. Воздух к электропневмопреобразователю подводится трубкой диаметром 3 × 0,5 мм. При проверке сходимости результатов анализов необходимо создать непрерывный по-

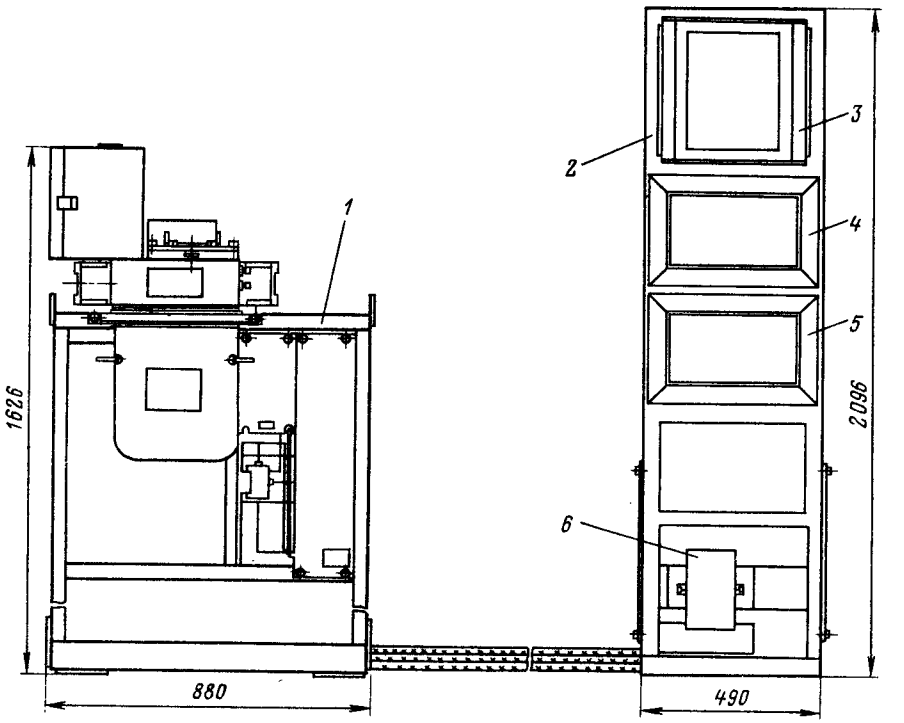


Рис. 11.55. Общий вид хроматографа «Нефтехим-СКЭП»:
1 – датчик; *2* – стойка управления; *3* – потенциометр КСП4; *4* – блок измерительный; *5* – устройство регулирующее; *6* – автоматический выключатель АП503МТ

ток анализируемого продукта через прибор и поддерживать постоянным его давление. При анализе газовых проб анализируемый продукт после прохождения через прибор обычно сбрасывается, а при анализе жидких проб целесообразно создать систему непрерывной циркуляции или переток продукта из одной емкости в другую.

Датчик хроматографа устанавливается в обогреваемом шкафу или отапливаемом помещении, температура в котором должна быть от 5 до 50 °С и относительная влажность до 80 %, при окружающей температуре не менее чем на 5 °С ниже температуры, заданной в термостате в соответствии с методикой анализа.

Датчик целесообразно располагать как можно ближе к точке отбора пробы, так как это уменьшает время транспортного запаздывания и облегчает транспортирование анализируемого продукта. Электропитание подводится к двум блокам датчика хроматографа: анализатору и блоку переключателей. Оба эти блока выполнены во взрывонепроницаемом исполнении категории ВЗТ4-В. Поэтому датчик хроматографа можно устанавливать в помещениях классов В-1а и В-1б и на наружных установках класса В-1г (согласно классификации ПУЭ, гл. VII-3), где могут образовываться взрывоопасные смеси 1, 2 и 3-й категорий групп Т1-Т4. Электроизмерительные и электросиловые цепи, подводимые к датчику хроматографа, должны быть выполнены медным проводом ПРТО-500 сечением 1,5 мм^2. Провода прокладываются в стальных герметических трубах. Сопротивление линий термометров сопротивления должно быть подогнано до 2,5 Ом (каждый провод).

Блоки датчика хроматографа (анализатор и блок переключателей) должны быть заземлены с помощью внутренних заземляющих зажимов и наружного заземления. Качество заземления должно соответствовать требованиям ПУЭ.

Блоки стойки управления могут устанавливаться на панели щита управления объектом. Вырезы в панели щита для установки блоков представлены на рис. 11.58.

Электронные блоки прибора должны

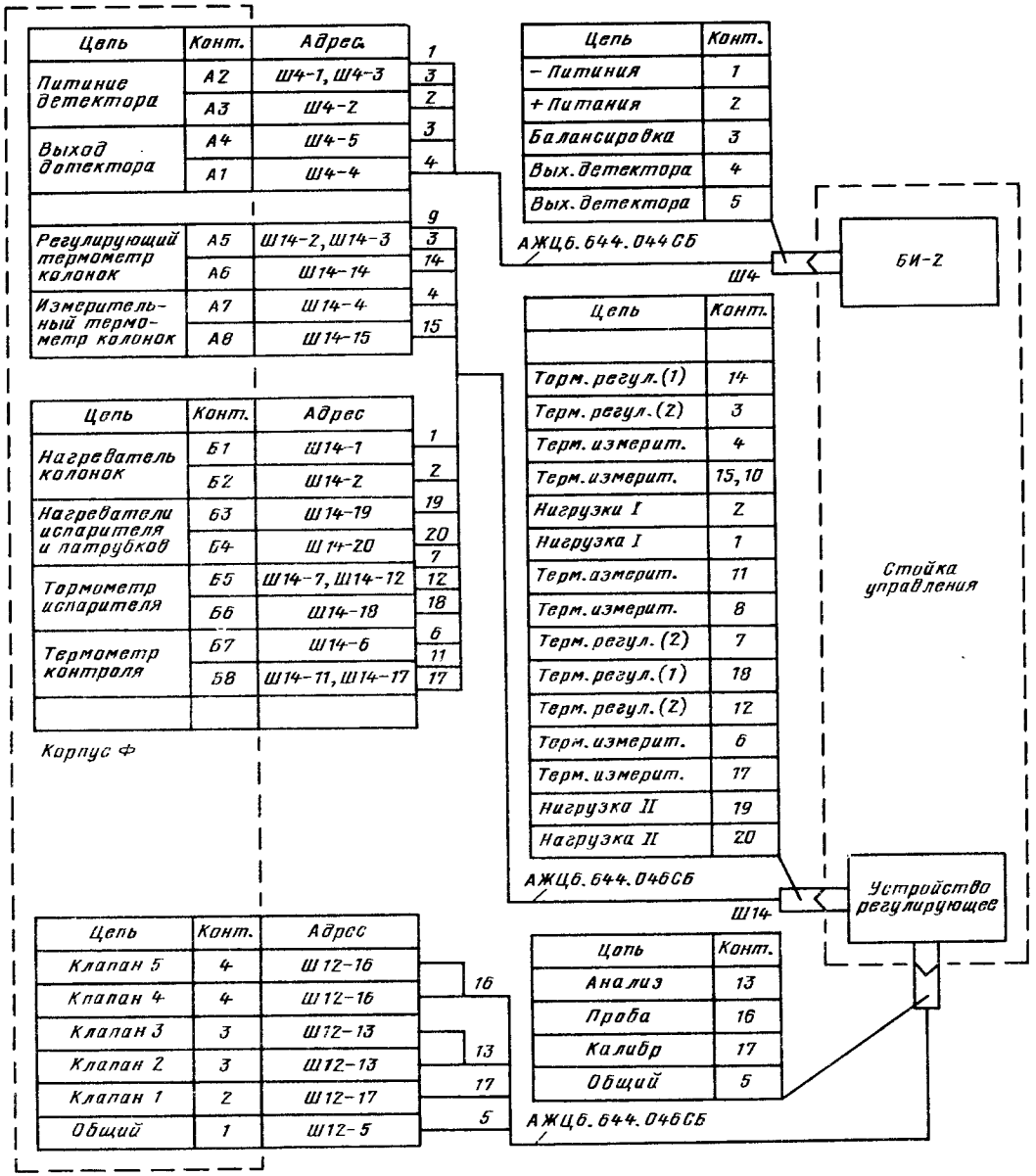


Рис. 11.56. Схема внешних соединений и подключений хроматографа «Нефтехим-СКЭП»

быть заземлены с помощью луженого медиого провода с диаметром жилы 2 мм, соединяющего наружные заземляющие зажимы со специально предназначенной шиной.

Проверка сопротивления изоляции производится с помощью мегаомметра с номинальиым напряжением 500 В. Проверяется сопротивление изоляции между корпусом и следующими узлами: электронагревателями, термометрами сопротивления, чувствительными элементами. При этой проверке

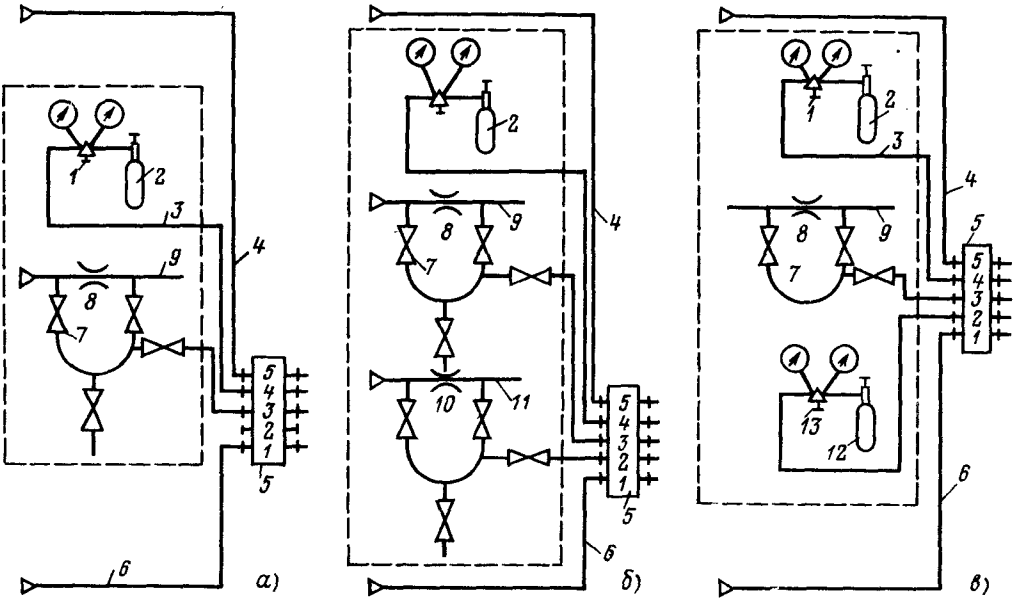


Рис. 11.57. Схемы внешних трубных проводок и подключений хроматографа:

а — схема для анализа газовой пробы с прямой продувкой от одной линии анализируемого продукта; *б* — то же, но от двух линий анализируемого продукта; *в* — схема для анализа жидкой пробы с прямой продувкой; *1*, *13* — редуктор давления с манометрами; *2*, *12* — баллон; *3* — продукт для калибровки; *4* — газ-носитель ($P = 0{,}4 \div 0{,}6$ МПа); *5* — колодки; *6* — воздух давления; *7* — вентиль; *8*, *10* — дроссель; *9*, *11* — линия продукта ($P = 0{,}5 \div 0{,}6$ МПа)

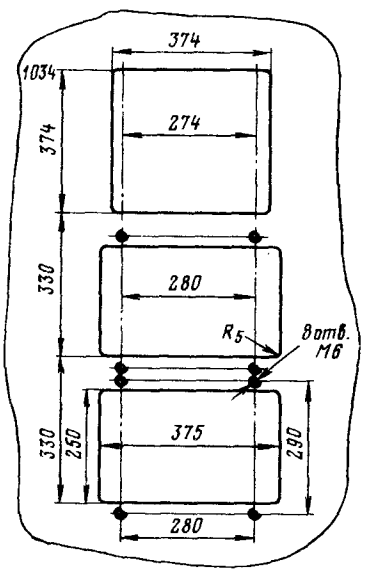


Рис. 11.58. Вырезы в панели щита для монтажа блоков стойки управления хроматографа

электронные блоки вынимаются из корпуса. Проверка изоляции электронных блоков производится отдельно.

Значение сопротивления изоляции при температуре (20 ± 5)°С и относительной влажности до 80% для силовых токонесущих цепей и цепей термометров должно быть не меиее 40 МОм, чувствительных элемеитов 100 Мом.

В качестве газа-носителя применяется газ либо баллонный, либо заводских линий.

Баллоны как емкости с газом под высоким давлением (15 МПа) должны быть установлены вертикально в специальном месте и прочно закреплены. На баллоне устанавливается специальный редуктор на высокое давление.

РАЗДЕЛ ДВЕНАДЦАТЫЙ
АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ

12.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Автоматические регуляторы подразделяются на регуляторы прямого и непрямого действия.

Регуляторамн прямого действия называются регуляторы, чувствительные элементы которых непосредственно развивают усилия, необходимые для перемещения регулирующих органов, не используя для своей работы подвода энергии извне. Регуляторы прямого действия применяются для автоматического регулирования температуры, давления, расхода и других параметров жидкостей и газов.

Регуляторы непрямого действия для перемещения своих регулирующих органов используют энергию извне, и по виду этой энергии подразделяются на гидравлические, пневматические, электрические (включая электронные и комбинированные).

В настоящем разделе описывается технология монтажа регуляторов температуры и давления прямого действия, гидравлических, пневматических, электрических, электронных и комбинированных автоматических регуляторов.

12.2. РЕГУЛЯТОРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Регуляторы температуры прямого действия в общем случае состоят из регулирующего клапана и термометрической системы.

По своему конструктивному исполнению они подразделяются на местные и дистанционные.

В местных регуляторах прямого действия в одном корпусе конструктивно объединены регулирующий клапан н термометрическая система; в дистанпионных они конструктивно разъединены.

В дистанционных регуляторах температуры прямого действия термометрическая система состоит из термобаллона с сильфоном или мембраной, капиллярной трубки (капилляра), соединяющей термобаллон и регулирующий клапан, устанавливаемые в разных точках регулируемого объекта.

Регулирующие клапаны, термобаллоны, капилляры, поплавки, фланцы и т. п. различаются между собой конструктивно, имеют различные присоединительные элементы и размеры, но монтаж каждой из перечисленных составных частей регуляторов имеет много общего. Ниже приведены общие требования к монтажу регулирующих клапанов, термобаллонов, капилляров и других составляющих частей регуляторов. Специфические требования к монтажу регуляторов и отдельных составляющих их частей указаны в описании соответствующих регуляторов.

Монтаж регулирующих клапанов. Клапаны различных регуляторов в качестве присоединительных элементов имеют фланцы, резьбовые гнезда, ниппеля (штуцера) под пайку или приварку.

Клапан, имеющий фланцы, монтируют следующим образом. На технологическом трубопроводе приваривают ответные фланцы, выбираемые или изготавливаемые по размерам и конструкции аналогично фланцам клапана. При монтаже клапана плоскости фланцев (клапана и ответного фланца) должны быть параллельны между собой и перпендикулярны оси технологического трубопровода. До монтажа клапана изготавливаются уплотнительные прокладки, которые должны соответствовать температуре, давлению, выдерживать при необходимости влияние агрессивной среды. Материал прокладок должен быть указан в проекте. Уплотнительные прокладки при монтаже не должны иметь выступов виутрь технологического трубопровода и должны обеспечивать требуемую плотность соединений. Регулирующий клапан устанавливается на технологическом трубопроводе таким образом, чтобы направление потока регулируемой среды совпадало с направлением стрелки, выбитой (отлитой) на корпусе клапана. Как правило, установленный регулирующий клапан должен иметь свободную линию (байпас) с соответствующими запорными вентилями или задвижками для проведения регламентных ремонтных работ или перехода на ручное управление при выходе из строя регулятора. В месте установки регулирующего клапана, как правило, не должно быть вибрации; при ее наличии примеияют амортизирующие устройства. После проверки указанных условий и выполнения подготовительных работ фланцы регулирующего клапана и ответные фланцы, приваренные к технологическому трубопроводу, равномерно стягивают. Гайки на стягивающих болтах располагают на одной стороне фланцевого

соединения. Регулирующий клапан устанавливается на технологическом трубопроводе таким образом, чтобы перед ним и за ним оставались прямые участки трубопроводов, длины которых указаны в рабочих чертежах проекта автоматизации.

Ответные фланцы, поставляемые комплектно с регулирующим клапаном, приваривают к технологическому трубопроводу и осуществляют все описанные выше технологические операции. В этом случае, как правило, используют прокладки, комплектно поставляемые с регулирующим клапаном.

Клапан, имеющий в своем корпусе резьбовое гнездо, монтируют следующим образом. На концах технологических трубопроводов нарезают резьбу, соответствующую резьбе в корпусе клапана. В зависимости от вида резьбы (цилиндрическая трубная, коническая трубная и т. д.) характер присоединения технологического трубопровода к клапану может быть различным.

Для присоединения клапана с цилиндрической трубной резьбой на нарезанную часть трубопровода подматывают пеньковое волокно, смоченное суриком, разведенным на натуральной олифе или олифе «Оксоль», удаляют из резьбового гнезда клапана заглушку и ввертывают трубопровод в корпус клапана.

Присоединение клапана с конической трубной резьбой производится непосредственно ввертыванием технологического трубопровода в корпус клапана.

Остальные требования к монтажу клапанов, имеющих резьбовые гнезда, те же, что и для клапанов, имеющих фланцы.

Клапан, имеющий ниппеля (штуцера) под пайку или приварку, монтируют следующим образом. С клапана свинчивают накидные гайки, снимают их с ниппелей и надевают на технологический трубопровод. Затем ниппеля припаивают или приваривают к концам трубопровода с соблюдением всех требований по пайке или сварке. Из ниппеля клапана удаляют паронитовые заглушки и соединяют трубопровод с клапаном навинчиванием накидных гаек на присоединительные резьбовые концы клапана, уплотняют их торцевые стороны прокладкой, поставляющейся, как правило, комплектно с ниппелями. Остальные требования к монтажу клапанов, имеющих ниппеля под пайку или приварку, те же, что и для клапанов, имеющих фланцы.

Монтаж термобаллонов. Термобаллоны различных регуляторов прямого действия могут иметь в качестве присоединительных конструкций резьбовой штуцер, переходную съемную втулку с фланцем специального профиля, цилиндры различных диаметров для монтажа на различных поверхностях.

Термобаллон, имеющий резьбовой штуцер, монтируют на технологическом трубопроводе путем установки на нем бобышки. Бобышка, имеющая соответствующую резьбу, приваривается к трубопроводу. Термобаллон может быть установлен, как правило, в любом положении (вертикально, горизонтально, наклонно), но обязательно должен быть полностью погружен в регулируемую среду. Перед ввертыванием термобаллоиа в бобышку готовят прокладку. Ее, как правило, изготавливают здесь же в процессе монтажа в зависимости от температуры, давления и агрессивности регулируемой среды и других параметров из материалов, предусмотренных проектом автоматизации. При ввертывании термобаллона в бобышку следует тщательно следить за тем, чтобы при вращении и затяжке штуцера термобаллона не происходило скручивания капилляра.

Термобаллон, имеющий переходную съемную втулку с фланцем, монтируют следующим образом. Переходную съемиую втулку с фланцем, а также прокладку снимают с термобаллона. Втулку приваривают к технологическому трубопроводу с соблюдением всех требований к сварке. На смонтированный на технологическом трубопроводе съемный фланец термобаллона укладывают прокладку, ранее снятую вместе с переходной съемной втулкой. Затем во втулку вставляют термобаллон и несъемный фланец термобаллона крепят со съемным фланцем, приваренным к технологическому трубопроводу. Фланцы стягивают равиомерно, гайки болтов располагают на одной стороие флаицевого соединения.

Термобаллон в виде цилиндра специального профиля различных диаметров монтируют непосредственно на поверхности технологического трубопровода или оборудования специальными скобами, скрепленными между собой болтами. При этом термобаллон должен быть надежно теплоизолирован от окружающей среды и должен иметь надежный контакт с трубопроводом или оборудованием. Перед монтажом термобаллона место соприкосновения его с трубопроводом или оборудованием должно быть очищено от окалины и зачищено до металлического блеска. Болты, крепящие скобы, затягивают до плотного прилегания термобаллона к поверхности технологического трубопровода или оборудоваиия.

Монтаж капилляров. Капилляры, представляющие собой трубки различной длины,

соединяющие термобаллон с измерительной частью термометрической системы регулирующего клапана, прокладывают по поверхностям, температура которых не должна отличаться от температуры окружающей среды. Если температура поверхностей отличается от температуры окружающей среды и нет возможности осуществить прокладку капилляров другим путем, то между капиллярами и поверхностями, имеющими отличающуюся температуру, необходимо проложить соответствующую теплоизоляцию или предусмотреть как можно больше воздушных зазоров между капиллярами и поверхностью, насколько это позволят условия их крепления к поверхности. По всей длине капилляр должен быть защищен от механических повреждений защитной конструкцией, обладающей, однако, возможностью легкого доступа к капилляру для осмотра и извлечения. При излишней для конкретных условий монтажа длине капилляра его свертывают в бухту диаметром не менее 300 мм, которую перевязывают в трех местах неметаллическими перевязками (например, шпагатом). Капилляр должен быть закреплен по всей длине его прокладки. Расстояние между точками крепления должно быть не более 300 мм, радиусы изгибов капилляров – не менее 60 мм.

Таким образом, монтаж регуляторов прямого действия заключается по существу в монтаже отдельных его составляющих элементов, т. е. регулирующих клапанов, термобаллонов, капилляров. Полностью смонтированные составные части регуляторов прямого действия испытывают на прочность и плотность вместе с технологическим трубопроводом.

Ниже приводятся типы и модификации, технические характеристики, общие виды и размеры, необходимые монтажному персоналу, и специфические требования к монтажу регуляторов температуры и давления прямого действия.

РЕГУЛЯТОРЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Регуляторы температуры РТП предназначены для установки в автоматических системах регулирования температуры воды и масла двигателей внутреннего сгорания и в других аналогичных объектах. Регулятор устанавливается на технологическом трубопроводе в любом положении (горизонтально, вертикально, наклонно) в зависимости от местных условий и удобства обслуживания. Диаметр участка технологического трубопровода, на котором монтируется регулятор, и диаметр условного прохода регулятора должны соответствовать друг другу. Регуляторы типов РТП-15 – РТП-32 устанавливают на технологических трубопроводах с помощью крепежных и присоединительных деталей, поставляемых комплектно с ними; регуляторы РТП-60 – РТП-150 устанавливают на технологических трубопроводах на фланцевых соединениях.

Регуляторы температуры РТП-15 – РТП-32 изготавливаются в трех исполнениях. Отличие исполнений заключается в различных способах подключений регуляторов к объекту регулирования. Эти отличия касаются геометрических размеров и конструкции узла настройки регулятора.

Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТП приведены на рис. 12.1, 12.2 и табл. 12.1, 12.2. Схема под-

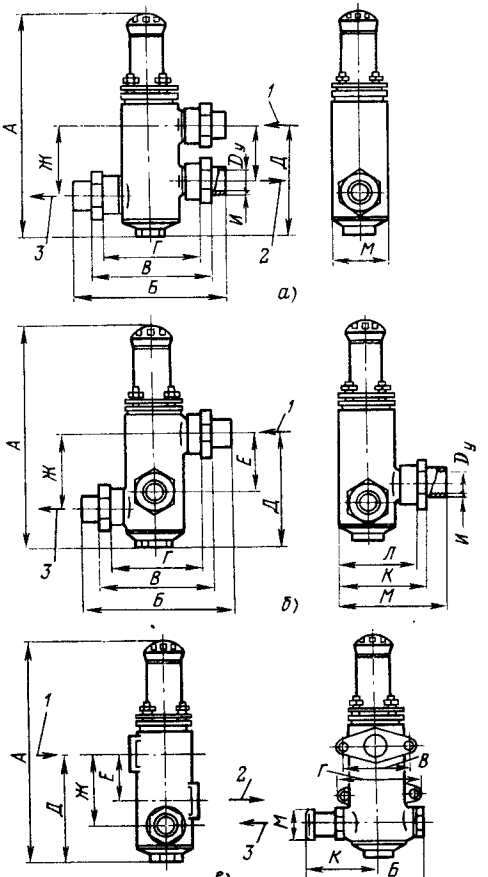


Рис. 12.1. Регуляторы температуры РТП-15 – РТП-32:

а – исполнение I; *б* – исполнение II; *в* – исполнение III; *1* – вход; *2* – подача на холодильник (от холодильника); *3* – перепуск

Таблица 12.1. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТП-15—РТП-32 в зависимости от их исполнения**

Исполнение	Модификация регулятора	Условный проход D_y, мм	Размеры, мм										
			А	*Б*	*В*	*Г*	*D*	*Е*	*Ж*	*М*	*И*	*К*	*Л*
I	РТП-15	15	285	214	134	110	123	57	83	74	2,5	—	—
	РТП-20	20											
	РТП-25	25	310	229	149	125	143	75	95	74	3,0	—	—
	РТП-32	32											
II	РТП-15	15	285	214	134	110	123	57	83	137	2,5	97	85
	РТП-20	20											
	РТП-25	25	310	229	149	125	143	75	95	150	3,0	110	110
	РТП-32	32											
III	РТП-15	15	285	141	85	109	123	57	83	28	—	97	—
	РТП-20	20											
	РТП-25	25	310	156	85	109	143	65	103	42	—	105	—
	РТП-32	32											

Таблица 12.2. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТП-60 — РТП-150**

Модификация регулятора	Условный проход D_y, мм	Размеры, мм							
		А	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	D_1	D_2	*Е*
РТП-60	60	421	446	250	300	145	113	70	147
РТП-80	80	446	471	300	360	170	138	89	172
РТП-100	100	525	550	310	360	190	158	108	202
РТП-125	125	580	605	360	410	215	183	133	240
РТП-150	150	620	645	430	480	240	208	159	280

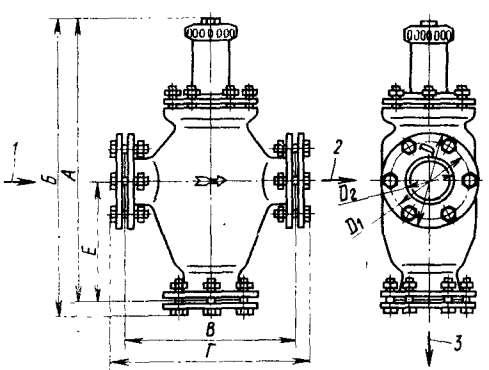


Рис. 12.2. Регуляторы температуры РТП-60, РТП-80:

1 — вход; *2* — подача на холодильник (от холодильника); *3* — перепуск

ключения регулятора к объекту регулирования приведена на рис. 12.3.

Регуляторы температуры РТК предназначены для автоматического поддержания температуры в отапливаемых помещениях и могут быть использованы на индивидуальных тепловых пунктах как для общего, так и пофасадного регулирования температуры зданий.

Регуляторы состоят из регулирующего клапана двухходового проходного типа ДП или трехходового смесительного типа ТС и термосистемы. Термосистема содержит три датчика (термобаллона), причем два датчика устанавливаются внутри отапливаемых

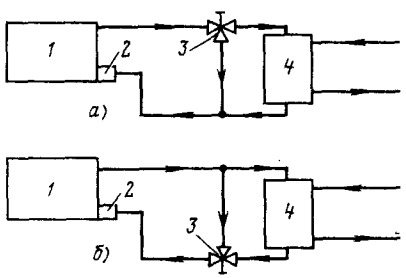


Рис. 12.3. Схема подключения регуляторов РТП к объекту регулирования:

а — на разделение потоков; *б* — на смещение потоков; *1* — объект регулирования; *2* — насос; *3* — регулятор температуры; *4* — холодильник

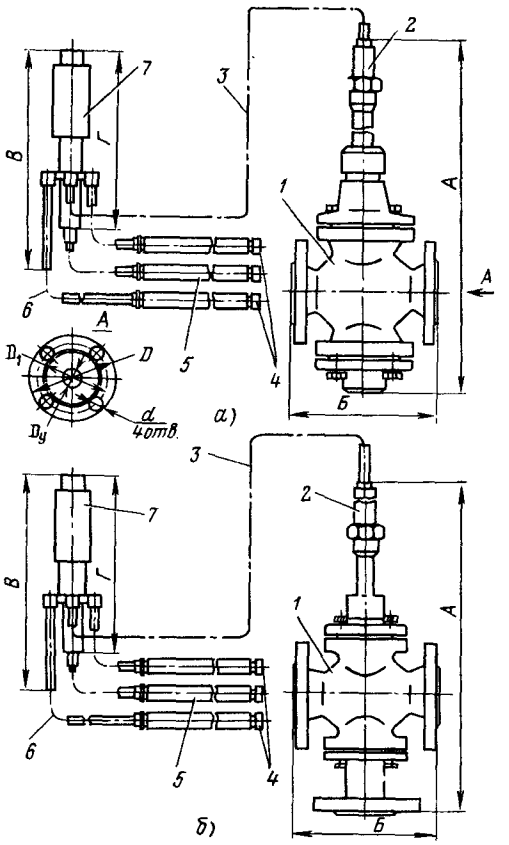


Рис. 12.4. Регулятор температуры РТК-2216:
а – с двухходовым проходным клапаном типа ДП; *б* – с трехходовым смесительным клапаном типа ТС; *1* – регулирующий клапан; *2* – узел перестановки регулирующего клапана; *3* – капилляр, соединяющий задатчик и регулирующий клапан; *4* – термобаллоны внутренние; *5* – термобаллон наружный; *6* – капилляр; *7* – задатчик

помещений (внутренние), а третий – снаружи (наружный). Термобаллоны соединяются капиллярами с задатчиком.

Регулятор устанавливается в местах, доступных для настройки и осмотра. Для надежной работы регулятора система технологических трубопроводов, на которой монтируется регулирующий клапан, должна быть тщательно очищена и промыта.

При монтаже внутренние термобаллоны необходимо располагать в помещении в зоне регулируемой среды так, чтобы они не подвергались воздействию посторонних источников тепла, для чего необходимо устанавливать их на 1,5 м выше пола, не устанавливать их в местах, подверженных солнечной радиации, избегать мест установки, где нет циркуляции воздуха, и мест, близко расположенных около окон, дверей с холодным потоком воздуха. При монтаже наружного термобаллона необходимо предусматривать защиту его от солнечной радиации. Капилляры необходимо крепить к поверхностям стен, не допуская многократных перегибов; они должны быть защищены от механических воздействий. Задатчик монтируется на металлоконструкции, которую предварительно устанавливают на стене. В металлоконструкции просверливаются два отверстия с резьбой М8, расстояние между которыми составляет 40 мм.

Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТК приведены на рис. 12.4 и в табл. 12.3.

Таблица 12.3. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТК**

Модификация регулятора	Размеры, мм								Масса, кг
	D_y	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	D_1	*d*	
РТК-2216-ДП-25 РТК-2216-ТС-25	25	529 548	160	320	220	115	85	14	18 19
РТК-2216-ДП-32 РТК-2216-ТС-32	32	529 548	180			135	100	18	23 27
РТК-2216-ДП-40 РТК-2216-ТС-40	40	620 602	200			145	110		29 31
РТК-2216-ДП-50 РТК-2216-ТС-50	50	620 602	230			160	125		35 42
РТК-2216-ДП-60 РТК-2216-ТС-60	60	649 623	296			180	145		41 50

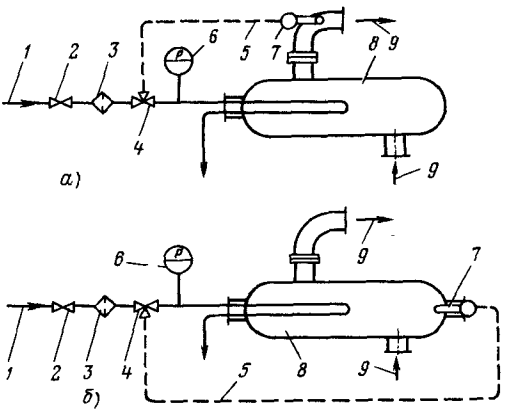


Рис. 12.5. Схема монтажа регулятора РТ:
а – правильно; *б* – неправильно; *1* – регулирующая среда; *2* – запорный вентиль; *3* – фильтр; *4* – регулирующий клапан; *5* – капилляр; *6* – манометр; *7* – термобаллон; *8* – регулируемый объект; *9* – регулируемая среда

Дистанционные регуляторы температуры РТ предназначены для автоматического поддержания на заданном уровне температуры регулируемых жидких и газообразных сред в промышленных теплоэнергетических установках.

Регулирующий клапан монтируется в линии технологического трубопровода при помощи присоединительных фланцев по ГОСТ 12815–80. Положение регулирующего клапана может быть любым в зависимости от условий монтажа и удобства обслуживания. Так как регулирующий клапан не гарантирует плотного закрытия на продолжительное время, то перед ним устанавливают запорный вентиль, фильтр, а за ним манометр, как показано на рис. 12.5.

Термобаллон устанавливается на технологическом трубопроводе на съемной переходной втулке, имеющей фланцы. Предварительно съемную переходную втулку снимают с термобаллона, приваривают к технологическому трубопроводу. Термобаллон монтируют в той точке, где имеется характерная температура протекающего процесса в регулируемом объекте, при этом чувствительную часть термобаллона полностью погружают в регулируемую среду. Капилляры прокладывают с соблюдением всех требований к их монтажу.

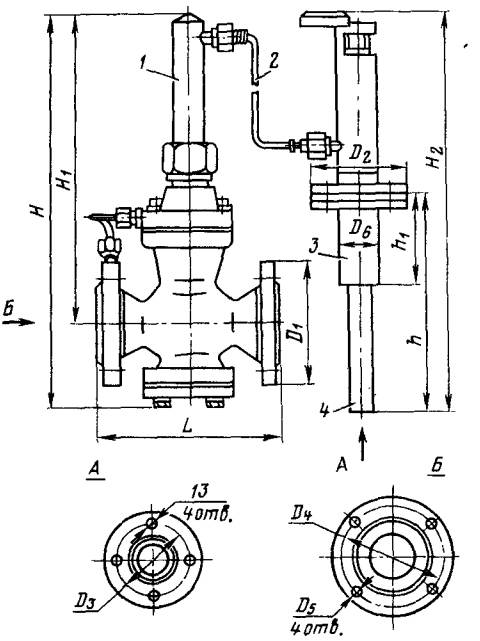


Рис. 12.6. Регулятор температуры РТ:
1 – регулирующий клапан; *2* – капилляр; *3* – съемная переходная втулка термобаллона; *4* – термобаллон

Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТ приведены на рис. 12.6 и в табл. 12.4.

Двстанционные регуляторы температуры РТПД предназначены для регулирования

Таблица 12.4. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТ**

Условный проход D_y, мм	Размеры, мм											
	H	H_1	L	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	H_2	h	h_1
15	315	250	130	95	80	65	65	14	34	480	280	64
20			150	105			75					
25	330	260	160	115			85					
40	375	275	200	145			110					
50	495	380	230	160	100	80	125	18	53	710	510	80
60	575	420	310	185			150					

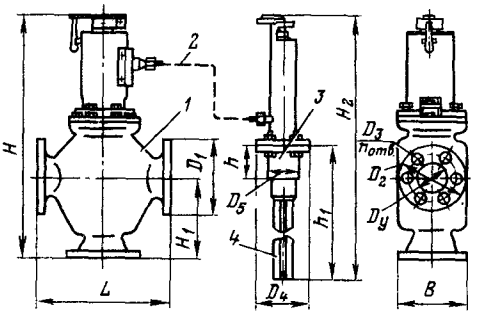


Рис. 12.7. Регулятор температуры РТПД:
1 – регулирующий клапан; *2* – капилляр; *3* – съемная переходная втулка термобаллона; *4* – термобаллон

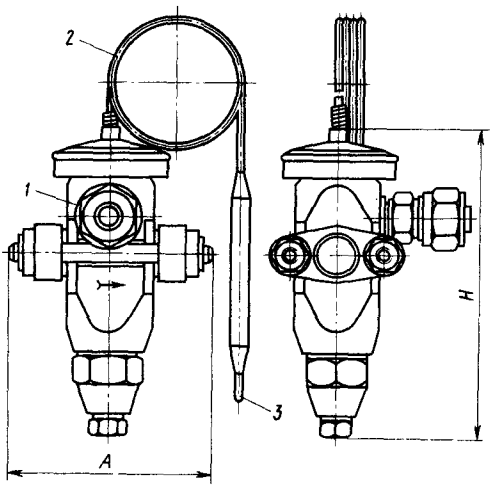


Рис. 12.8. Общий вид терморегулирующего вентиля ТРВА:
1 – клапан; *2* – капилляр; *3* – термобаллон

температуры в системах охлаждения и смазки дизельных установок, газовых двигателей и газомотокомпрессоров.

Регулирующий клапан монтируется в линии технологического трубопровода при помощи присоединительных фланцев с размерами по ГОСТ 1536-76*. Положение регулирующего клапана может быть любым в зависимости от условий монтажа и удобства обслуживания при выполнении следующего требования: буквы на корпусе регулирующего клапана должны соответствовать направлению потоков: Х – трубопроводов холодильника, П – перепуска, Д – входа или выхода дизеля.

Монтаж термобаллона и капилляра регулятора РТПД аналогичен монтажу термобаллона и капилляра регулятора РТ.

Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТПД приведены на рис. 12.7 и в табл. 12.5.

Вентили терморегулирующие ТРВ и ТРВА предназначены для автоматического регулирования потока холодильного агента (фреона, аммиака), поступающего в испаритель холодильной установки.

Клапан терморегулирующего вентиля монтируется в линии технологического трубопровода пайкой в непосредственной близости к испарителю между конденсатором и испарителем в вертикальном положении.

Термобаллон крепится непосредственно за испарителем. Его плотно прижимают к трубопроводу, предварительно зачистив место крепления до металлического блеска. Термобаллон крепят с помощью специальной скобы или голой медной проволокой, наматывая ее плотно витком к витку. Крепление с помощью других изделий не рекомендуется.

Габаритные и присоединительные размеры терморегулирующего вентиля ТРВА приведены на рис. 12.8 и в табл. 12.6. Узел

Таблица 12.5. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РТПД**

Условный проход D_y, мм	Размеры, мм												
	H	L	B	H_1	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	h	h_1	H_2	n
65	465	250	155	157	155	123	15	95	53	64	*	*	6
80	485	300	183	172	170	138							8
100	512	310	216	202	190	158							
125	536	360	265	240	215	183		120	64	54	520	706	10
150	575	430	296	280	240	208							12

* При пределах настройки регулятора, °С: 35 – 60, $h_1 = 418$, $H_2 = 650$; 60 – 85, $h_1 = 558$, $H_2 = 790$; 80 – 100, $h_1 = 518$; $H_2 = 750$.

Таблица 12.6. **Габаритные и присоединительные размеры терморегулирующих вентилей ТРВ**

Модификация вентиля	Размеры вентиля, мм		Диаметры присоединительных отверстий для трубопроводов, мм			Размеры термобаллона, мм		Длина капиллляра, м	Масса, кг
	ширина A	высота H	подводящего	отводящего	уравнительного	Диаметр	Длина		
ТРВ-40 ТРВ-60Ф	113 116	167	24,5 28,5	28,5 36,5	9,2	10	120	3	2,6
ТРВ-160Ф	130	185	44,5	56					
ТРВ-0,5М, ТРВ-1М, ТРВ-2М	100	90	8,2	10,2	–	10	85	1,5	0,55
ТРВ-4М			10,2	12,2					
13ТРВ-0,3Н; 13ТРВ-0,5Н	100	98,5	9,2	9,2	9,2	10	85	3	0,8
13ТРВ-1Н	102			12,2					
22ТРВ-0,4Н; 22ТРВ-0,63Н; 22ТРВ-1Н	102	98,5	9,2	12,2	9,2	10	85	3	0,8
22ТРВ-0,6В; 22ТРВ-1В; 22ТРВ-1,6В	100	90	8,2	10,2	–	10	85	1,5	0,55
142ТРВ-5	113	162	12,5	18,5	9,2	10	120	3	1,9
ТРВА-10; ТРВА-20	115	168	14,5	14,5	10,5	10	120	3	2,7
ТРВА-40			20,5	20,5					
ТРВА-80; ТРВА-120	130	160	25	32					

Примечание. Рабочее давление среды равно 1,2 МПа.

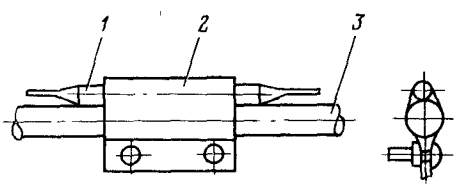


Рис. 12.9. Узел крепления термобаллона на технологическом трубопроводе:
1 – термобаллон; *2* – специальная скоба; *3* – трубопровод

крепления термобаллона на технологическом трубопроводе показан на рис. 12.9.

РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Регуляторы давления РД-32 предназначены для регулирования давления пара, жидкостей и газообразных сред. Регуляторы должны монтироваться в закрытых помещениях при положительных температурах на горизонтальных участках технологических трубопроводов с диаметром условного прохода, равным D_y регулятора, в вертикальном положении, мембранной головкой вверх. Перед монтажом регулятора технологический трубопровод продувают или промывают во избежание засорения седла регулирующего клапана. Перед регулятором устанавливают фильтр. Направление стрелки на корпусе регулирующего клапана должно совпадать с направлением потока среды в технологическом трубопроводе. Непосредственно регулирующий клапан монтируется в разрыв технологического трубопровода с помощью фланцев. При монтаже регулятора предусматривают байпасную линию с запорным вентилем; перед регулятором и за ним также устанавливают запорные вентили. Этим обеспечивается возможность отключения и ремонта регулятора. Импульсная линия подсоединяется с помощью накидной гайки к технологическому трубопроводу за регулятором (по направлению потока среды).

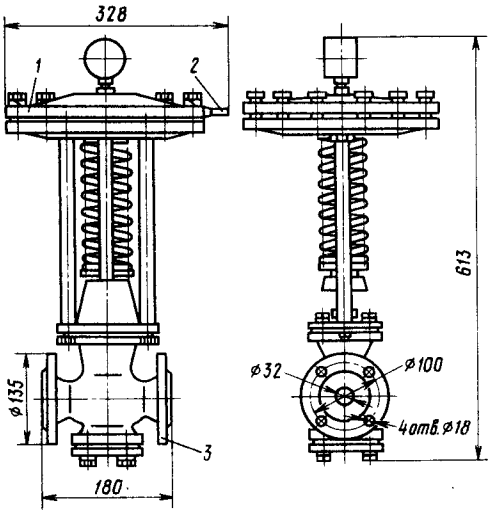


Рис. 12.10. Общий вид и размеры регулятора давления РД-32:

1 – мембранная головка; *2* – присоединительный штуцер; *3* – регулирующий клапан

Подсоединение производится к заранее приваренному к трубопроводу штуцеру с резьбой. Другой конец импульсной трубки приваривается (или припаивается) к штуцеру, имеющему накидную гайку, комплектно поставляемому с регулятором. Штуцер накидной гайкой закрепляется на мембранной головке регулятора.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры регулятора показаны на рис. 12.10.

Регуляторы низкого давления РД предназначены для редуцирования высокого и среднего давления неагрессивных газообразных сред на низкое давление. Регуляторы монтируются, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре.

Редуцирующий клапан регулятора непосредственно монтируется на технологическом трубопроводе с помощью резьбовых ниппелей (патрубков), привариваемых к трубопроводу, на которые предварительно надевают накидные гайки. Входные патрубки регулятора расположены под углом друг к другу. Все резьбы патрубков, накидных гаек выполнены трубными, поэтому регулирующий клапан регулятора можно подсоединить к технологическому трубопроводу с диаметром D_y, равным 25, 32, 40 мм, с помощью резьбовых муфт или приваркой резьбовых патрубков. Следует иметь в виду, что резьбовые патрубки и накидные гайки поставляются комплектно с регулятором. Элементами регулятора, кроме регулирующего клапана, являются мембранная камера и колонка. Регулирующий клапан по отношению к мембранной камере может быть повернут в своей соединительной гайке на любой угол. При монтаже регулятора мембранную камеру располагают горизонтально, колонку – вертикально (вверх или вниз). При положении колонки вниз диапазоны настройки регулируемого давления будут на 300–400 Па ниже нормального. Место врезки импульсной трубки в технологический трубопровод должно быть выбрано на его прямом участке на расстоянии от клапана не менее пяти диаметров трубопровода.

Габаритные и присоединительные размеры регулятора РД приведены в табл. 12.7; общий вид приведен на рис. 12.11.

Регуляторы давления универсальные РДУК2 предназначены для редуцирования высокого или среднего давления неагрессивных газообразных сред. Они автоматически поддерживают заданное выходное давление при переменном входном давлении и при изменении расхода газа от нуля до максимального.

В комплект регулятора РДУК2 входят регулирующий клапан с мембранным приводом, регулятор управления (КН2 или КВ2), соединительные трубки и дроссели.

Регулятор РДУК2 монтируют в закрытых помещениях с температурой выше 0 °С на горизонтальном участке технологического трубопровода мембранной камерой вниз, при этом ее фланец должен устанавливаться

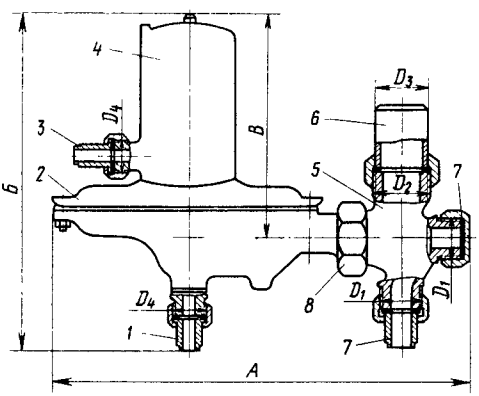


Рис. 12.11. Общий вид регулятора давления РД-32М:

1 – патрубок для присоединения импульсной трубки; *2* – мембранная камера; *3* – сброс в атмосферу; *4* – колонка; *5* – регулирующий клапан; *6* – выходной патрубок; *7* – входные патрубки; *8* – соединительная гайка

Таблица 12.7. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов низкого давления РД**

Модификация регулятора	Диаметр условного прохода D_y, мм	Диаметр седла, мм	Давление		Размеры							Масса, кг
			на входе, МПа	на выходе Па	A, мм	$Б$, мм	B, мм	D_1, дюйм	D_2, дюйм	D_3, дюйм	D_4, дюйм	
РД-32М/С-10	32	10	До 0,3	900–2000	345	285	185	1	1 1/2	1 1/4	1/2	8
РД-32М/С-6		6	0,3–0,6									
РД-32М/Ж-6		6	0,6–1,0	2000–3500								
РД-32М/Ж-4		4	1,0–1,6									
РД-50М/С-15	50	15	0,3–0,6	900–2000	525	395	260	1	2 1/2	2	1/2	20
РД-50М/С-20		20	0,1–0,3									
РД-50М/С-25		25	0,01–0,1									
РД-50М/Ж-8		8	1,0–1,6	2000–3500								
РД-50М/Ж-11		11	До 1,2									

Примечание. В модификациях регулятора обозначают С – регулятор давления для сетевого (природного) газа; Ж – регулятор давления для сжиженного газа.

горизонтально. Технологический трубопровод вблизи регулятора должен иметь опоры. После монтажа регулятора по обе стороны технологического трубопровода за регулятором вблизи фланца привариваются две специальные муфты для присоединения трубок 10 × 1 мм от мембранной камеры регулирующего клапана. Импульсную трубку (D_y = = 15 мм) от мембранной камеры регулятора давления рекомендуется присоединять к середине прямолинейного участка выходного трубопровода длиной, равной пяти-десяти его диаметрам. Длина импульсной трубки должна быть не более 6 м. При этом каких-либо сужений импульсной трубки и ее присоединение к нижней четверти сечения горизонтального участка не допускается.

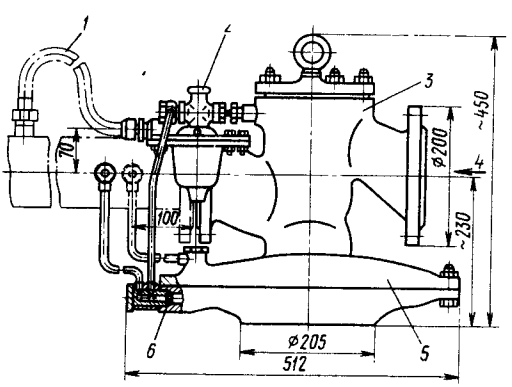


Рис. 12.12. Монтажная схема регулятора давления универсального РДУК-2 (регулятор давления и места присоединения импульсных трубок к мембранной камере условно повернуты на 90°):

1 – импульсная трубка; *2* – регулятор давления; *3* – регулирующий клапан; *4* – вход газа; *5* – мембранный привод; *6* – дроссели

Габаритные и присоединительные размеры регуляторов РДУК2 приведены в табл. 12.8; монтажная схема приведена на рис. 12.12.

Дифференциальные регуляторы давления ДРД2 предназначены для поддержания заданной разности давлений жидкостей и газов в рабочих и импульсных линиях.

Дифференциальные регуляторы давления разделяются на «нормально открытые» (ДРД2-ДЗ), регулирующие давление на участке рабочей линии до клапана («до себя») и «нормально закрытые» ДРД2-ДО, регулирующие давление на участке рабочей линии за регулятором («после себя»).

Дифференциальные регуляторы давления ДРД2 монтируются на технологических трубопроводах в любых положениях, при этом направление потока должно соответствовать направлению, указанному стрелкой на корпусе регулятора. Диаметры условного прохода технологических трубопроводов должны быть равны 15 мм, а присоединение к ним должно осуществляться путем нарезания на них конической резьбы К 1/2″. В местах монтажа регуляторов рекомендуется предусматривать обводные линии (байпасы), позволяющие в случае необходимости регулировать давление при помощи ручного запорного вентиля.

Таблица 12.8. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов давления универсальных РДУК2**

Модификация регулятора	Условный проход D_y, мм	Максимальное входное давление, МПа	Регулируемое выходное давление, МПа	Диаметр седла клапана, мм	Длина корпуса, мм	Диаметр мембранной коробки, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг
РДУК2Н-50/35 РДУК2В-50/35	50	0,6 1,2	0,0005 – 0,06 0,06 – 0,6	35	230	360	410	300	45
РДУК2Н-100/50 РДУК2В-100/50	100	1,2	0,0005 – 0,06 0,06 – 0,6	50	350	466	560	450	80
РДУК2Н-100/70 РДУК2В-100/70			0,0005 – 0,06 0,06 – 0,6	70					
РДУК2Н-200/105 РДУК2В-200/105	200	1,2	0,0005 – 0,06 0,06 – 0,6	105	600	650	650	690	300
РДУК2Н-200/140			0,0005 – 0,06	140					
РДУК2Н-200/140		0,6	0,06 – 0,6						

Примечания: 1. Фланцы и присоединительные размеры указаны в соответствии с ГОСТ 12815 – 80.
2. В комплект поставки входят: соединительная трубка регулятора давления, монтажные соединительные трубки с наконечниками (2 шт.), специальный болт малый $^1/_2{}''$ (2 шт.), специальный болт малый $^1/_2{}''$ с резьбой под дроссель, специальный болт большой $^1/_2{}''$ с резьбой под дроссель, монтажная специальная муфта $^1/_2{}''$ (2 шт.), наконечник под специальный болт (2 шт.), монтажный штуцер $^3/_4{}''$ с накидной гайкой и ниппелем (к регулятору давления), дроссели Д-08 и Д-1,5 (для регуляторов $D_y = 100$ мм), прокладки Д-32 (15 шт.) и Д-24 (4 шт.), картонные заглушки (2 шт.), дроссели Д-1,5 и Д-2 (для регуляторов $D_y = 200$ мм).

Для проверки регуляторов во время эксплуатации необходимо в линиях, между которыми поддерживается постоянный перепад давлений, устанавливать манометры. В зависимости от назначения, физико-химических свойств среды и ее температуры при монтаже регуляторов ДРД2 требуется выполнение следующих специфических условий:

1) если регуляторы ДРД2 применяются для уплотнения или охлаждения сальников насосов, необходимо предусматривать систему, обеспечивающую постоянство давления уплотняющей или охлаждающей жидкости;

2) если среда может химически воздействовать на углеродистую сталь или маслобензостойкую резиину мембраны, на импульсиой линии необходимо предусматривать разделительный сосуд; при этом следует обратить внимаиие на подбор разделительной жидкости, которая с регулируемой средой не должна смешиваться или растворяться в ней. В зависимости от плотности прнпятой разделительной жидкости обвязка разделительного сосуда будет различной.

В качестве примера на рис. 12.13 приведена схема использования регулятора модификации ДРД2-ДО для измерения уровня в резервуаре.

Автоматнческне регуляторы давленин газа тупиковые АРДГТ-55 предназначены для преобразования переменного давления в газопроводах с прерывистым расходом газа,

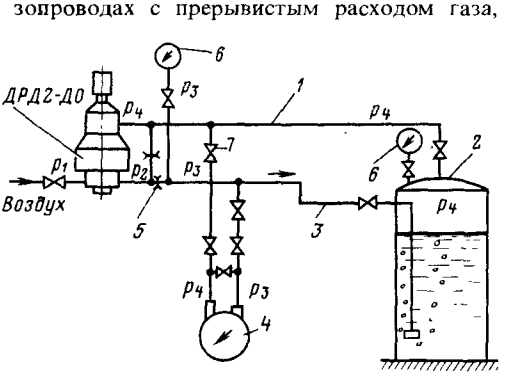


Рис. 12.13. Схема измерения уровня жидкости в резервуаре с регулятором ДРД2-ДО при $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$ и $P_2 = P_4 + (5-15)$ кПа:
1 – импульсная линия; *2* – резервуар; *3* – рабочая линия; *4* – дифманометр; *5* – дроссель; *6* – манометр; *7* – вентиль

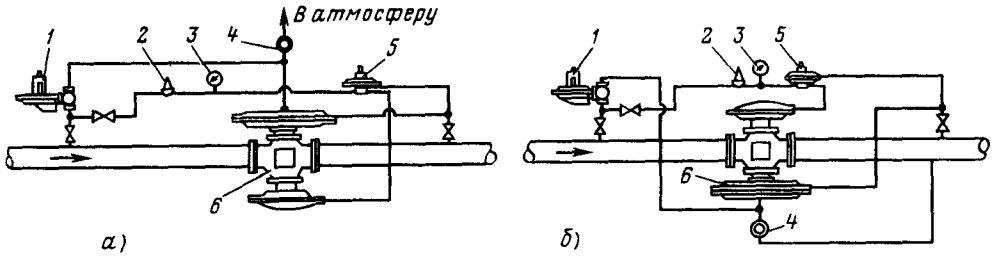


Рис. 12.14. Схема монтажа регулятора АРДГТ на линии с недостаточно очищенным газом (*а*) и с очищенным от твердых частиц осушенным газом (*б*):

1 – вспомогательный регулятор ДРДГ-15-2; *2* – регулятор давления газа; *3* – манометр; *4* – фильтр-дроссель газа ФДГ-1; *5* – промежуточное реле РП-200; *6* – исполнительный механизм типа РДГТ-55

Таблица 12.9. **Габаритные и присоединительные размеры регулирующего клапана РДТГ-55**

Модификация регулятора	Условный проход D_y, мм	Габаритные размеры, мм					Присоединительные размеры, мм						Болты	
		H_1	H_2	L	D_0	D_3	D	D_1	D_2	f	b	d	Количество	Резьба
РДГТ-40-16-55	40	260	305	230	425	425	145	110	88	3	18	18	4	M16
РДГТ-50-16-55	50	265	315	250			160	125	102		20			
РДГТ-70-16-55	70	310	330	290	625		180	145	122					
РДГТ-100-16-55	100	345	345	350			215	180	158		24			
РДГТ-150-16-55	150	455	410	480	880		280	240	212		28	23	8	M20

где требуется герметичное перекрытие линии при полном прекращении разбора газа потребителями, в постоянное давление более низкого номинала в линии «после себя».

Автоматический регулятор давления газа АРДГТ-55 представляет собой комплект следующих устройств: исполнительного механизма РДГТ-55 (регулирующего клапана), вспомогательного регулятора давления газа ДРДГ-15-2, фильтра-дросселя газа ФДГ-1, регулятора давления пилотного РДП, реле промежуточного РП-200.

Монтаж регулятора осуществляется в соответствии с проектными схемами; рекомендуемые схемы в зависимости от чистоты и влажности газа приведены на рис. 12.14.

Габаритные и присоединительные размеры регулирующего клапана приведены в табл. 12.9; общие виды и размеры устройств, входящих в комплект регуляторов, приведены на рис. 12.15.

Регуляторы давления прямого действия 21ч10нж, 21ч12нж предназначены для автоматического поддержания заданного давления в трубопроводах жидких и газообразных неагрессивных сред. По конструктивному ис-

Таблица 12.10. **Габаритные и присоединительные размеры регуляторов давления 21ч 10нж, 21ч 12нж**

Диаметр условного прохода D_y, мм	Габаритные размеры, мм			Присоединительные размеры, мм				Количество отверстий	Масса (без грузов и мембранной головки), кг
	L	H	H_1	D	D_1	D_2	d		
50	230	680	560	160	125	102	18	4	42
80	310	750	600	195	160	138		8	70
100	350	820	610	215	180	158			85
125	400	860	630	245	210	188			105
150	480	920	690	280	240	212	23		134

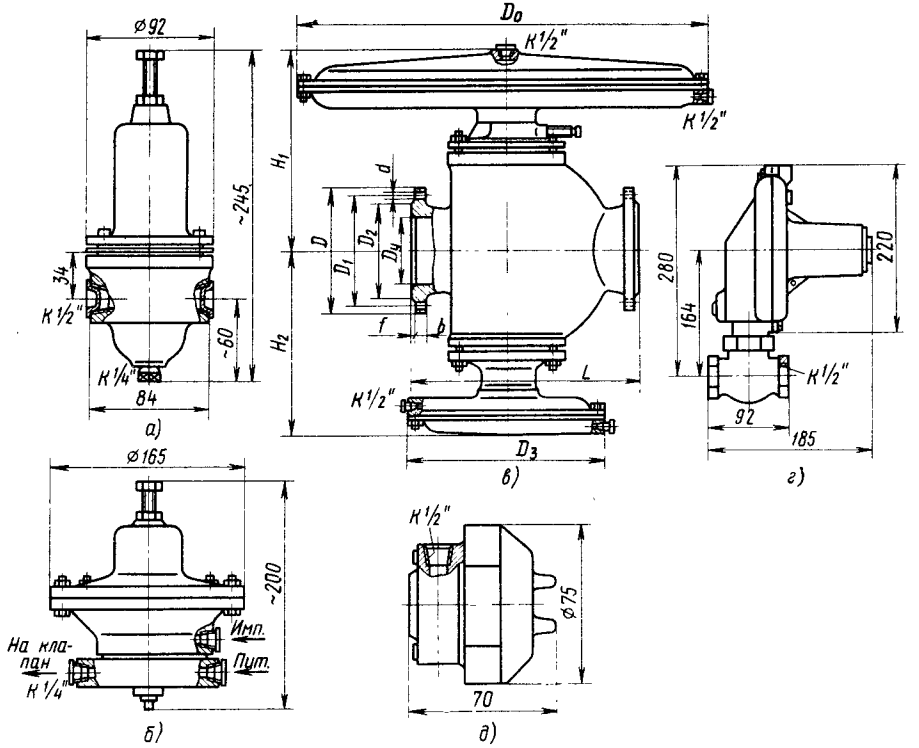


Рис. 12.15. Устройства, входящие в комплект регулятора АРДГТ-55:
а – регулятор давления газа; *б* – промежуточное реле РП-200; *в* – исполнительный механизм РДГТ-55; *г* – вспомогательный регулятор давления ДРД-15-2; *д* – фильтр-дроссель газа ФДГ-1

полнению двухседельного клапана регуляторы подразделяются на регуляторы, поддерживающие заданное давление «до себя» и «после себя». Регуляторы монтируются на горизонтальных участках технологических трубопроводов с помощью фланцев мембранной головкой вверх. Отбор импульса давления осуществляется врезкой в технологический трубопровод импульсной трубки диаметром 3 – 5 мм на расстоянии от клапана не менее десяти диаметров технологического трубопровода. Подсоединение импульсной трубки к регулятору резьбовое. В местах монтажа регуляторов должны быть предусмотрены условия удобства обслуживания. Они монтируются с устройством обводной линии (байпаса) с соответствующими запорными вентилями, манометрами, измеряющими входное и выходное давления, и фильтрами. В зависимости от пределов регулируемого давления регуляторы могут быть поставлены с одной из трех мембранных головок и комплектом грузов.

Габаритные и присоединительные размеры регуляторов приведены на рис. 12.16 и в табл. 12.10.

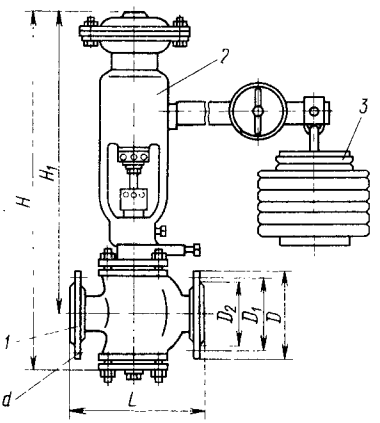


Рис. 12.16. Общий вид регулятора давления 21ч10нж и 21ч12нж:
1 – корпус; *2* – мембранная головка; *3* – груз

12.3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ

Под гидравлическими регуляторами понимают комплекты устройств, позволяющие осуществлять определенные функции по автоматическому поддержанию значений различных параметров: давления, разрежения, разности давлеиий и разрежений, уровней и температур. Гидравлические регуляторы комплектуются из следующих основных устройств: датчиков, задатчиков, усилителей, измерительных блоков, регулирующих устройств, электрогидравлических реле, механогидравлических преобразователей, исполнительных механизмов и регулирующих клапанов.

Гидравлические регуляторы разделяют на две группы: собственно гидравлические и электрогидравлические.

Все регуляторы и их вспомогательные устройства рассчитаны для работы в помещениях при температуре окружающей среды от +1 до +50 °С и относительной влажности до 80%. В местах установки гидравлических и электрогидравлических регуляторов не должно быть вибраций частотой более 30 Гц при амплитуде до 0,1 мм.

Особенности монтажа гидравлических и электрогидравлических регуляторов рассмотрим на примере наиболее распространенных гидравлических систем регулирования ОКБ «Теплоавтомат» и ОРГРЭС.

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ОКБ «ТЕПЛОАВТОМАТ»

Гидравлическая система регулирования ОКБ «Теплоавтомат» представляет собой систему датчиков разности давлений и разрежений гидравлического типа ДРДРГ, ДРДГ, ДДГ.

Датчики ДРДРГ, ДРДГ и ДДГ предназначены для комплектования гидравлических регуляторов, построеиных на унифицированных элементах гидроавтоматики, с целью преобразования разности давлений и разрежений газов, неагрессивных относительно сталей, медных сплавов, цинка и маслостойкой резины, в пропорциональный гидравлический выходной сигнал.

Датчики отличаются конструкцией и габаритными размерами измерительного блока. В общем случае датчик состоит из измерительного блока, блока передаточного механизма и механогидравлического преобразователя.

Монтаж датчиков ДРДРГ и ДРДГ осуществляют в последовательности: снимают заглушки с входных и выходных штуцеров, устанавливают датчик на трубе диаметром

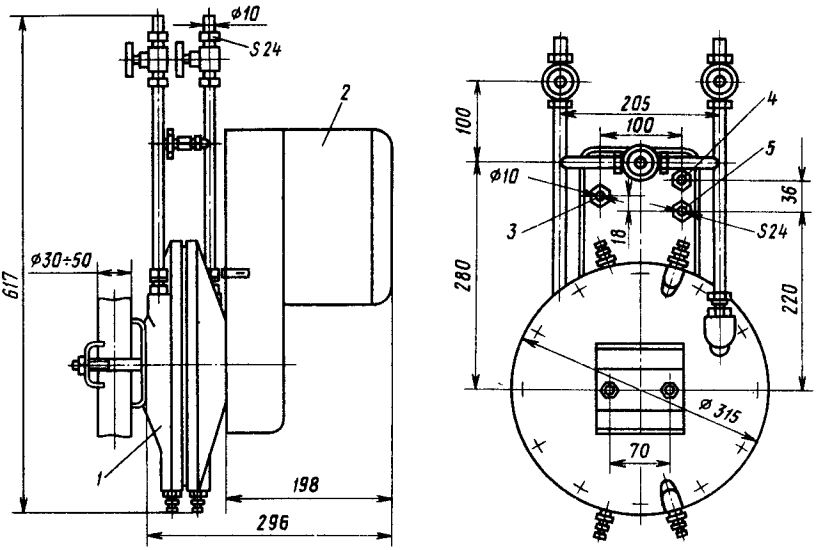


Рис. 12.17. Общий вид и габаритные размеры датчика ДРДРГ-100:

1 – измерительный блок; *2* – блок передаточного механизма и механогидравлического преобразователя; *3* – питание; *4* – слив; *5* – выход

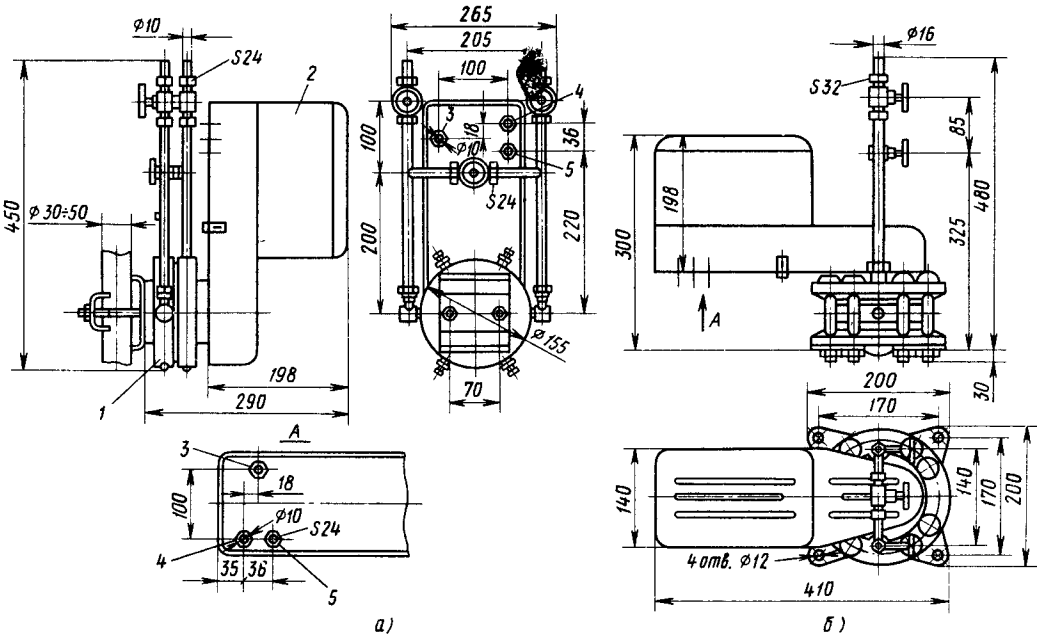


Рис. 12.18. Общий вид и габаритные размеры датчиков ДРДГ-400 (*а*), ДРДГ-630—ДРДГ-1600 (*б*)

1 — измерительный блок; *2* — блок передаточного механизма и механогидравлического преобразователя; *3* — питание; *4* — слив; *5* — выход

30—50 мм; специальной скобой, поставляемой комплектно с датчиками, подсоединяют трубопроводы в соответствии с имеющимися на датчике надписями, предварительно очистив входные отверстия от грязи, окалины и т. п., при этом гидравлические линии выполняют трубопроводом с внутренним диаметром не менее 7 мм, а импульсные — не менее 16 мм.

Датчик ДДГ монтируют на установочной площадке четырьмя болтами М8 × 45.

Габаритные и присоединительные размеры датчиков ДРДРГ и ДРДГ даны соответственно на рис. 12.17 и 12.18.

Регулятор давления РДЖТ-1 предназначен для автоматического регулирования давления воды при изготовлении изделий методом гидропрессования. Регулятор конструктивно выполнен в виде совокупности узлов, смонтированных на щите.

Монтаж регулятора РДЖТ-1 заключается в правильной на соответствующих скобах установке смонтированного щита четырьмя болтами диаметром 14 мм при его вертикальном расположении (манометр должен быть вверху) и при свободном доступе к нему для наладки и обслуживания.

Габаритные и присоединительные размеры регулятора приведены на рис. 12.19.

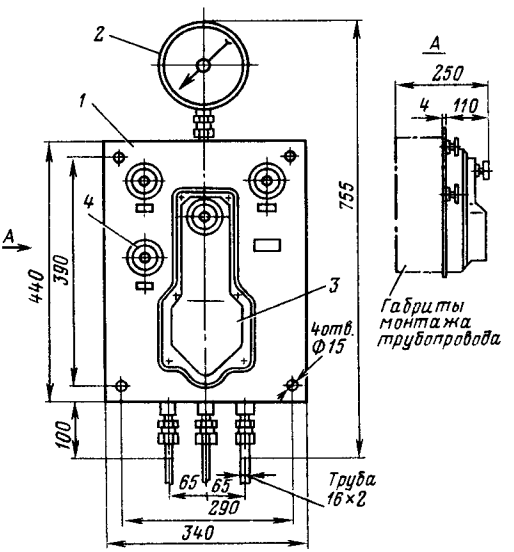


Рис. 12.19. Общий вид и габаритные размеры регулятора РДЖТ-1:

1 — щит; *2* — манометр; *3* — стабилизатор; *4* — вентиль

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР СИСТЕМЫ ОРГРЭС

Универсальный гидравлический регулятор системы ОРГРЭС включает в себя датчик температуры ТМП, регулятор температуры блочный РТБ, регулятор РД-3А, клапаны регулирующие РК-1 и УРРД.

Датчик температуры ТМП является терморегулирующим малоинерционным прибором, предназначенным выполнять функции чувствительно-усилительного элемента гидравлических регуляторов температуры. Датчики температуры ТМП работают в комплекте с клапанами РК-1, УРРД и другими клапанами, применяемыми при автоматизации закрытых систем горячего водоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, в качестве неотъемлемого узла регулятора температуры РТБ при автоматизации открытых систем горячего водоснабжения и смесительных установок, а также при автоматизации различных технологических процессов.

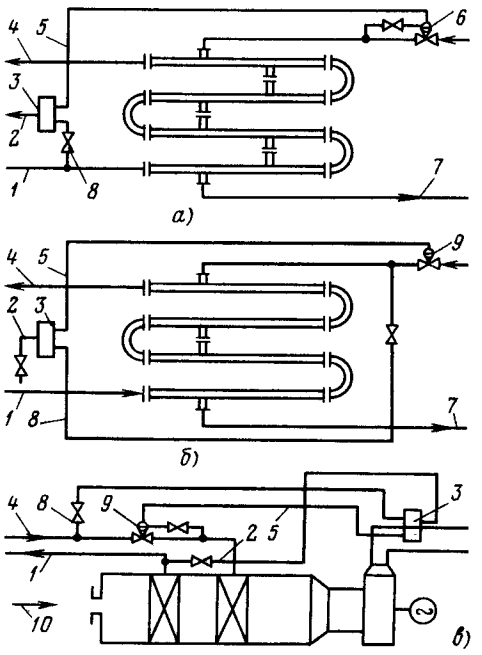


Рис. 12.20. Схемы включения регулятора температуры ТМП:

а — слив на воде на базе клапана РК-1; *б* — бессливная на воде с регулятором УРРД; *в* — бессливная на воздухе с регулятором УРРД; *1* — из водопровода; *2* — линия слива P_0; *3* — датчик температуры ТМП; *4* — горячее водоснабжение; *5* — линия командного давления; *6* — клапан РК-1; *7* — обратный трубопровод; *8* — линия рабочего агента; *9* — регулятор УРРД; *10* — воздух

Монтаж датчика температуры ТМП заключается в его установке вблизи регулирующего прибора с учетом удобства обслуживания и минимальной длины соединительных линий в специальную бобышку, приваренную к трубопроводу или воздуховоду, и в подсоединении соединительных линий, выполненных медными трубками диаметром 10 × 1 мм по ГОСТ 617—72. В местах отбора и возврата рабочего агента устанавливают запорные вентили. Габаритные размеры датчика температуры равны 175 × 115 мм. Датчики температуры ТМП предназначены для работы при температуре окружающей среды от + 5 до + 50 °С и относительной влажности до 80%. В местах установки датчиков вибрация может быть от 5 до 120 Гц.

Схемы включения регулятора температуры ТМП в системах регулирования температуры воды и воздуха приведены на рис. 12.20.

Регулятор температуры блочный РТБ предназначен для поддержания температуры смешанной воды в открытых системах горячего водоснабжения и защиты систем отопления от опорожнения при интенсивном водоразборе или аварийной ситуации. Регулятор температуры состоит из датчика температуры ТМП, устройства защиты и регулирующего клапана.

Монтаж регулятора блочного РТБ осуществляется на горизонтальном участке трубопровода гидроприводом вниз в месте, удобном для проведения наладочных и ремонтных работ. Далее подсоединяют трубопроводы холодной и горячей воды; фланцевые соединения при этом должны быть герметичными, для чего используют паронитовые или фторопластовые прокладки. На линии подвода давления от обратного трубопровода к устройству защиты устанавливают запорный вентиль.

Регулятор температуры блочный РТБ предназначен для работы при температуре окружающей среды от + 5 до + 50 °С и относительной влажности до 80%.

Регулирующий прибор РД-3А является усилительно-управляющим звеном гидравлических регуляторов. Он рассчитан на работу без датчиков в комплекте с исполнительными устройствами (клапаиами), оборудованными мембранно-пружинным исполнительным механизмом, и предназначен для регулирования давления, расхода, уровня

и перепада давления жидких и неагрессивных сред.

При регулировании параметров в открытых емкостях применяют модификацию прибора при односильфонной сборке, в закрытых емкостях – при трехсильфонной сборке.

Основными узлами прибора являются корпус-основание, управляющий клапан, чувствительный элемент и узел настройки.

Регулирующий прибор устанавливают в вертикальном положении на расстоянии 1,2 м от пола вблизи исполнительного механизма (клапана РК-1 или УРРД) с учетом удобства обслуживания и наименьших длин соединительных линий. Прибор закрепляют на стойке, кронштейне или исполнительном механизме. Соединительные линии выполняют медными трубами диаметром 10 мм, дренажные – стальными трубами диаметром 15–20 мм.

В местах отбора импульса и рабочей среды устанавливают запорные вентили. Прибор может быть смонтирован таким образом, что рабочая среда будет сбрасываться в дренаж (сливная схема) или в трубопровод с пониженным давлением (бессливная схема).

Регулирующие клапаны с мембранным исполнительным механизмом РК-1 и УРРД

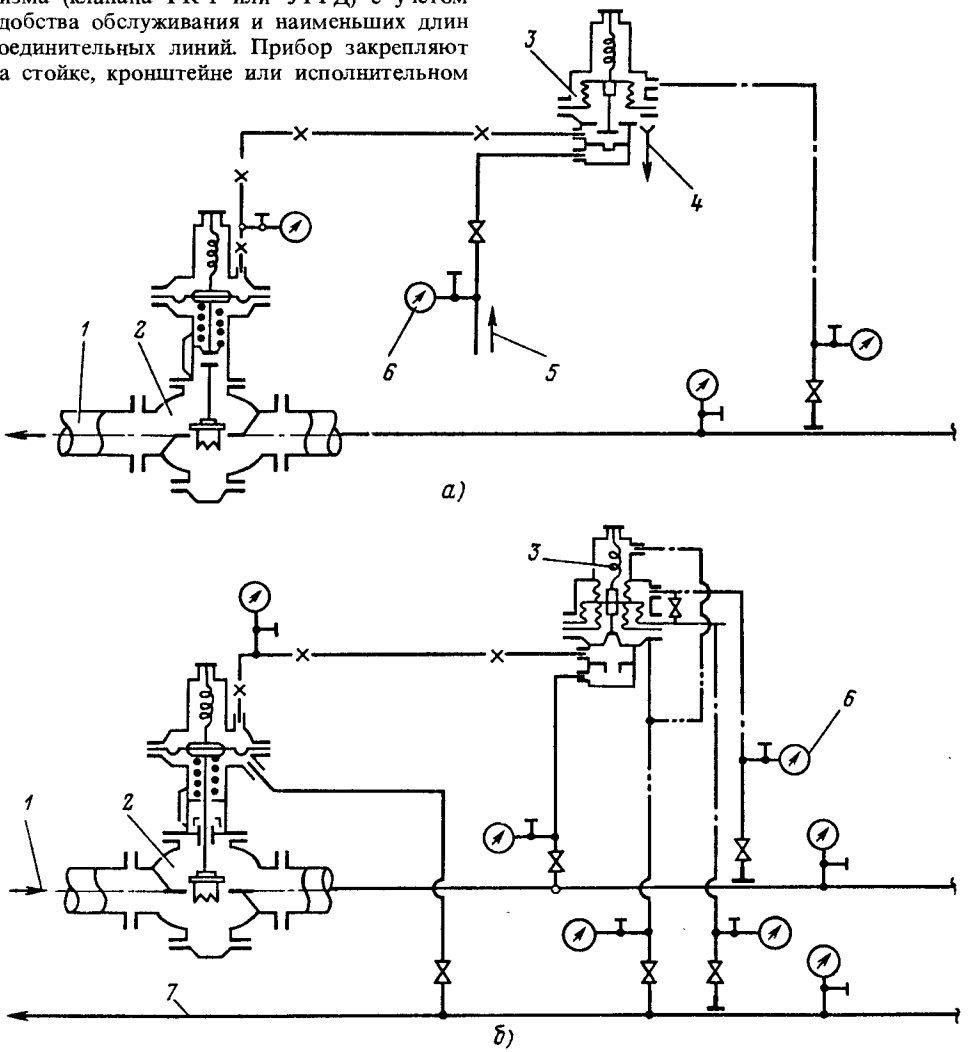


Рис. 12.21. Схемы подключения регулирующего прибора РД-3А:

а – сливная; *б* – бессливная; *1* – поток регулируемой среды прямой; *2* – регулирующий клапан РК-1; *3* – регулятор РД-3А; *4* – слив в дренаж; *5* – вода из водопровода; *6* – манометр; *7* – поток регулируемой среды обратный

предназначены для работы с регулирующими приборами РД-3А при автоматизации объектов теплофикации и для регулированиия параметром паровых или газовых сред. Они могут также применяться в качестве регуляторов прямого действия. Клапаны состоят из корпуса и мембранного исполнительного механизма.

Клапаны монтируют на горизонтальных участках трубопроводов при вертикальном расположении штока. При этом мембранный исполнительный механизм должен быть над клапаном. Соединительные линии из медных или стальных труб диаметром 8—10 мм при монтаже выполняют возможно короткими.

В качестве примера на рис. 12.21 приведены схемы регулирования с прибором РД-3А и регулирующим клапаном РК-1.

На рис. 12.21, *а* показана схема работы прибора, регулирующего давление «до себя». На рис. 12.21, *б* – схема работы прибора, поддерживающего перепад давления между прямой и обратной линиями теплосети.

Здесь рабочей средой является среда прямой линии теплосети. Ее возврат осуществляется в обратную линию теплосети. Для нормальной работы необходимо, чтобы было $P_р - P_{обр} \geqslant 0{,}2$ МПа.

12.4. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ

Пневматические средства автоматизации применяются в тех отраслях промышленности, где технологические процессы либо взрывоопасны, либо протекают относительно медленно. К таким отраслям относятся химическая, нефтеперерабатывающая, нефтедобывающая, газовая, металлургическая, деревообрабатывающая отрасли промышленности и др. В СССР применяется элементный принцип построения приборов и систем пневмоавтоматики, при которой любой новый пневматический прибор (регулятор) не создается в виде специальной конструкции, а собирается из пневмоэлементов универсального назначения, что дает возможность реализовать разнообразные управляющие устройства непрерывного и дискретного действий, собирать сколь угодно сложные схемы.

В частности, элементиый принцип построения приборов промышленной пневмоавтоматики воплощен в аппаратуре УСЭППА (универсальной системе элементов промышленной пневмоавтоматики).

ЭЛЕМЕНТЫ УСЭППА

Элементы УСЭППА предназиачены для построения любых управляющих устройств как непрерывного, так и непрерывио-дискретного действия, а также любой релейной системы. Номенклатура элементов УСЭППА включает в себя реле, элементы сравнения, клапаны, дроссели-повторители, задатчики, вентили, пневмокнопки, пневмотумблеры, электропневмо- и пневмоэлектропреобразователи и др. В комплект аппаратуры УСЭППА входят монтажные платы, на которых монтируют элементы. Предусматривается дальнейшее развитие и создание новых элементов.

Элементы УСЭППА рассчитаны для работы: 1) при температуре окружающей среды от +5 до +50 °С и относительной влажности до 80% при температуре +25 °С. Питание элементов УСЭППА осуществляется очищенным от пыли, масла и влаги воздухом под давлением (140 ± 14) кПа; 2) во взрыво- и пожароопасных помещениях и наружных установках всех классов (кроме электро-, пневмо- и пневмоэлектропреобразователей); 3) в условиях агрессивных сред, не действующих на конструкционные стали, цветные металлы и их сплавы, защищеиные хромоникелевыми и кадмиевыми покрытиями, молотковой эмалью, а также на анодированный алюминий.

Элементы УСЭППА просты по конструкции и технологии изготовления, имеют небольшие габаритные размеры и массу (основная часть элементов имеет размеры не более 40 × 50 × 40 мм, массу не более 100 г). Отдельные монтажные детали (ножки, штуцера, заглушки, прокладки), а также принятый способ монтажа предельно унифицированы.

Элементы УСЭППА предназначены для монтажа на специальных пластинах (платах), которые поставляются вместе с элементами. Монтажные платы представляют собой три слоя органического стекла, на поверхности средних слоев в нужном порядке расположены фрезерованные или выштампованные русла, образующие при герметичном соединении (исполнении) трех пластин каналы. Элементы могут быть связаны с каналами через радиальные отверстия ножек, используемых для крепления элементов к плате. Если требуется исключить внутреннюю коммутацию, то применяют ножки без радиальных отверстий. Ножки, в свою очередь, вставляются в сквозные отверстия в монтажиых платах. Отверстия расположены в такой последовательности, которая позволяет устанавливать

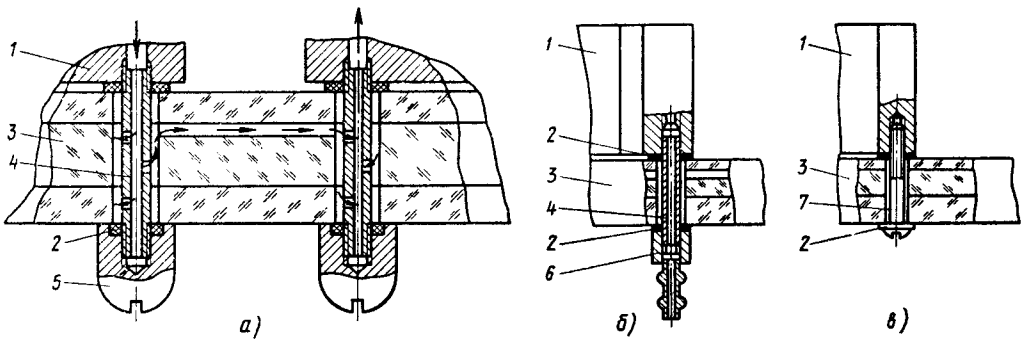


Рис. 12.22. Монтаж элементов УСЭППА с помощью ножек (*а*), штуцеров (*б*), винтов (*в*): *1* — элемент; *2* — прокладка; *3* — монтажная плита; *4* — ножка; *5* — заглушка; *6* — штуцер; *7* — винт

на плату любой элемент или любую комбинацию элементов. Все элементы УСЭППА имеют гнезда с резьбой М3 на глубине 5 мм. Для монтажа элементов на монтажных платах предусмотрены специальные монтажные детали: ножки, штуцера, заглушки, прокладки.

Монтаж элементов на монтажной плате осуществляют следующим образом. В сквозное отверстие монтажной платы вставляют ножку, имеющую на обоих концах резьбу М3. На продетый через плату конец ножки надевают прокладку и ножку ввинчивают в резьбовое гнездо элемента. С другой стороны платы на ножку (с радиальными отверстиями или без них) может быть навернут штуцер для последующей коммутации с любым элементом, прибором и т. п. Штуцер рассчитан на подсоединение пластмассовой трубы с внутренним диаметром 4 мм. Если устройства содержат много элементов, которые объединяются группами в типовые узлы с самостоятельной отладкой, возможен безножечный монтаж. При этом элементы крепят двумя винтами, а в платах не делают сквозных отверстий под ножки. Во всех случаях завод по спецификации заказа комплектно с элементами поставляет монтажные детали для любого из перечисленных выше видов монтажа, причем число монтажных деталей равно числу монтажных отверстий. Монтаж элементов может быть выполнен как в заводских условиях, так и в условиях монтажной зоны.

На рис. 12.22 показан монтаж элементов с помощью ножек, штуцеров и винтов.

СИСТЕМА ПРИБОРОВ «СТАРТ»

Из элементов УСЭППА заводом-изготовителем выпускаются приборы, которые объединены в систему приборов «Старт». Все эти приборы имеют общепромышленное применение и работают на стандартном давлении воздуха (140 ± 14) кПа. Температура окружающего воздуха должна быть в пределах от $+5$ до $+50$°С.

Расстояния от измерительного прибора (датчика) до регулятора и от регулятора до исполнительного механизма должны быть минимальными (5—10 м). Ограничение имеет целью уменьшить запаздывание сигналов.

Если специальных требований по уменьшению запаздывания сигналов нет, то регулятор может устанавливаться на расстоянии до 300 м, при этом целесообразно устанавливать регулятор на корпусе вторичного прибора.

Монтаж приборов «Старт» заключается в установке приборов на основании (металлической панели щита или какой-либо конструкции) и подсоединении трубных проводок (командных, питающих и др.) к штуцерам приборов.

Приборы «Старт» имеют отличия в конструкции корпусов, установочных размерах. По этим причинам различны способы их установки (монтажа). Так, приборы ПР1.5, ПФ1.1, ПФ1.17, ПФ2.1, ПФ3.1, ПФ4/5.1 монтируют с помощью специального кронштейна, поставляемого комплектно. Прибор к кронштейну крепят болтами диаметром 6 мм. Регуляторы ПР1.6, ПР2.8, ПР3.31, ПР3.32, ПР3.33, ПР3.34, ПР3.35 могут монтироваться на корпусе вторичного прибора, имеющего унифицированный штекерный разъем, у измерительного прибора, исполнительного механизма. В этих случаях для их монтажа требуется специальная деталь — гнездо для настенного монтажа. Регуляторы ПР1.6, ПР3.33, ПР3.34 всегда монтируются непосредственно у измерительного прибора

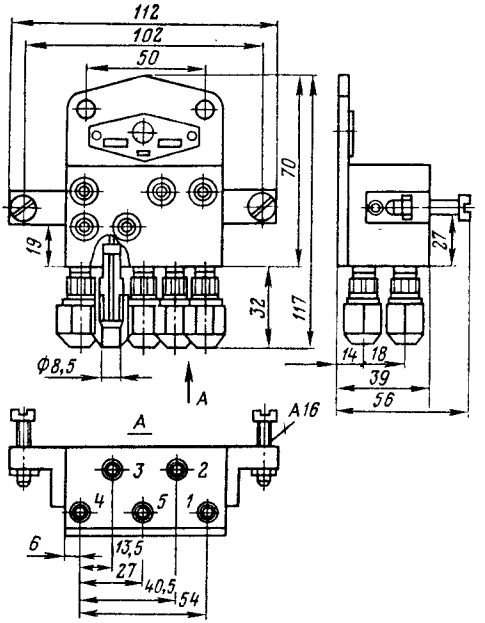


Рис. 12.23. Гнездо для настенного монтажа приборов ПР1.6, ПР2.8, ПР3.31, ПР3.32, ПР3.33, ПР3.34. ПР3.35

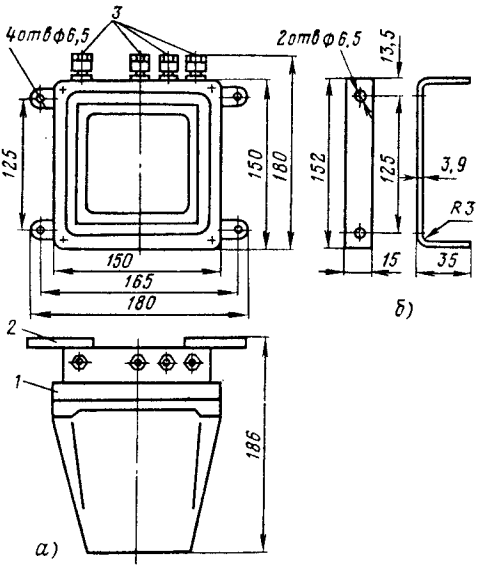


Рис. 12.24. Общий вид и габаритные размеры регуляторов пневматических Р-1, Р-2:
а – регулятор; *б* – скоба; *1* – корпус; *2* – планка; *3* – штуцера

или исполнительного механизма. Размеры гнезда приведены на рис. 12.23.

Приборы ПФ1.18 монтируют на щите с помощью двух прижимных кронштейнов, поставляемых комплектно с приборами.

Трубы к приборам присоединяют следующим образом. Со штуцера прибора снимают накидную гайку, вынимают пластмассовую заглушку, гайку надевают на трубу, конец которой после этого разбортовывают (медь – специальной разбортовкой, полиэтилен после подогрева конца трубы разбортовывается на штуцере прибора) и присоединяют к штуцеру прибора, после чего уплотняют накидной гайкой, навинчиваемой на резьбовую часть штуцера прибора. Соединительные линии к приборам могут выполняться медными или пластмассовыми (полиэтиленовыми) трубами соответственно 8 × 1 и 6 × 1 мм.

Прокладка, крепление, соединение и испытание трубопроводов после монтажа описаны в разд. 5.

РЕГУЛЯТОРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПОЗИЦИОННЫЕ Р-1 И Р-2

Регуляторы пневматические позиционные Р-1 и Р-2 предназначены для двухпозиционного регулирования различных технологических параметров, контролируемых датчиками с пневматическим выходным сигналом. В частности, в комплекте с датчиком уровня жидкости пневматическим ДУЖП-200 он может применяться для регулирования уровня жидкости в газодобывающей, нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности.

Регуляторы монтируют как внутри шкафов (навесной монтаж), так и на щитах (утопленный монтаж). При навесном монтаже регулятор крепится болтами диаметром 6 мм, которые пропускаются через отверстия в планках на корпусе регулятора. При уплотненном монтаже планки снимаются и вместо них на корпус устанавливаются специальные скобы (рис. 12.24), которые и крепятся к щиту. В зависимости от способа монтажа регулятора штуцера устанавливают на корпусе сверху или в задней стенке.

Питание регуляторов осуществляется осушенным и очищенным воздухом под давлением (140 ± 14) кПа.

В комплект поставки входят втулки (4 шт.) и фильтр-редуктор, заказываемый особо. Масса регулятора составляет 5 кг.

12.5. ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ

В общем случае электронный регулятор состоит из следующих основных устройств:

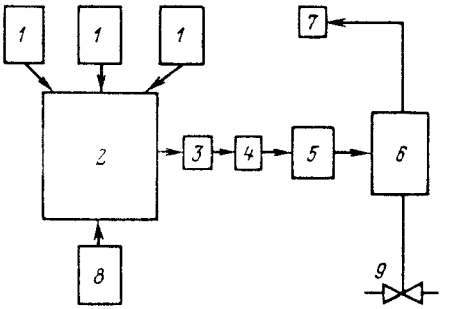


Рис. 12.25. Структурная схема электронного регулятора:

1 — первичный преобразователь; *2* — электронный регулирующий прибор; *3* — переключатель управления; *4* — ключ управления; *5* — пусковое устройство; *6* — электрический исполнительный механизм; *7* — указатель положения; *8* — задатчик; *9* — регулирующий клапан

первичного преобразователя, электронного регулирующего прибора, переключателя управления, ключа управления, пускового устройства, электрического исполнительного механизма, указателя положения, задатчика и регулирующего клапана. На рис. 12.25 приведена структурная схема электронного регулятора. При использовании различных электронных регуляторов структурные схемы будут несколько отличаться от приведенной.

Здесь описывается монтаж собственно регуляторов (без монтажа первичных преобразователей), различного вспомогательного оборудования, блоков и аппаратуры, ис полнительных механизмов и др.

Электронные регуляторы по функциональному назначению аналогичны друг другу. Так, регуляторы РПА, Р133, блоки регулирующие РБА, РБИМ, Р17, Р27, Р28, регулирующий прибор Р25, корректирующие приборы К15, К16, К26 применяют в качестве элементов, обеспечивающих суммирование сигналов от первичных преобразователей, введение информации о заданном значении регулируемой величины, формирование и усиление сигнала для воздействия на управляемый процесс, ручное управление нагрузкой, ограничение выходного сигнала по минимуму и максимуму, сигнализацию предельных значений сигнала, демпфирование сигнала отклонения параметра от заданного значения и некоторые другие функции.

Регуляторы монтируют с соблюдением одних и тех же требований. Аналогичны требования и к монтажу щитов, на которых приборы устанавливаются, к прокладке электрических соединительных цепей, разделке кабелей и жгутов проводов.

Для всех указанных выше приборов и блоков щит располагают в невзрывоопасном помещении; для управления органами настройки регуляторов обеспечивают необходимую освещенность и достаточный фронт обслуживания. Регуляторы монтируют таким образом, чтобы обеспечить хороший доступ к зажимным панелям. Воздух помещения должен быть сухим, чистым и не содержать компонентов, действующих разрушающе на изоляцию проводов и контактные соединения. Температура воздуха помещения может быть от +5 до +50 °С при относительной влажности от 30 до 80%. Конструкции регуляторов предусматривают возможность подачи в корпус сжатого воздуха под давлением до 100 Па для предотвращения попадания пыли внутрь корпуса регулятора. Для этого на корпусах регуляторов предусмотрен штуцер, к которому подсоединяется полиэтиленовая труба размером 8 × 1,6 мм для подачи сжатого воздуха.

Регуляторы рассчитаны на применение в условиях вибрации в местах их установки с частотой не более 25 Гц при амплитуде до 0,1 мм и наличии внешних магнитных полей постоянного или переменного тока с частотой 50 Гц, напряженностью до 400 А/м. При этом следует соблюдать следующее условие: минимальные расстояния по прямой от любой точки регулятора до элементов, имеющих магнитные поля, должны быть не менее 1 м.

Питание прнборов осуществляется переменным напряжением 220 В частотой 50 Гц.

Для крепления приборов и блоков на панели щита используют детали, поставляемые комплектно с ними. Приборы и блоки монтируют в вырезы панелей щитов. Некоторые приборы и блоки, как следует из практики монтажа, требуют дополнительного крепления их корпусов, что оговорено на рисунках общих видов приборов.

Электрические соединительные цепи (измерительные и силовые) с другими элементами системы регулирования выполняют в соответствии с проектом автоматизации кабелями или жгутами проводов при соблюдении обязательного условия — силовые цепи выполняют отдельным кабелем. Прокладка и разделка кабеля и жгутов проводов должна соответствовать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ). Допускается непосредственное присоединение жил кабелей к зажимным колодкам приборов и блоков. Все измерительные цепи каждого прибора и блока могут быть объединены в общий кабель. Приборы и блоки должны быть заземлены.

Масса регулирующих блоков Р17, Р27, Р28 не более 5 кг, регулирующих приборов РПА, Р133, Р25, регулирующих блоков РБА, РБИМ, регулирующего устройства Р111, корректирующих приборов К15, К16, К26 – не более 6 кг, устройства регулирующего РП4 – не более 6,5 кг, прибора регулирующего РП2 – не более 12 кг.

ПРИБОРЫ РЕГУЛИРУЮЩИЕ АНАЛОГОВЫЕ РПА, Р133

Приборы регулирующие РПА, Р133 являются регуляторами температуры и применяются в схемах автоматического регулирования в различных отраслях промышленности.

Схемы электрических подключенний приборов регулирующих РПА, Р133 приведены на рис. 12.26.

БЛОКИ РЕГУЛИРУЮЩИЕ ИМПУЛЬСНЫЕ РБА И РБИМ

Блоки регулирующие РБА, РБИМ являются приборами, входящими в комплекс электрических аналоговых средств регулирования Государственной системы приборов (ГСП), и предназначены для применения в схемах автоматического регулирования

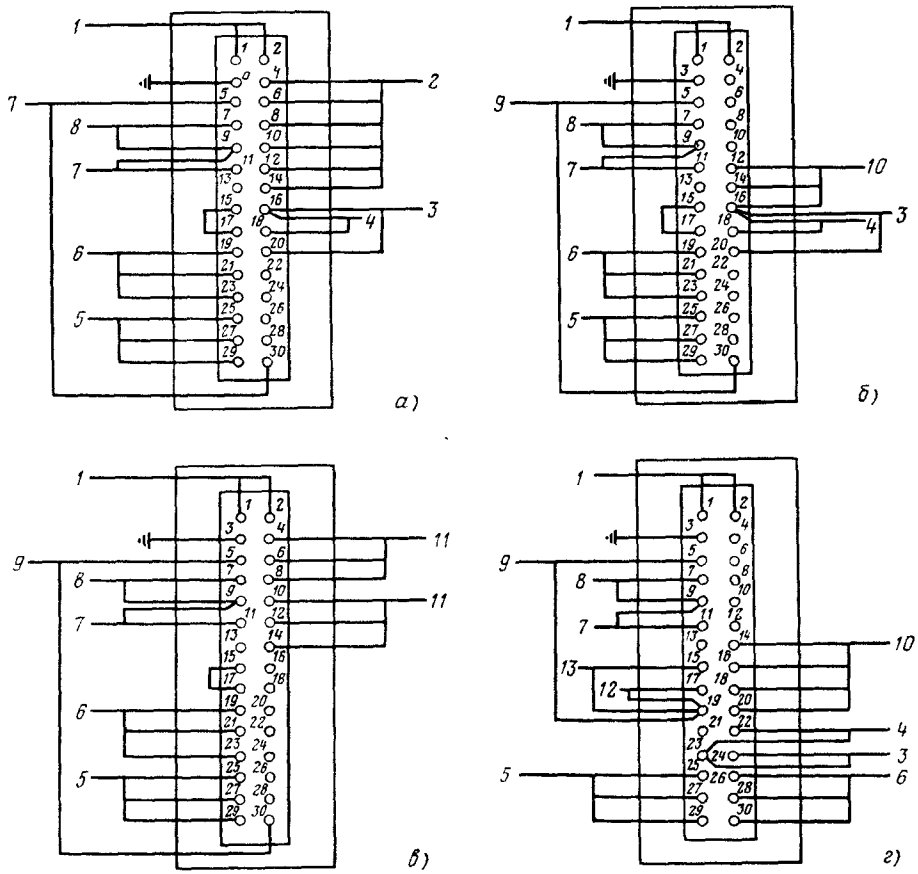


Рис. 12.26. Схемы электрических подключений приборов РПА, Р133:

а – РПА-П; *б* – РПА-Т; *в* – РПА-С; *г* – Р133; *1* – питание; *2* – к дифференциально-трансформаторным преобразователям; *3* – вход 0–10 В; *4* – вход 0–5 мА; *5* – сигнализация верхнего предельного отклонения; *6* – сигнализация нижнего предельного отклонения; *7* – выход 0–10 В; *8* – выход 0–5, 0–20 или 4–20 мА; *9* – выход усилителя 0–10 В; *10* – к термопреобразователю; *11* – к термопреобразователю сопротивления; *12* – выход измерительного устройства; *13* – вход регулирующего устройства

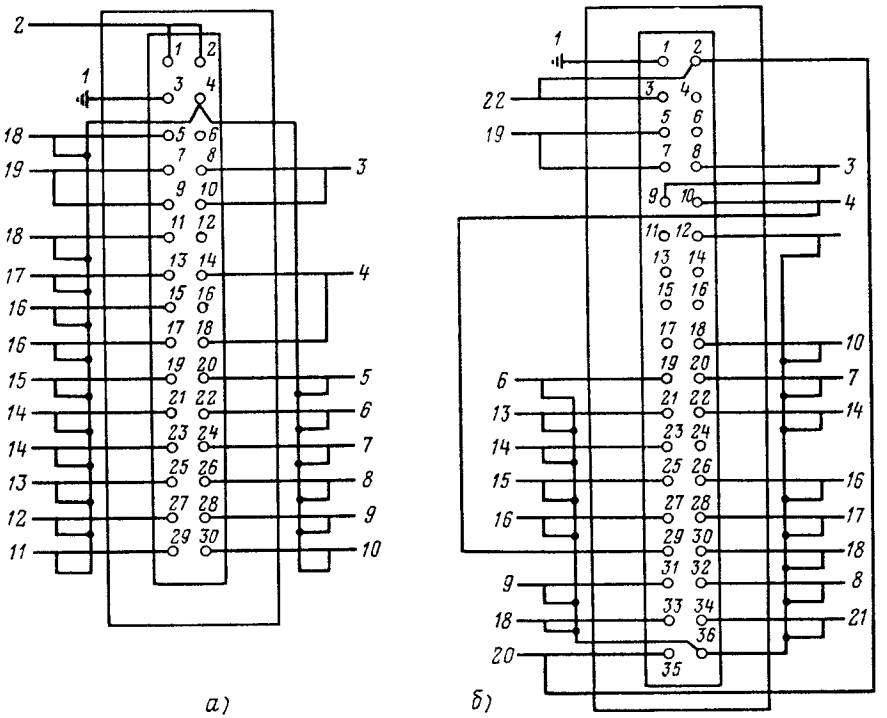


Рис. 12.27. Схема подключения регулирующего прибора:

а – РБА-П (приборное исполнение); *б* – РБА-Ш (шкафное исполнение); *1* – заземление; *2* – питание; *3* – выход 0–10 В; *4* – установка инверсии выходного сигнала; *5* – установка ручного режима; *6* – установка выходного сигнала «Больше»; *7* – установка выходного сигнала «Меньше»; *8* – вход сигнала 0–10 В интегратора; *9* – вход сигнала 0–10 В пропорциональной части; *10* – выходной сигнал по рассогласованию 0–10 В; *11* – выходное напряжение источника блока 10 В; *12* – выходное напряжение внутреннего источника блока – 10 В; *13* – входной сигнал токовый 0–5, 0–20 или 4–20 мА; *14* – входной сигнал 0–10 В; *15* – входной сигнал по заданию токовый 0–5 мА, 0–20 или 4–20 мА; *16* – входной сигнал по заданию 0–10 В; *17* – источник питания напряжением +10 В для уставки масштабирования задания; *18* – источник питания напряжением –10 В для уставки «ограничение»; *19* – выходной токовый сигнал 0–5, 0–20 или 4–20 мА; *20* – питание –24 В; *21* – источник питания +10 В для компенсации нуля при входном сигнале 4–20 мА; *22* – питание +24 В

температуры различных объектов регулирования.

Схема электрических подключений блока регулирующего РБА приведена на рис. 12.27.

СИСТЕМА ПРИБОРОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ «КОНТУР»

В систему приборов автоматического регулирования «Контур» входят приборы регулирующие Р25 и приборы корректирующие К15, К16, К26. Эти приборы применяются в автоматических системах регулирования технологических процессов.

Схемы электрических подключений приборов Р25, К15, К16, К26 приведены на рис. 12.28 и 12.29.

УНИФИЦИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОННОМ ИСПОЛНЕНИИ «КАСКАД-2»

Электрический унифицированный комплекс устройств автоматического регулирования в микроэлектронном исполнении «Каскад-2» предназначен для автоматического регулирования технологических процессов в различных отраслях промышленности.

В состав комплекса «Каскад-2» входят

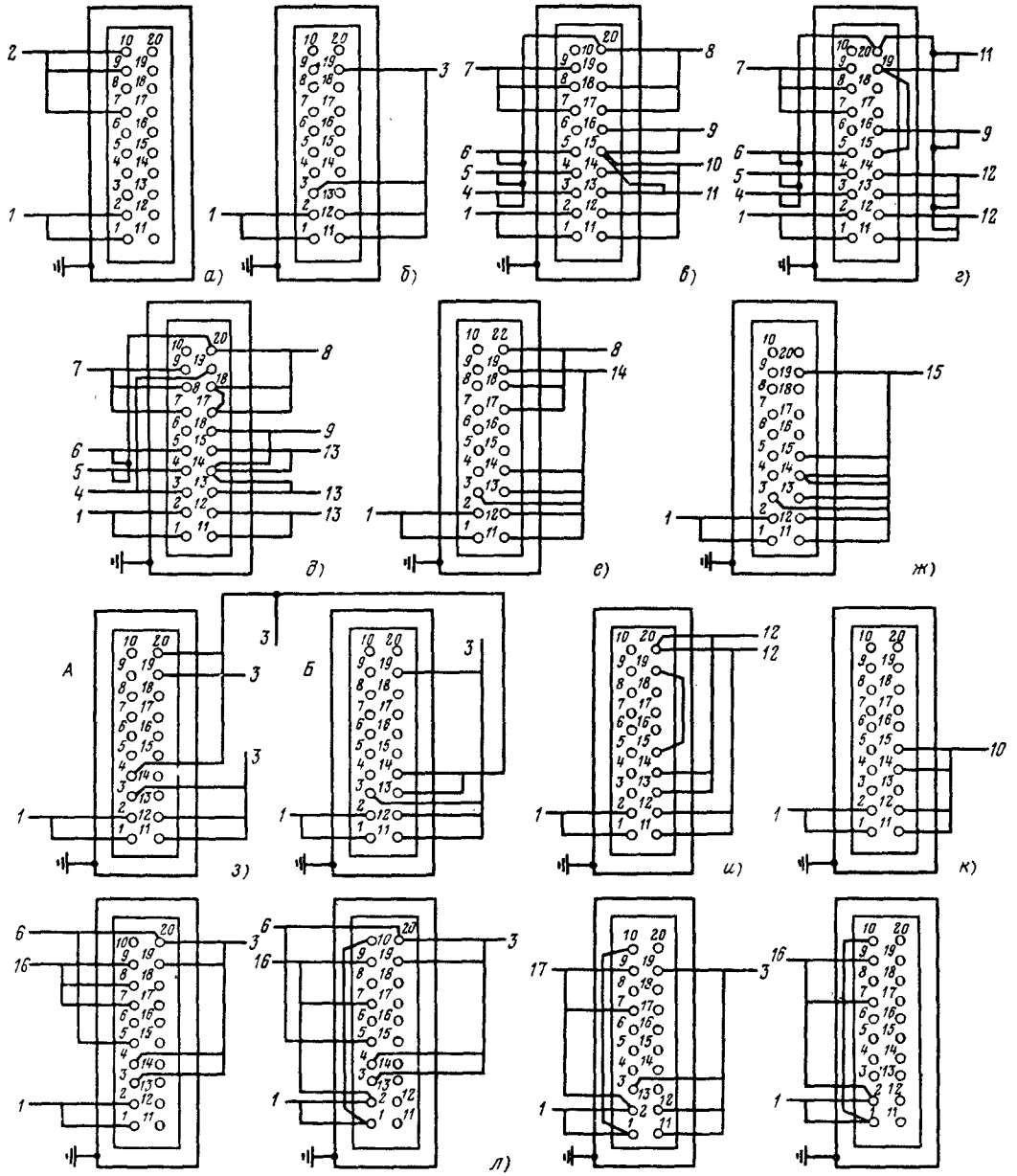


Рис. 12.28. Схемы электрических подключений регулирующего прибора:

а – Р25 при управлении пусковыми устройствами на 220 В; *б* – Р25.1 с одним дифференциально-трансформаторным преобразователем; *в* – Р25.3; *г* – Р25.2; *д* – Р25.1; *е* – Р25.1 с двумя дифференциально-трансформаторными преобразователями и задающим устройством; *ж* – Р25.1 с тремя дифференциально-трансформаторными преобразователями; *з* – Р25.1 с подачей сигнала от ведущего (*А*) к ведомому (*Б*) регулятору; *и* – Р25.2 с двумя термопреобразователями сопротивления; *к* – Р25.3 с термоэлектрическими преобразователями; *л* – Р25 с исполнительным механизмом; *1* – питание; *2* – в схему управления на 220 В; *3* – к дифференциально-трансформаториому преобразователю; *4* – питание дифференциально-трансформаторного преобразователя; *5* – сигнал от дифференциально-трансформаторного преобразователя; *6* – индикатор положения; *7* – выход; *8* – к задающему устройству; *9* – вход 0–10 В; *10* – к модулю компенсации; *11* – вход 0–5 мА или 0–20 мА; *12* – к термопреобразователю сопротивления; *13* – вход 0–10 мГн, 0–5 или 0–20 мА; *14* – к двум дифференциально-трансформаторным преобразователям; *15* – к трем дифференциально-трансформаторным преобразователям; *16* – к блоку управления; *17* – к исполнительному механизму

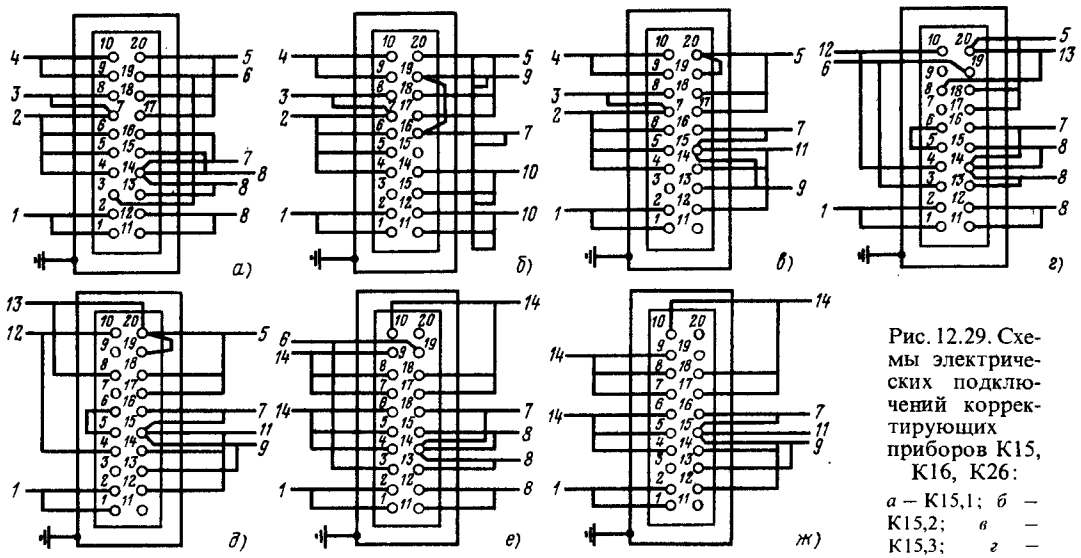


Рис. 12.29. Схемы электрических подключений корректирующих приборов К15, К16, К26:

а – К15,1; *б* – К15,2; *в* – К15,3; *г* – К16.1; *д* – К16,3; *е* – К26,1; *ж* – К26,3; *1* – питание; *2* – ручное управление; *3* – выход 0–10 В; *4* – выход 0–5 мА; *5* – внешнее задающее устройство; *6* – питание первичных преобразователей; *7* – вход 0–10 В; *8* – вход 0–10 мГн, 0–5 мА или 0–20 мА; *9* – вход 0–5 или 0–20 мА; *10* – к термопреобразователю сопротивления; *11* – к коробке холодных спаев; *12* – вход 0–24 В; *13* – выход –10÷+10 В; *14* – выход к реле

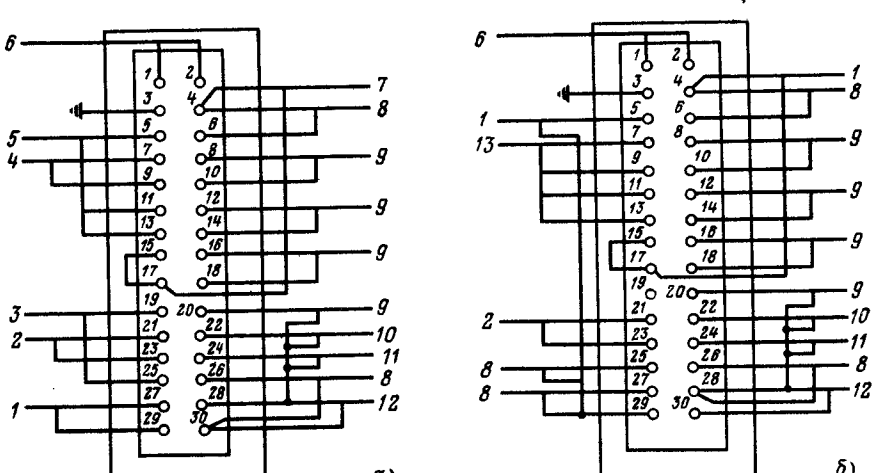
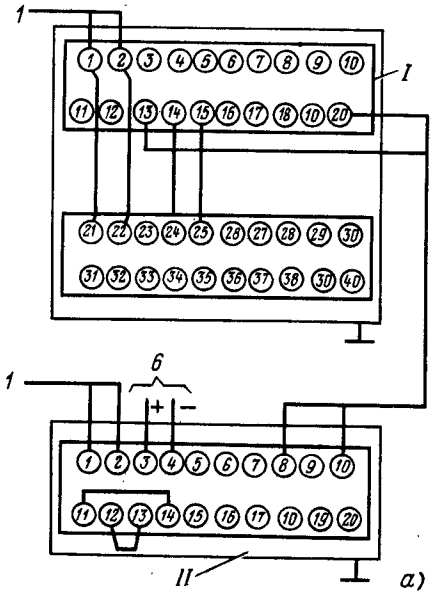


Рис. 12.30. Схемы электрических подключений регулирующих блоков Р17, Р27:

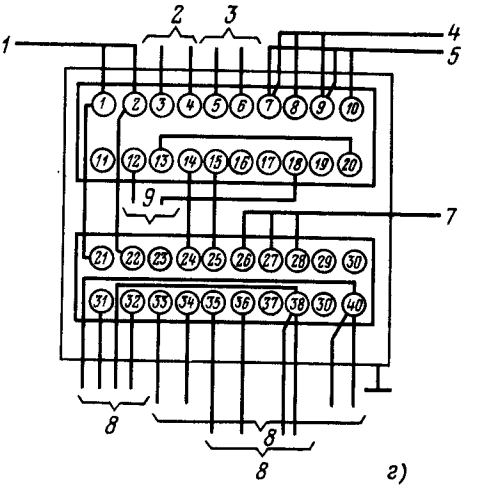
а – блока Р17; *б* – блока Р27; *1* – выход 0–10 В; *2* – к потенциометрическому задатчику; *3* – ручное управление; *4* – выход 0–5, 0–20 или 4–20 мА; *5* – коммутация для выходов 0–5, 0–20 или –20 мА; *6* – питание; *7* – сигнал отклонения 0–10 В; *8* – вход 0–10 В; *9* – вход 0–5 мА; *10* – вход 4–20 мА; *11* – вход 0–20 мА; *12* – вход –1÷+1 В; *13* – выход 0–24 В

следующие устройства: блоки регулирующие аналоговые с непрерывным выходным сигналом Р17, блоки регулирующие с импульсиым выходным сигналом Р27, блоки суммирования и ограничения сигналов А05, ограничеиия и размножения сигналов А06, вычислительных операций А35, аналого-релейного преобразователя Л03, динамических преобразований Д05, динамического преобразователя с автоподстройкой Д06, блок регулирующий с импульсным выходом и с автоподстройкой параметров Р28, блоки интегрирования Д07, нелинейного преобразования Н05, усилитель тиристорный трехпозиционный У23.

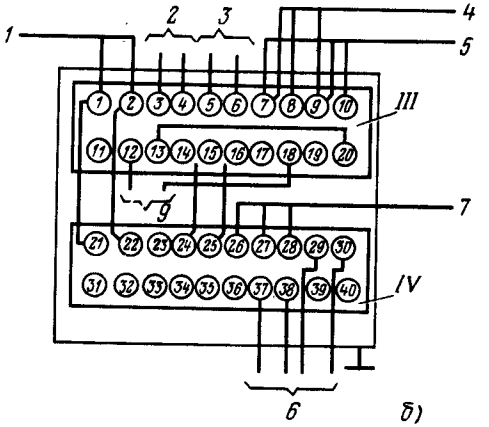
Схемы электрических подключений регулирующих блоков Р17, Р27 приведены на рис. 12.30.


1
I
6
+
−
II

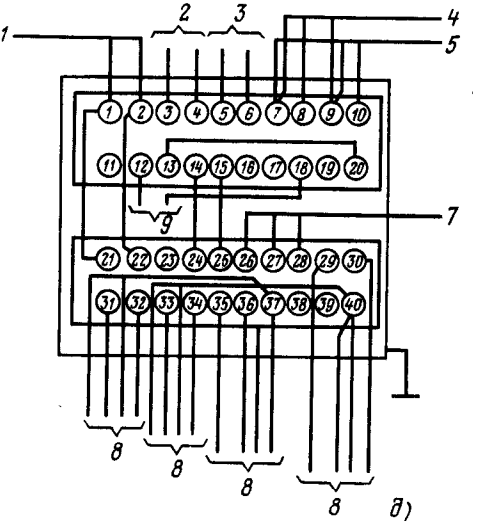
а)


1
2
3
4
5
9
7
8

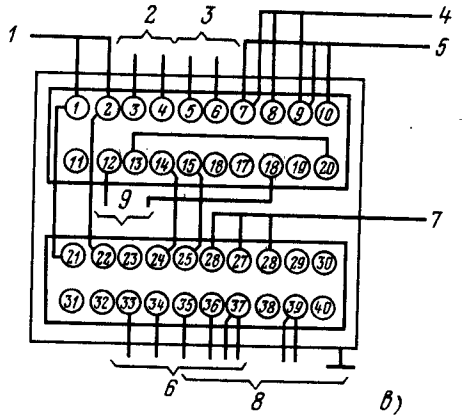
г)


1
2
3
4
5
III
9
7
IV
6

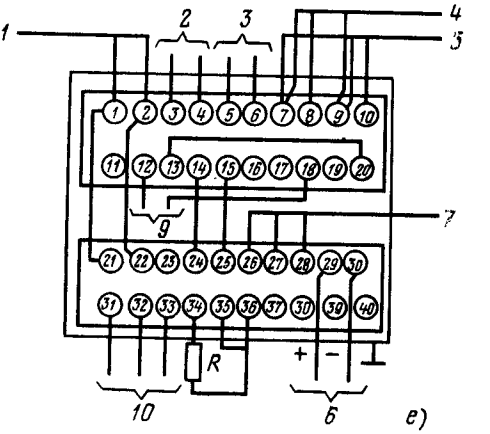
б)


1
2
3
4
5
9
7
8

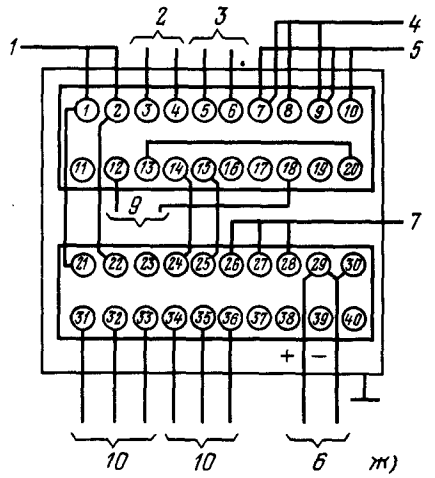
д)

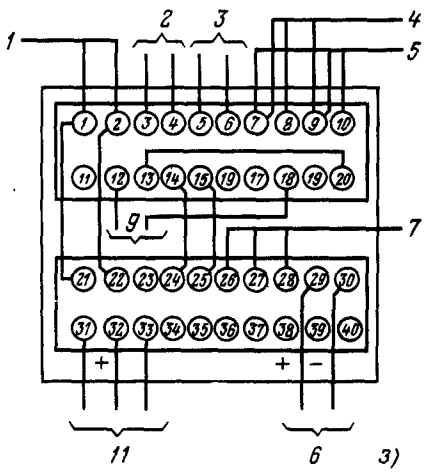

1
2
3
4
5
9
7
6
8

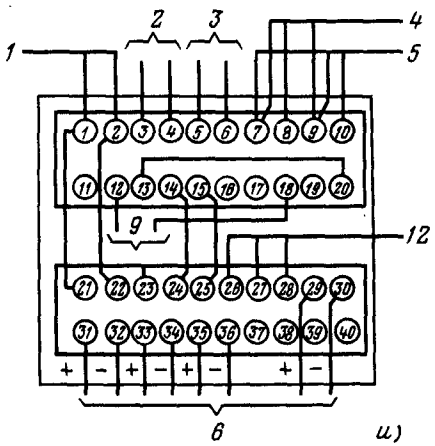
в)


1
2
3
4
5
9
7
R
+
−
10
6

е)







ПРИБОРЫ РЕГУЛИРУЮЩИЕ РП2

Приборы РП2 являются бесконтактными регулирующими приборами с импульсным управлением исполнительными механизмами.

Приборы регулирующие применяются для автоматизации технологических процессов в различных областях промышленности.

Схемы электрических присоединений приборов регулирующих РП2 приведены на рис. 12.31.

УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРУЮЩЕЕ РП4

Устройство регулирующее РП4 с импульсным выходиым сигналом предназначено для формирования необходимых законов регулирования автоматических регуляторов, имеющих в схеме электрические исполнительные механизмы постоянной скорости.

Устройство регулирующее РП4 применяется в автоматизированных системах управления технологическими процессами.

Габаритные размеры устройства регулирующего РП4 в зависимости от способа соединения шасси с корпусом (без розетки и с розеткой) различны.

Рис. 12.31. Схемы электрических подключений приборов:

а – РП2 с дифференциатором ДУ-2; *б-д* – РП2 – П2 с одним – четырьмя дифференциально-трансформаторными преобразователями; *е, ж* – РП2-С2 с одним и двумя термопреобразователями сопротивления; *з* – РП2-Т2; *и* – РП2-У2; *I* – регулятор РП2; *II* – днфференциатор ДУ-2; *III* – зажимы электронного блока; *IV* – зажимы измерительного блока; *1* – питание; *2* – логика «Меньше»; *3* – логика «Больше»; *4* – выход при работе с магнитным лускателем; *5* – выход при работе с магнитным усилителем; *6* – вход 0 – 5 мА; *7* – к задатчику ЗД-50; *8* – к дифференциально-траисформаторному преобразователю; *9* – дистанционное управлеиие скоростью связи; *10* – к термопреобразователю сопротивления; *11* – к термоэлектрическому преобразователю через коробку холодных спаев; *12* – к задатчику ЗД-50 или ЗД-1000

Примечания: 1. При присоединении к регулятору РП2 второго дифференциатора ДУ-2 зажимы *9* и *10* подключают соответственно к зажимам *11* и *20* регуляторов.

2. У регулятора РП2-П2 вместо дифференциально-трансформаторных преобразователей могут подключаться ферродинамические преобразователи.

3. Сопротивление проволочного манганинового резистора равно 49,6 Ом.

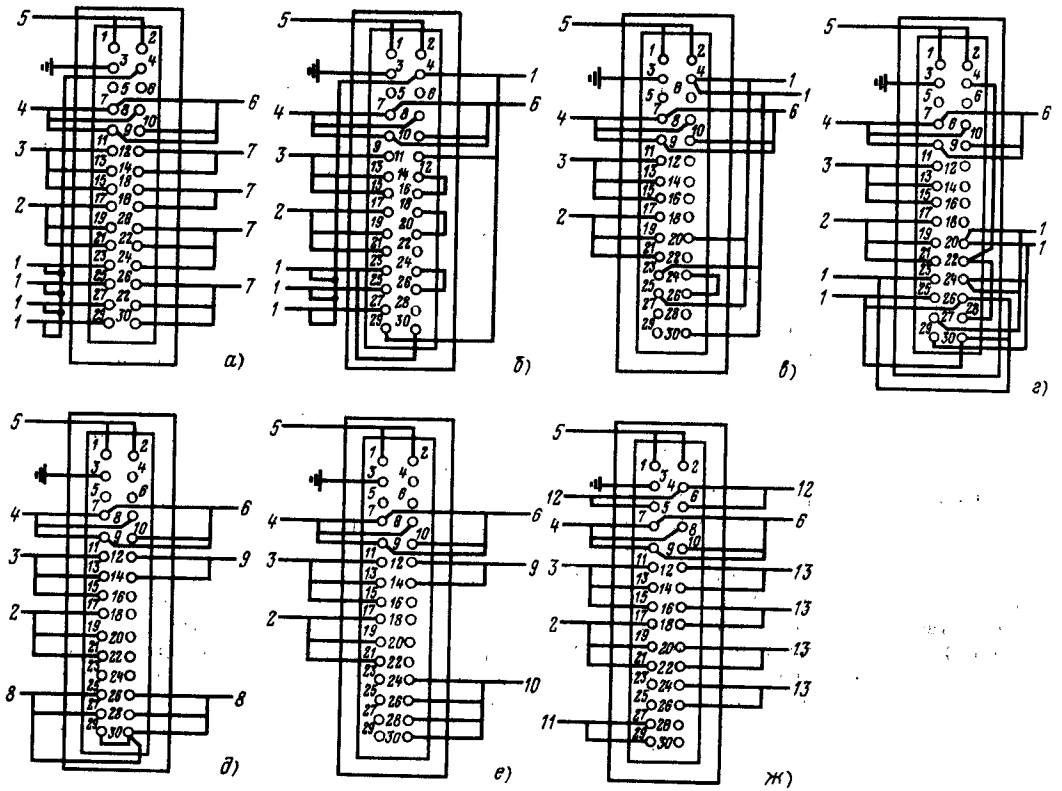


Рис. 12.32. Схемы электрических подключений устройства регулирующего РП4:
а – РП4-П; *б* – РП4-П с четырьмя дифференциально-трансформаторными преобразователями; *в* – РП4–П с двумя ферродинамическими преобразователями; *г* – РП4–П с четырьмя индуктивными преобразователями; *д* – РП4-Т с двумя термопреобразователями сопротивления; *е* – РП4-Т с термопарой; *ж* – РП4-У; *1* – вход; *2* – к внешнему задатчику; *3* – внешняя подстройка; *4* – выход 0–24 В; *5* – питание; *6* – логическое состояние бесконтактных ключей; *7* – питание первичного преобразователя; *8* – к термопреобразователю сопротивления; *9* – вход 0–5 мА; *10* – к коробке холодных спаев; *11* – выход внутреннего задачика; *12* – вход 0–10 В; *13* – вход токовый

Схемы электрических подключений устройства регулирующего РП4 приведены на рис. 12.32.

ВЫСОКОТОЧНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ ВРТ-2

Регулятор температуры типа ВРТ-2 предназначен для высокоточного регулирования температуры в различных объектах регулирования. Система ВРТ-2 состоит из двух приборов: измерительного блока И-102 и регулирующего устройства Р-111. Прибор Р-111, кроме работы в комплекте с измерительным блоком И-102, может работать непосредственно с первичными преобразователями, имеющими унифицированный сигнал 0–5 или 0–20 мА постоянного тока. В качестве исполнительного механизма прибора Р-111 используются пропорциональные усилители мощности или электрические позиционеры.

Система ВРТ-2 в комплекте с тиристорным усилителем У-252 образует систему ВРТ-3. Регулирующее устройство Р-111 и измерительный блок И-102 предназначены для утопленного монтажа на вертикальной панели щита в закрытом взрывобезопасном помещении. Место установки приборов должно быть освещено и удобно для управления органами настройки. В целях устранения возможности попадания пыли внутрь корпуса прибора на задней стенке его корпуса расположен специальный штуцер для подвода сжатого воздуха под давлением до 100 Па.

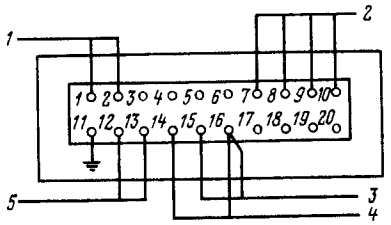


Рис. 12.33. Схема электрических подключений регулирующего прибора Р-111:

1 – питание; *2* – выход 0–5 мА; *3* – вход 0–20 мА; *4* – вход 0–5 мА; *5* – к измерительному блоку И-102

Воздух должен быть сухим и чистым, а также не должен содержать элементов, разрушающе действующих на изоляцию проводов и контактные соединения.

Приборы должны быть защищены от влияния каких-либо внешних магнитных полей, а также не должно быть вибраций.

Прокладка и разделка кабеля, соединяющего приборы с другими элементами, должна отвечать требованиям действующих ПУЭ. Все измерительные цепи приборов могут быть объединены в один общий кабель. Приборы должны быть заземлены.

Схема электрических подключений регулирующего устройства Р-111 приведена на рис. 12.33.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ РЕГУЛИРУЮЩИЕ И ЗАДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА РУ5-01М И РУ5-02М

Автоматические электронные программные регулирующие устройства предназначены для позиционного, пропорционального или изодромного регулирования различных параметров по заданной программе и работают в комплекте с автоматическими измерительными приборами.

Программные устройства монтируют на панели щита (утопленный монтаж) в помещениях с окружающей температурой воздуха от 0 до +50 °С и относительной влажностью от 30 до 80%.

В воздухе не должно быть примесей, могущих окислить ответственные узлы прибора.

Вблизи мест установки регулирующих устройств не должно быть мощных источников переменных электромагнитных полей, создаваемых электродвигателями, трансформаторами и вибрацией.

Детали крепления поставляются комплектно с устройствами. После монтажа на панели прибор заземляют, присоединяя к специальному зажиму на заземляющий медный изолированный провод диаметром 2–3 мм. Измерительные и силовые цепи к регулирующим устройствам необходимо прокладывать отдельными кабелями, а при прокладке проводами – в отдельных защитных трубах и гибких металлорукавах, которые должны быть заземлены.

Сечение жилы провода или жилы кабеля должно быть не менее 1,5 мм^2.

Масса регулирующего устройства не более 16,5 кг.

Схемы электрических подключений регулирующих устройств РУ5-01М и РУ5-02М приведены на рис. 12.34.

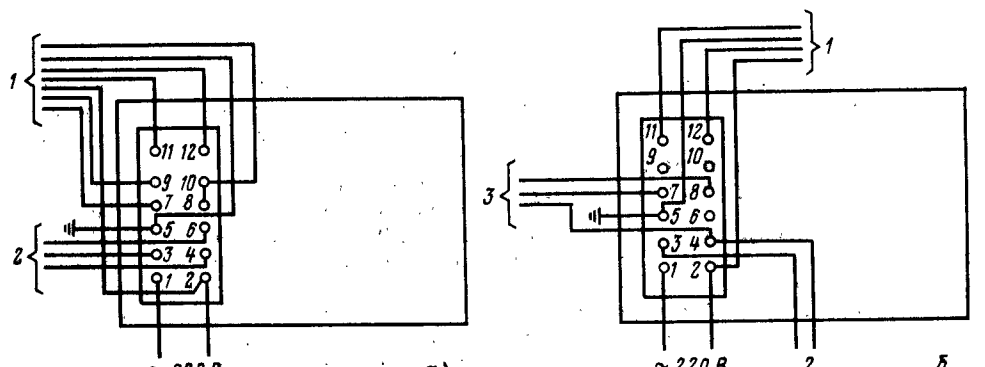


Рис. 12.34. Схема электрических подключений регулирующих устройств РУ5–01М (*а*) и РУ5-02М (*б*):

1 – в схему регулирования; *2* – к измерительному прибору; *3* – к изодромному регулирующему устройству

РАЗДЕЛ ТРИНАДЦАТЫЙ
ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

13.1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Электрические исполнительные механизмы подразделяются на однооборотные и многооборотные. В однооборотных исполнительных механизмах выходной вал может перемещаться только в пределах одного неполного оборота. Максимальный угол поворота вала определяется конструкцией исполнительного механизма и положением конечных выключателей. В многооборотных электрических исполнительных механизмах выходной вал вращается в течение неограниченного времени при подаче на электродвигатель напряжения питания.

ОДНООБОРОТНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Исполнительный механизм ИМТМ-40/2,5-83. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры исполнительного механизма представлены на рис. 13.1.

Редуктор *3* является основным узлом, к которому присоединяются все остальные узлы, входящие в механизм. Он состоит из литого корпуса с размещенными в нем червяком, червячным колесом и фрикционным тормозом *5*. Смазка редуктора (червячная и цилиндрическая зубчатые передачи, подшипники) – ЦИАТИМ-203.

Фрикционный тормоз служит для ограничения выбега выходного вала механизма. Тормозной момент зависит от силы давления пружины на тормозной диск, соприкасающийся с фрикционным кольцом, приклеенным к корпусу. Тормозной диск связан с червяком; при этом имеется возможность его перемещеиия вдоль оси червяка.

Ручное управление механизмом осуществляется путем сочленения съемной ручки с концом вала червяка.

Узел микровыключателей *4* состоит из двух кулачков и двух микропереключателей и предназначен для ограничения диапазона рабочего хода выходного вала механизма.

Коиечные выключатели срабатывают при нажатии соответствующих кулачков, поворачивающихся вместе с выходным валом механизма, на буферные пластины, соединенные с приводными элементами микропереключателей. Угол поворота вала исполнительного механизма зависит от положения кулачков на выходном валу. Фиксация положения кулачков осуществляется затяжкой гайки.

В механизме применен серийно выпускаемый электродвигатель 4АА56В4У3 выходной мощностью 180 Вт.

Механизм изготавливается для работы

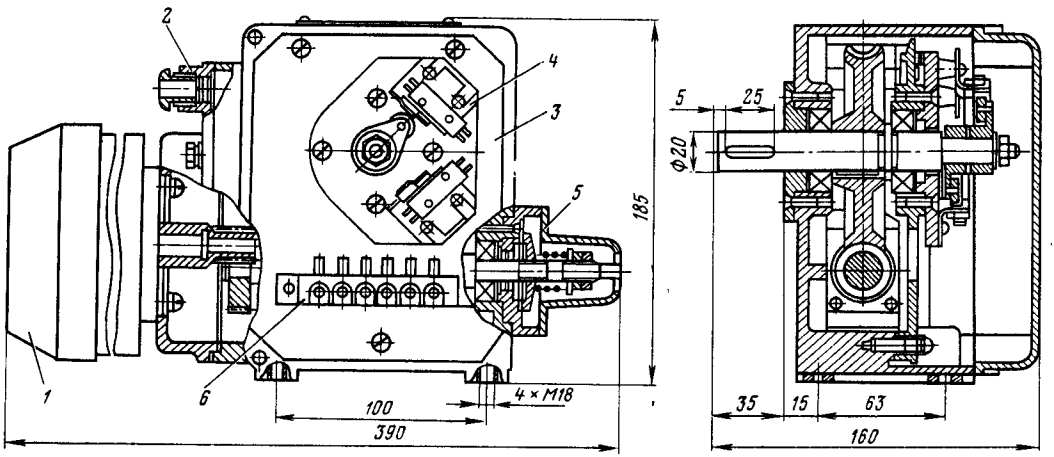


Рис. 13.1. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры механизмов ИМТМ-40/2,5-83:
1 – электродвигатель; *2* – штуцерный ввод; *3* – редуктор; *4* – узел микровыключателей; *5* – фрикционный тормоз; *6* – коробка зажимов

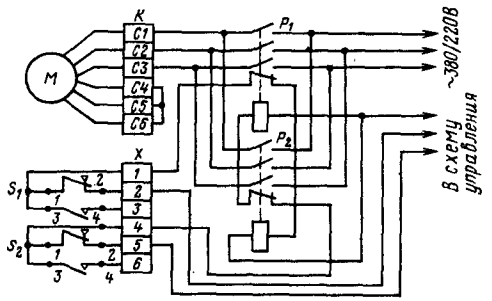


Рис. 13.2. Электрическая схема внешних соединений исполнительного механизма с пускателем типа ПМЕ:

М – электродвигатель; *К* – колодка электродвигателя; *Х* – колодка зажимов; S_1, S_2 – микропереключатели; P_1, P_2 – реле пускателя

в повторно-кратковременном реверсивном режиме с числом включений до 60 в час с ПВ до 15% при нагрузке на выходном валу от номинальной противодействующей до номинальной сопутствующей.

Механизм допускает непрерывную работу длительностью до 10 мин с чередованием номинальной противодействующей и сопутствующей нагрузок на выходном валу.

Механизм допускает установку при любом пространственном расположении выходного вала. Крепление механизма производится четырьмя болтами М8.

Исполнительный механизм применяется в комплекте с магнитным пускателем типа ПМЕ. Электрическая схема внешних соединений ИМ с пускателем ПМЕ приведена на рис. 13.2.

Электрическое подключение механизма производят через штуцерный ввод и сальниковое устройство электродвигателя согласно схеме соединений. Место подсоединения заземляющего проводника должно быть тщательно защищено и предохранено после присоединения заземляющего проводника от коррозии путем нанесения слоя консистентной смазки. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не менее 20 МОм.

Исполнительные механизмы МЭО с электродвигателями серии ДРС. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры ИМ представлены на рис. 13.3.

Механизм имеет следующие модификации: МЭО-16/10-0,25-82; МЭО-16/63-0,25-82; МЭО-16/25-0,63-82; МЭО-16/160-0,63-82; МЭО-40/25-0,25-82; МЭО-40/63-0,25-82; МЭО-40/63-0,63-82; МЭО-30/160-0,63-82.

Условное обозначение модификации ИМ содержит данные о его крутящем моменте, времени полного хода выходного вала, угле поворота выходного вала. Кроме указанного, в модификации в конце шифра дается буква Р для механизмов с реостатным датчиком БДР-П или буква И для механизма с индукционным датчиком БДИ-6.

Например, механизм модификации МЭО-16/25-0,63-82Р имеет крутящий момент 16 Н·м, время полного хода выходного вала 25 с, номинальный ход (угол поворота) вала 0,63 оборота и реостатный датчик.

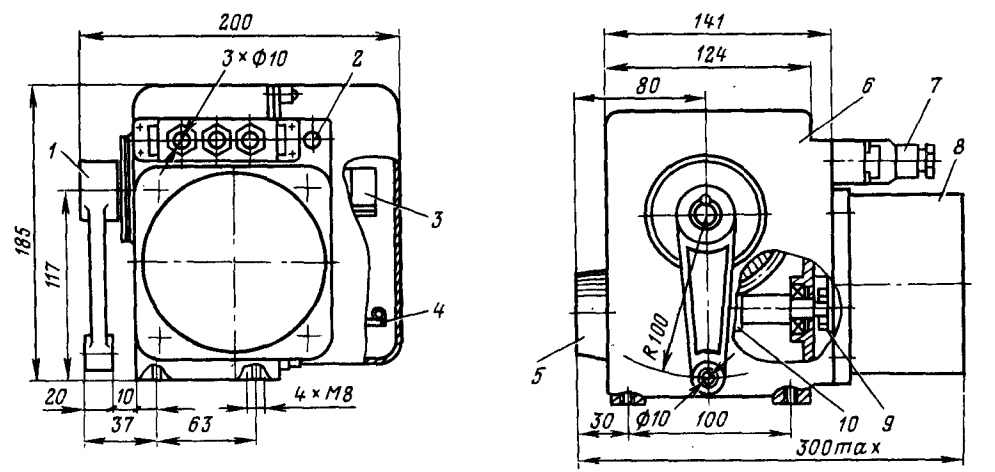


Рис. 13.3. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры исполнительного механизма МЭО с электродвигателем ДСР:

1 – рычаг; *2* – болт заземления; *3* – датчик; *4* – панель; *5* – ручной привод; *6* – редуктор; *7* – штепсельный разъем; *8* – электродвигатель; *9* – зубчатая пара; *10* – червячная пара

Механизм применяется при повторно-кратковременном реверсивном режиме работы с ПВ до 25% при номинальном моменте с числом включений до 300 в час.

Движение от электродвигателя передается на выходной вал механизма через зубчатую и червячную передачи.

Разные модификации механизмов по скорости получаются сменой электродвигателя и изменением передаточного числа цилиндрической зубчатой пары.

Ручное управление механизмом осуществляется с помощью ручного привода 5.

Привод к блоку датчиков осуществляется непосредственно от выходного вала.

Принципиальная электрическая схема ИМ представлена на рис. 13.4. Блок индукционных датчиков БДИ-6 состоит из четырех индукционных датчиков (рис. 13.4, *а*), четырех кулачков и четырех микровыключателей, качающегося рычага и валика.

Все элементы укреплены на корпусе блока датчиков.

При повороте выходного вала механизма профильный кулачок действует на качающийся рычаг, который, в свою очередь, действует на сердечники индуктивных датчиков.

Профильный кулачок выполнен по спирали Архимеда в диапазонах 0–90° и 0–240°.

Все кулачки могут устанавливаться в любом положении независимо один от другого.

Блок реостатных датчиков БДР-П отличается от блока БДИ-6 только тем, что вместо индукционных датчиков имеет два реостата (рис. 13.4, *б*) с токосъемниками и контактными кольцами.

На рис. 13.4, *а* представлена принципиальная электрическая схема ИМ с датчиком БДИ-6 и электродвигателем ДСР-1/10-0,7. Если исполнительный механизм имеет электродвигатель модификаций ДСР-4/60 или ДСР-10/60, то электродвигатель подключается по схеме рис. 13.4, *в*. Реостатный датчик БДР-П подключается по схеме рис. 13.4, *б*. В ИМ с БДР-П электродвигатель подключается так же, как и в ИМ с БДИ-6, по схеме на рис. 13.4, *а* или *в*.

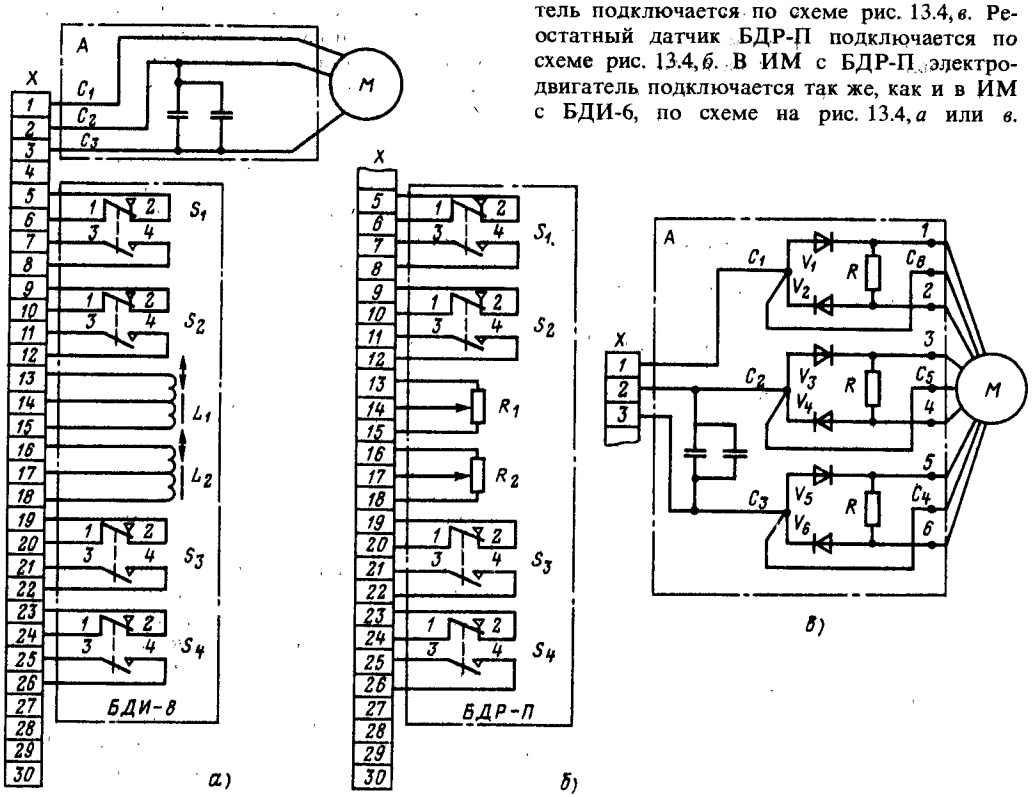


Рис. 13.4. Принципиальные электрические схемы исполнительного механизма МЭО:
а – с датчиком БДИ-6 и электродвигателем типа ДСР-1/10–0,7; *б* – схема подключения датчика БДР-П; *в* – схема подключения электродвигателя ДСР-4/60 или ДСР-10/60; *M* – электродвигатель; *X* – вилка РП10-30; $S_1 - S_4$ – микропереключатели; *A* – панель

При подаче напряжения питания к зажимам *1*, *2* вал механизма вращается в одну сторону, при подаче напряжения питания к зажимам *1*, *3* – в обратную сторону.

Электрические микровыключатели, установленные в блоке сигнализации положения, служат для ограничения перемещения выходного вала, а также для блокировки и сигнализации.

Для подключения внешних электрических цепей в механизме применен разъем типа РП-10-30.

Профиль кулачка микровыключателя позволяет удерживать микровыключатель во включенном (выключенном) состоянии при дальнейшем повороте кулачка на 90° после срабатывания микровыключателя.

Сочленение механизмов с регулирующим органом может осуществляться как непосредственно к выходному валу, так и через тягу, соединенную с рычагом.

Внешние электрические соединения механизмов осуществляются с помощью медных проводов сечением не более 1 мм^2 через штепсельный разъем.

Исполнительные механизмы МЭО с электродвигателями серии ДАУ. Общий вид, габаритные и установочные размеры механизма представлены на рис. 13.5. Механизм состоит из редуктора, электродвигателя, блока датчиков, блока конденсаторов и электромагнитного тормоза.

Механизмы имеют следующие модификации: МЭО-40/10-0,25; МЭО-40/25-0,83; МЭО-100/10-0,25; МЭО-100/25-0,83; МЭО-100/25-0,25; МЭО-100/63-0,83; МЭО-250/25-0,25; МЭО-250/63-0,83; МЭО-250/63-0,25; МЭО-250/180-0,63. Цифры в шифре модификации соответственно обозначают: номинальный крутящий момент на выходном валу (Н·м), номинальное время полного хода выходного вала (с), номинальный полный ход выходного вала (0,25 или 0,63 оборота).

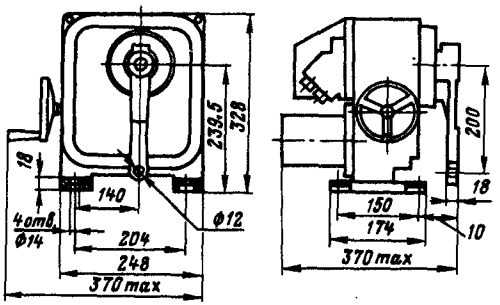


Рис. 13.5. Общий вид, габаритные и установочные размеры МЭО с электродвигателем ДАУ

Механизмы изготовляются для работы в повторно-кратковременном реверсивном режиме с числом включений до 320 в час и ПВ до 25% при нагрузке на выходном валу от номинальной противодействующей до 0,5 номинального значения сопутствующей. При этом механизмы допускают работу в течение 1 ч в повторно-кратковремеином реверсивном режиме с числом включений до 630 в час и ПВ до 25% со следующим повторением не раньше чем через 3 ч. Интервал времени между выключением и включением на обратное направление – не менее 50 мс. Максимальная продолжительность непрерывной работы механизма в реверсивном режиме не должна превышать 10 мин.

В механизмах по заказу могут быть установлены индукционные БДИ-6 или БСПИ-10, реостатные БДР-П или БСПР-10, токовые БСПТ-10 или БСПТ/К датчики.

Механизмы должны устанавливаться с горизонтальным расположеиием выходного вала. Допускается расположение вала наклонно под углом 15° к горизонтали.

Прежде чем приступить к монтажу, необходимо осмотреть механизмы и убедиться в отсутствии внешних повреждений. Крепление механизмов производить четырьмя болтами. Необходимо предусмотреть место для обслуживания механизмов со стороны датчика и ручного привода.

Принципиальные электрические схемы механизмов представлены на рис. 13.6. На рис. 13.6, *а* приведена схема подключения к колодке зажимов механизма датчиков БДИ-6 и электродвигателя. В случае применения датчиков БДР-П и БСПТ-10 они подключаются по схемам на рис. 13.6, *б* и *в* соответственно.

Сопротивления реостатов R_{p1} и R_{p2} выполнены каждый в виде потенциометров R_1 и R_2 (рис. 13.6, *г*) и R_3 и R_4 (рис. 13.6, *д*).

В случае применения реостатного датчика БДР-П для работы механизма при угле поворота выходного вала не более 90° используются потенциометры R_1 и R_2 со схемой соединения, приведенной на рис. 13.6, *г*. При угле поворота до 240° используются потенциометры R_3 и R_4 со схемой соединения, приведенной на рис. 13.6, *д*. К зажиму *18* колодки X_2 (рис. 13.6, *б*) можно присоединять провод *1* или *2* схемы на рис. 13.6, *г*; к зажиму *13* колодки X_1 – провод *8* или *7* схемы на рис. 13.6, *д*.

Датчики БСПИ-10 имеют одну индуктивную катушку, а датчики БСПР-10 – один

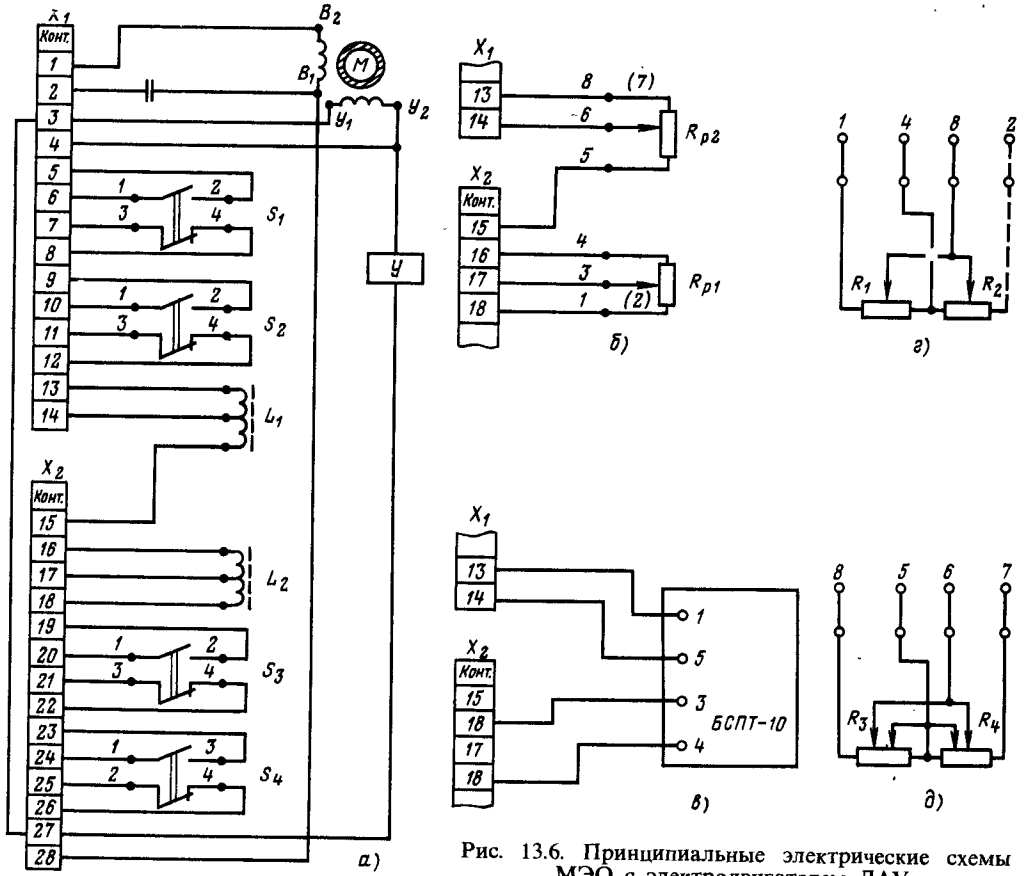


Рис. 13.6. Принципиальные электрические схемы МЭО с электродвигателем ДАУ:

а – с датчиком БДИ-6; *б* – подключение датчика БДР-6; *в* – подключение датчика БСП-Т; *г* и *д* – схемы соединений потенциометров датчиков БДР-П при угле поворота выходного вала исполнительного механизма до 90° и 240° соответственно; $S_1 - S_4$ – микропереключатели; *У* – электромагнитный тормоз типа ТЭМП-21

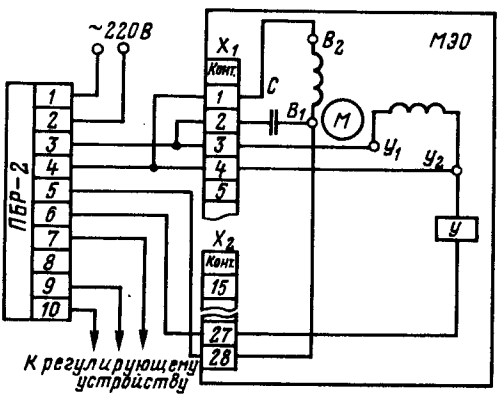


Рис. 13.7. Принципиальная электрическая схема соединений электродвигателя ДАУ исполнительного механизма МЭО с пускателем ПБР-2

реостат. В связи с этим в схемах механизмов с датчиками БСПИ-10 и БСПР-10 зажимы *16–18* на рис. 13.6, *а* и *б* свободны. Механизмы включаются через магнитные пускатели ПБР-2 или ПБР-2М. Принципиальная электрическая схема соединений механизма и ПБР-2 представлена на рис. 13.7.

Управление исполнительным механизмом осуществляется или от регулирующего устройства, или от блока ручного управления. В качестве примера на рис. 13.8 приведена принципиальная электрическая схема управления исполнительным механизмом МЭО с электродвигателем ДАУ с токовым датчиком БСПТ/К от регулирующего прибора типа РП4-У с жесткой обратной связью, реализующей закон П-регулирования. Ручное управление осуществляется от блока ручного управления типа БРУ-42.

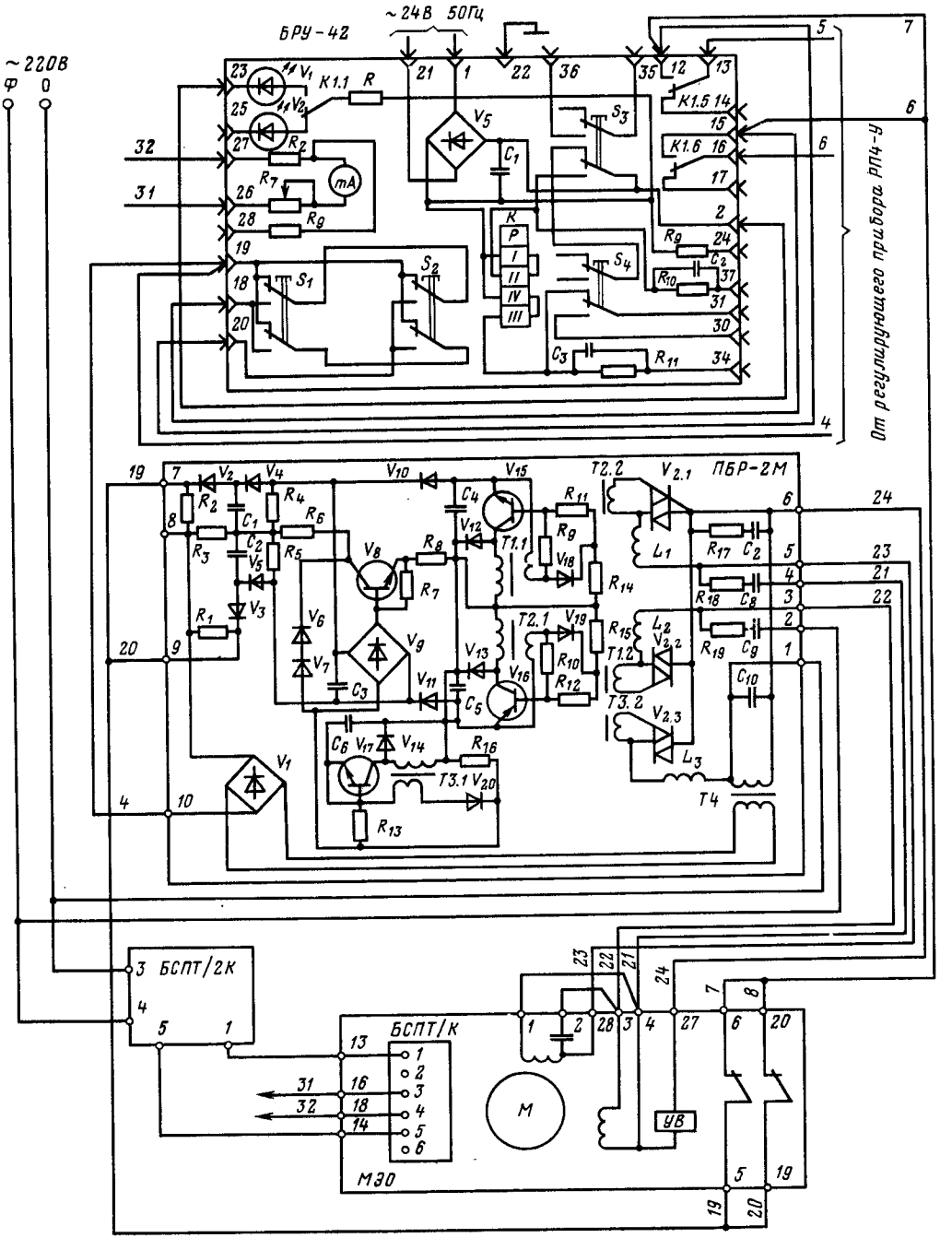


Рис. 13.8. Прииципиальиая электрическая схема управления исполнительным механизмом МЭО с электродвигателем ДАУ с токовым датчиком БСПТ/К от регулирующего прибора РП-4У:

БРУ-42 – блок ручиого управления; *ПБР-2М* – пускатель бесконтактный реверсивный; *МЭО* – исполиительный механизм с электродвигателем ДАУ; *БСПТ/2К* – блок питаиия

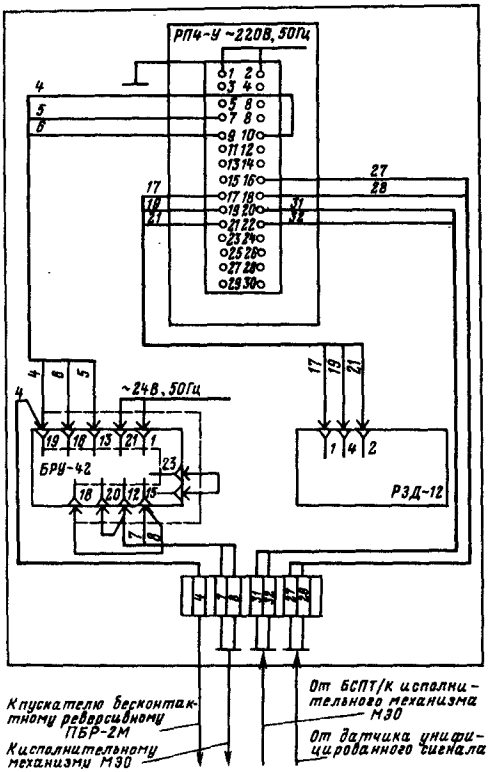


Рис. 13.9. Монтажная электрическая схема, соответствующая принципиальной схеме на рис. 13.8

Монтажная электрическая схема управления представлена на рис. 13.9.

Электрическое подключение механизмов следует производить через штуцерный ввод. Для этого необходимо снять крышку, гайку, заглушку и резиновое кольцо штуцерного ввода, затем пропустить провод через резиновое уплотнительное кольцо и все в сборе установить в гнездо штуцерного ввода. Подсоединить провода к зажимам согласно схеме на рис. 13.7. Установить крышку на место. При этом обратить внимание на наличие всех крепежных элементов и их равномерную затяжку.

Место присоединения заземляющего проводника должно быть тщательно зачищено и предохранено после присоединения заземляющего проводника от коррозии путем нанесения слоя консистентной смазки. По окончании монтажа с помощью мегаомметра следует проверить сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 20 МОм, и сопротивление заземляющего устройства, к которому подсоединен механизм. Оно должно быть не более 10 Ом.

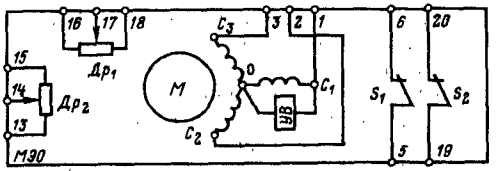


Рис. 13.11. Общий вид, габаритные и установочные размеры исполнительных механизмов МЭМ

Исполнительные механизмы МЭО с электродвигателями серии АОЛ. Для перемещения регулирующих органов с необходимым номинальным крутящим моментом более 250 Н·м применяются исполнительные механизмы МЭО с трехфазными асинхронными электродвигателями серии АОЛ. Конструктивное исполнение таких МЭО не имеет существенных отличий. Принципиальная электрическая схема МЭО с реостатными датчиками $ДР_1$ и $ДР_2$, трехфазным асинхронным электродвигателем М серии АОЛ и концевыми выключателями *1* и *2* представлена на рис. 13.10.

МНОГООБОРОТНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Исполнительные механизмы типа МЭМ. Общий вид, габаритные и установочные размеры механизмов представлены на рис. 13.11. Исполнительные механизмы выпу-

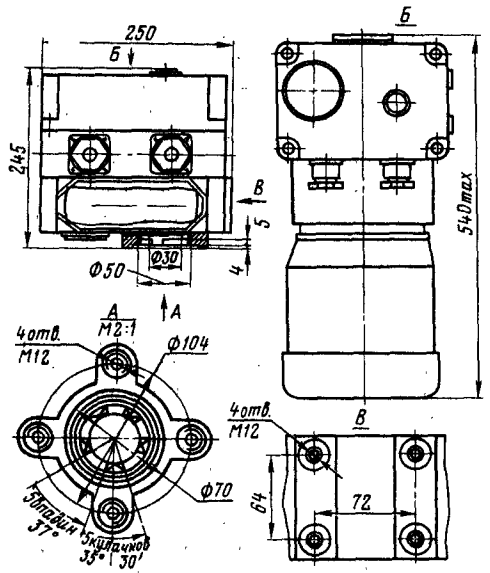


Рис. 13.10. Принципиальная электрическая схема исполнительного механизма МЭО с электродвигателем типа АОЛ

скаются двух типов: МЭМ-4 и МЭМ-10. Цифры 4 и 10 означают значение номинального крутящего момента. Механизмы имеют модификации, отличающиеся номинальным временем полного хода выходного вала (25, 63, 160 и 400 с) и номинальным полным ходом выходного вала (10, 25 и 63 оборотов).

Шифр модификации определяет эти номинальные значения. Например, шифр механизма МЭМ-10/63-25 обозначает, что он имеет номинальный крутящий момент на отходном валу 10 Н·м, время полного хода 63 с и полный ход 25 оборотов.

Механизмы имеют короткозамкнутый трехфазный асинхронный двигатель типа АОЛ с электромагнитным тормозом типа ББТ-2.

Механизмы имеют два датчика: БДИ-6 или БДР-П. Один датчик используется в качестве указателя положения МЭМ, а второй (в схеме регулирования) – в качестве обратной связи по положению регулирующего органа.

Принципиальные электрические схемы МЭМ представлены на рис. 13.12. Схемы соединений реостатных датчиков *КДР1* и *КДР2* типа БДР-П и индукционных датчиков *ДИ1* и *ДИ2* типа БДИ-6 механизма МЭМ аналогичны схемам их соединений механизма МЭО (см. рис. 13.6).

Расположение выходного вала механизма при установке на рабочий орган вертикальное. Допускается расположение вала наклонно под углом не более 15° к вертикали.

Внешние электрические соединения механизма должны осуществляться с помощью кабельных линий через сальниковые вводы. Провода внешней цепи медные сечением до 1,5 мм^2.

Регулируемый исполнительный механизм задвижек РИМ3. Механизм предназначен для дистанционного управления шиберными задвижками с поступательным перемещением рабочего органа.

В зависимости от полного хода рабочего органа исполнительный механизм изготавливается следующих модификаций: РИМ3-1 с полным ходом 220 мм; РИМ3-2 с полным ходом 300 мм; РИМ3-3 с полным ходом 500 мм. Время полного хода рабочего органа 10 с. Механизм имеет асинхронный трехфазный электродвигатель АОЛ-21-4 и реостатный датчик положения. Вращение от электродвигателя передается через редуктор ходовому винту. На винте расположена гайка с поводковым пальцем, который предназначен для сочленения РИМ3 с шибером задвижки.

При вращении электродвигателя в ту

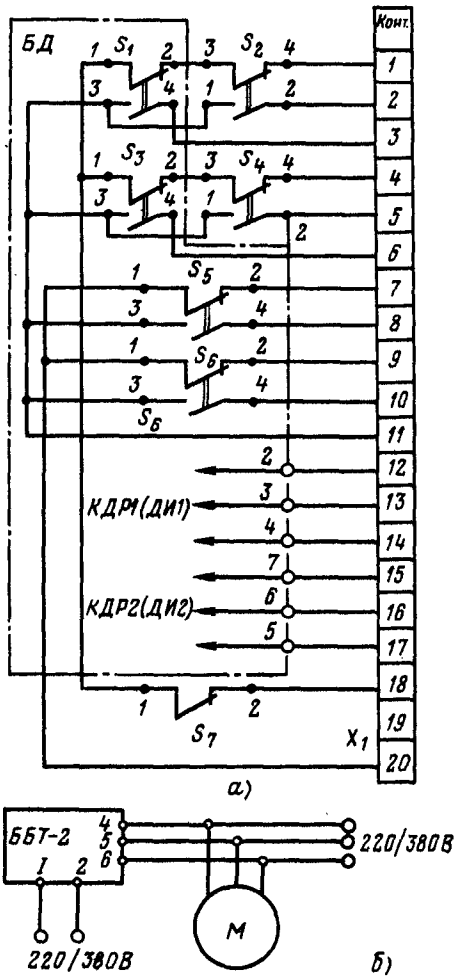


Рис. 13.12. Принципиальные электрические схемы механизмов МЭМ:

а – схема подключения датчиков и микропереключателей; *б* – схема включения электродвигателя *М* с электромагнитным тормозом ББТ-2; *БД* – блок датчиков; $S_1 - S_6$ – микропереключатели; S_7 – тумблер; *КДР1 (ДИ1)* – реостатный (или индукционный) датчик положения; *КДР2 (ДИ2)* – реостатный (или индукционный) датчик обратной связи; X_1 – колодка зажимов МЭМ

или другую сторону гайка совершает возвратно-поступательное движение вдоль винта, обеспечивая открытие или закрытие задвижки. На винте расположен поводок, который при вращении винта перемещается на расстояние, пропорциональное перемещению рабочего органа, и в крайних положениях воздействует на концевые выключатели. На поводке расположена контактная пластина реостатного датчика положения. Винт на

Таблица 13.1. Габаритные и присоединительные размеры исполнительных механизмов МИМ и МИМП

Тип механизма		Диаметр заделки мембраны, мм	Масса, кг, не более	Усилие, развиваемое механизмом P, Н	D	H	d' (допол. отклонение по C_5), мм	d_1 (допол. отклонение по A_5), мм	d_2 (допол. отклонение ±1,8 мм), мм	d_3	d_4	d_5	d_6	h (допол. отклонение по B_1), мм	h_1 (допол. отклонение ±1 мм), мм	h_2, мм: номинальное отклонение	h_2, мм: дополнительное отклонение, мм	l (допол. отклонение по B_1), мм	l_1 (допол. отклонение ±0,3 мм), мм	l_2 (допол. отклонение ±0,3 мм), мм
МИМ	ППХ	160	9	1600	200	280	125	35	50	М8	М20×1,5	М8	–	25	105	175	±1	–	–	–
	ОПХ		8			310									95					
МИМП	ОПХ		8	4150		310									95					
МИМ	ППХ	200	12	2500	250	370	100	65 (45)	80	М8	М20×1,5	М8	М12	25	135	270	±2,5	110	55	55
	ОПХ		14			400									120					
МИМП	ОПХ		14	5000		400									120					
МИМ	ППХ	250	22	4000	310	470	200	65 (45)	80	М10	М20×1,5	М8	М12	25	170	300	±2,5	110	55	55
	ОПХ		24			500									175					
МИМП	ОПХ		24	8250		500									145					

не возникает сила, которая воспринимается пружиной. При этом шток перемещается на расстояние, пропорциональное жесткости пружины.

Основными конструктивными элементами механизма являются мембранная пневматическая камера с кронштейном и подвижная часть. Мембранная пневматическая камера механизма прямого действня состоит из крышек *1* и *3* (рис. 13.13, *а*), мембраны *2*, которые образуют герметичную рабочую полость. Крышка *3* прикреплена к кронштейну *5*.

Подвижная часть состоит из опорного диска *4*, к которому прикреплена мембрана *2* штока *7* с соединительной гайкой *10*, и пружины *6*. Пружина одним концом упирается в опорный диск, другим – через опорное кольцо *8* – в регулировочную гайку *9*, служащую для изменения начального натяжения пружины и направления движения штока.

Гайка *10* служит для соединения штока механизма со штоком регулирующего органа.

Мембранную пневматическую камеру механизма обратного действия образуют крышка *3*, вставка *5* (рис. 13.13, *б*) и мембрана *2*. Крышка *3* и вставка прикреплены к кронштейну.

Пружина одним концом упирается во вставку. Конструктивное назначение остальных деталей аналогично назначению деталей механизма прямого действия.

Максимально допустнмое давление сжатого воздуха в рабочей полости механизмов при диаметре заделки 160 мм 0,4 МПа; при диаметре 200 мм и более – 0,26 МПа.

Полный рабочий ход выходного элемента механизма МИМ без позиционера и с позиционером, механизма МИМП с позиционером осуществляется при изменении пневматического командного сигнала от 20 до 100 кПа.

Полный рабочий ход выходного элемента МИМП без позиционера осуществляется при изменении сигнала от 100–130 до 200–230 кПа.

Присоединение пневматических линий к рабочим полостям механизмов и к позиционерам осуществляется при помощи резьбовых отверстий К $^1/_8$".

У прямоходных механизмов шток совершает возвратно-поступательное движение. В зависимости от направления движения выходного звена при повышении давления в рабочей полости прямоходные механизмы разделяются на механизмы:

прямого действия (при повышении да-

вления в рабочей полости механизма присоединительный элемент выходного звена отдаляется от плоскости заделки мембраны);

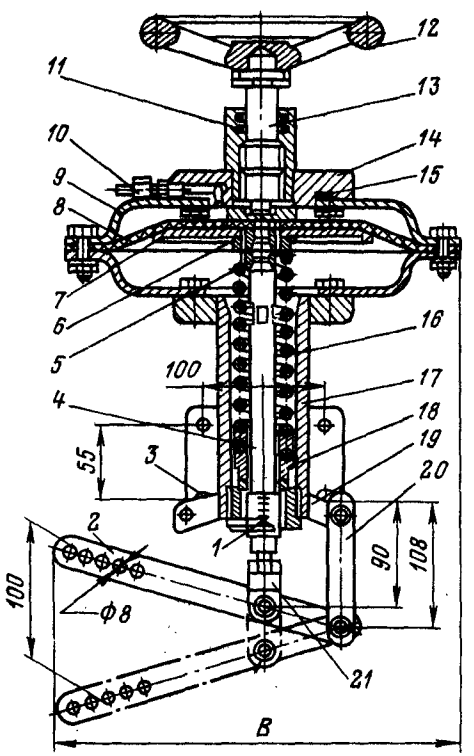
обратного действия (при повышении давления в рабочей полости механизма присоединительный элемент выходного звена приближается к плоскости заделки мембраны).

Для создания дополнительных усилий на штоке мембранного механизма в случае появления на затворе регулирующего органа больших неуравновешенных усилий в комплекте с механизмами применяются специальные устройства – позиционеры. Позиционер обеспечивает повышенное быстродействие и точность устаиовки штока мембранного механизма в соответствии с пневматическим сигналом, поступающим от регулятора или управляющего устройства.

Мембранные механизмы комплектуются позиционерами П4-10 и П10-25 (тип позиционера зависит от величины хода штока).

Мембранные исполнительные механизмы качающегося действия типа МИМ-К. Общий вид механизма данного типа изображен на рис. 13.14. Давление пневматического командного сигнала воспринимается резиновой мембраной *8*, закрепленной между крышками *9*. Деформируясь, мембрана через диск *7*, втулку *5* и гайку *6* передает движение штоку *4*, нижний конец которого перемещает рычаг *2*, соединенный с регулирующим органом. Перемещению штока противодействует пружина *16*, упирающаяся в гайку и в фасонную втулку *18* корпуса *17*. Перемещения штока зависят от силы, развиваемой мембраной, которая компенсируется сжатием пружины. Положеиие штока контролируется по шкале на корпусе *17*. Фасонная втулка *18* служит для регулировки числа рабочих витков пружины.

Для повышения быстродействия, точности и создания дополнительных усилий на штоке мембранного механизма в случае по-



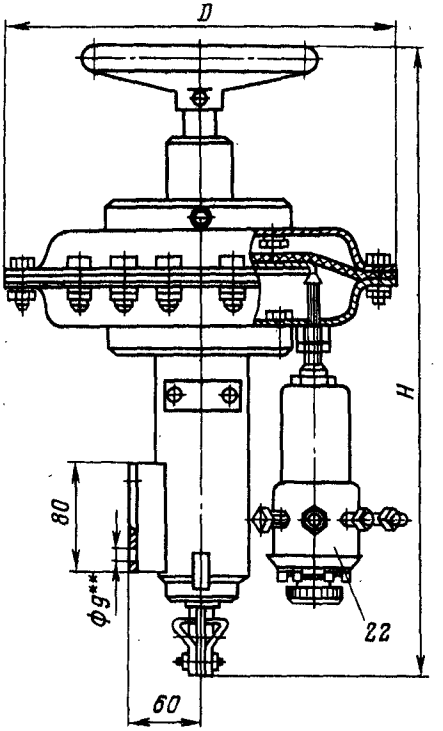


Рис. 13.14. Мембранные исполнительные механизмы качающегося действия МИМ-К:

1 – шкала; *2* – рычаг; *3* – гайка регулировочиая; *4* – шток; *5* – втулка; *6* – гайка; *7* – диск; *8* – мембрана; *9* – крышки (верхняя и нижняя); *10* – гайка накидная; *11, 15* – кольцо уплотиительиое; *12* – маховик; *13* – винт; *14* – корпус дублера; *16* – пружина; *17* – корпус; *18* – фасонная втулка; *19, 21* – серьга; *20* – тяга; *22* – позиционер

Таблица 13.2. **Габаритные и присоединительные размеры исполнительных механизмов МИМ-К**

Тип колебательного механизма	Диаметр заделки мембраны, мм	Масса, кг	Размеры, мм		
			D	*H*	*B*
МИМ-К160-100-02 МИМ-К160-100-05В	160	7,5 10,5	200	375 430	285
МИМ-К200-100-02 МИМ-К200-100-05В	200	10,25 13,25	250	405 460	310
МИМ-К250-100-10	250	13,5	310	400	340
МИМ-К250-100-02		15,25		455	
МИМ-К250-100-01В МИМ-К250-100-05В		18,0 19,75		505	

явления на затворе регулирующего органа больших неуравновешенных усилий служит позиционер *22*.

Для управления механизмом в случае отсутствия сжатого воздуха служит верхний ручной дублер, который состоит из корпуса *14*, винта *13* и маховика *12*. Пневматические камеры механизма уплотняются резиновыми кольцами *11* и *15*. Трубки пневматического командного сигнала закрепляются гайкой *10*.

Рычажная система механизма состоит из деталей *19—21*.

Дублер предназначен для управления вручную затвором регулирующего органа в случае аварийного отклонения сжатого воздуха. Дублеры также могут применяться для ограничения перемещения штока. Механизмы выпускаются с двумя видами ручных дублеров: боковыми и верхними. Комплектация ручными дублерами производится по специальному заказу.

Габаритные и присоединительные размеры механизмов приведены в табл. 13.2.

Рабочее давление и типы позиционеров механизмов МИМ-К аналогичны давлению и типам позиционеров механизмов МИМ и МИМП.

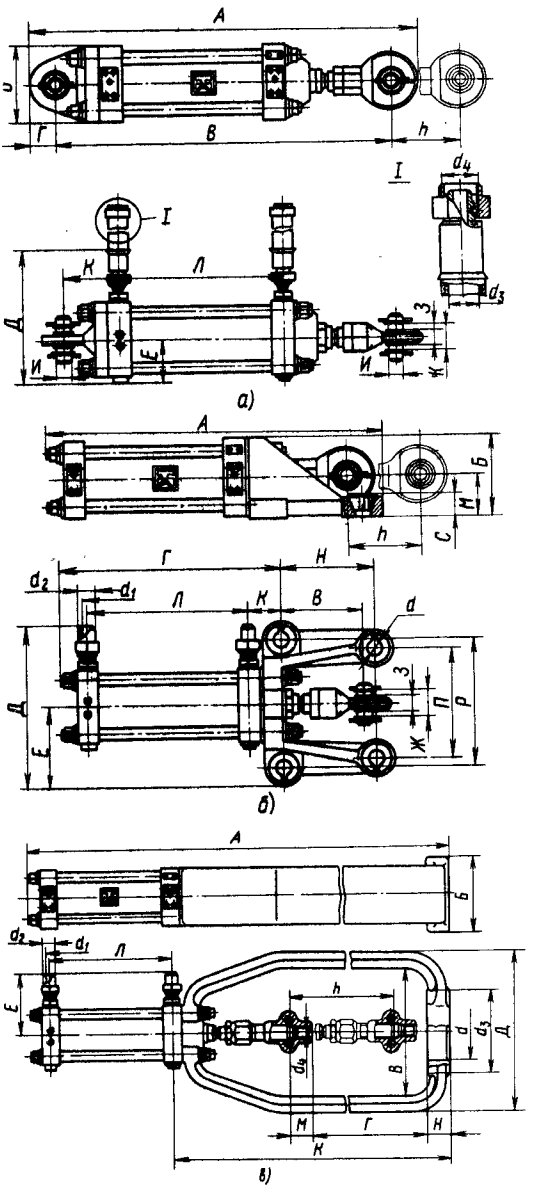


Рис. 13.15. Габаритные и присоединительные размеры гидравлических исполнительных механизмов МГП (без дополнительных блоков):

а — вариант крепления 1; *б* — вариант крепления 2; *в* — вариант крепления 3

13.3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

В системах автоматизации наиболее широкое применение находят гидравлические исполнительные механизмы поршневого типа МГП. Механизмы МГП предназначены для управления рабочими органами поворотного (не более 90°) или возвратно-поступательного движения и используются в автоматических системах регулирования и управления производственными процессами в различиых отраслях промышленности.

Исполнительный механизм гидравличе-

Таблица 13.3. **Габаритные и присоединительные размеры механизмов МГП (без дополнительных блоков и устройств)**

Тип исполнительного механизма	Размеры, мм																					Масса, кг
	А	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	*Е*	*Ж*	*З*	*И*	*К*	*Л*	*М*	*Н*	*П*	*Р*	*С*	*h*	*d*	d_1	d_2	d_3	d_4	
МГП-63/25-1 МГП-63/40-1 МГП-63/63-1 МГП-63/100-1	470	90	415	28	180	58	35	12	15	66	187	–	–	–	–	–	25 40 63 100	–	–	–	12	M22×1,5	12 12 10 10
МГП-63/25-2 МГП-63/40-2 МГП-63/63-2 МГП-63/100-2	375	95	120	266	195	89				40		50	90	130	140	22	25 40 63 100	16	12	18	2	–	13 12 11 11
МГП-63/25-3 МГП-63/40-3 МГП-63/63-3 МГП-63/100-3	725	115	200	138	250	106	–	–	–	499		48	32	–	–	–	25 40 63 100	95	12	18	115	M18	12 11 10 9
МГП-80/63-1 МГП-80/100-1	530	112	460	35	215	69	46	16	20	77	196	–	–	–	–	–	63 100	–	–	–	16	M27×1,5	18 18
МГП-80/200-1	630		560								296						200						21
МГП-80/63-2 МГП-80/100-2	445	118	130	298	250	116				52	196	60	120	160	180	30	63 100	24	14	21	–	–	20 20
МГП-80/200-2	545			398							296						200						23
МГП-125/200-1 МГП-125/400-1	810 1010	165	700 900	55	285	98	70	26	35	118	344 544	–	–	–	–	–	200 400	–	–	–	20	M33×2	48 59
МГП-125/200-2 МГП-125/400-2	710 910	175	170	476 670	355	180				71	344 544	90	200	250	280	43	200 400	36	24	34	–	–	57 68

Примечание. В условном обозначении зашифровано: МГП – тип; 63, 80, 125 – диаметр гидроцилиндра; 25, 40, 63, 100, 200, 400 – ход поршня гидроцилиндра; 1, 2, 3 – вариант крепления гидроцилиндра.

ский поршневого типа МГП состоит из гидроцилиндра и узлов крепления его к фундаментной плите и к регулирующему органу.

Конструктивно испольнительные механизмы выполнены по блочно-модульному принципу и могут быть укомплектованы дополнительными блоками: устройствами с гидравлическим, пневматическим или электрическим унифицированным входным сигналом; датчиком положения (обратной связи) с электрическим выходным сигналом; гидравлическим устройством, фиксирующим положение выходного элемента механизма при снятии командного сигиала; устройствами для сигнализации конечных положений выходного элемента механизма; гидравлическим переключающим устройством для системы ручного управления от отдельного источника маслоснабжения.

Монтаж исполнительиых механизмов заключается в закреплении болтами гидроцилиндра к фундаментной плите и присоединении к регулирующему органу.

Габаритные и присоединительные размеры механиизмов МГП без дополнительных блоков приведены в табл. 13.3 и на рис. 13.15.

13.4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ СОЧЛЕНЕНИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ С РЕГУЛИРУЮЩИМИ ОРГАНАМИ

Качество работы автоматической системы регулирования или дистанционного управления в значительной мере зависит от способа сочленения исполнительного механизма (ИМ) с регулирующим органом (РО) и правильности его выполнения. Способы сочленения ИМ и РО определяются в каждом конкретном случае в зависимости от типа и конструкции РО и ИМ, их взаимного расположения, требуемого характера перемещения РО и других условий. Существует довольно много способов таких сочленений.

Наиболее простым, компактным и жестким способом сочленения является непосредственное соединение выходного вала (штока) ИМ с валом (штоком) РО. В этом случае перемещение выходных устройств ИМ и РО одинаковы, а скорости равны. Подобные способы сочленения широко применяются при использовании как пневматических мембранных, так и электрических ИМ. Пример сочленения дан на рис. 13.16.

Наибольшее распространение получили способы сочленения ИМ с РО с помощью

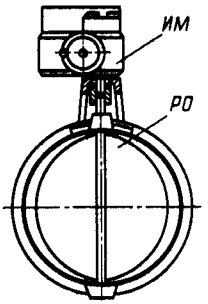


Рис. 13.16. Непосредственное сочленение исполнительного механизма с поворотной заслонкой

промежуточиых звеньев; это требует предварительного конструктивиого решения при проектировании или при монтаже, что чаще всего и происходит. Оптимальная конструкция сочленеиия легко реализуется при линейной зависимости расхода регулируемой среды от положения РО и значительно усложняется при нелинейной зависимости. Реальные РО (заслонки, шиберы, клапаиы и т. д.) имеют, как правило, нелинейные характеристики и поэтому требуют сравнительно сложного сочленения ИМ с РО.

В качестве ИМ могут быть применены как гидравлические, так и электрические ИМ. Несмотря на конструктивные особенности и различные технические характеристики, требования к их сочленениям с РО и приемы по выполнеиию сочленений практически одинаковы.

Ниже приводятся требования к сочленению различных ИМ с РО и рекомендации по наиболее рациональному выполнению сочленений с учетом действительных характеристик РО. Рекомендации составлены по материалам пусконаладочных организаций Союзтехэнерго Минэнерго СССР.

Требоваиия к сочлеиениям ИМ с РО в общем виде сводятся к следующим: 1) устройства должны быть просты и надежны в работе; монтаж, наладка и регулировка должны быть удобны; 2) в РО и во всех элементах сочленения должны отсутствовать люфты и зазоры; 3) характеристика РО должна быть лииейной или близкой к ней; 4) ИМ желательно располагать на одной отметке с РО; 5) не рекомендуется изготовлять и устанавливать специальные кривошипы на ИМ; следует пользоваться кривошипами, входящими в комплект ИМ, так как они имеют строго постоянные размеры; 6) угол поворота кривошипа ИМ от положения «Открыто» до положения «Закрыто» РО, как правило, следует принимать равным 90°; уменьшение этого угла ведет к увеличению перерегулирования, что отрицательно сказывается на качестве регулирования; 7) все шарнирные соединения должны выполняться

по третьему классу точности ходовой посадки.

Основными параметрами РО являются диаметр условного прохода, конструктивная и расходная характеристики.

Диаметр условного прохода определяет пропускную способность регулирующего органа, которая необходима по технологическим требованиям. Расчет диаметра условного прохода и соответственно выбор типа РО производится в технологической части проекта.

Конструктивная характеристика выражает функциональную зависимость изменения относительного проходного сечения РО от степени его открытия и отражает только конструктивные особенности данного РО, не связывая их с особенностями потока, протекающего через него, а также с особенностями источника регулируемой среды и регулируемого объекта, т. е.

$$F_{РО} = f(h_{РО}), \qquad (13.1)$$

где $F_{РО}$ – проходное сечение РО; $h_{РО}$ – степень открытия РО.

Так как

$$h_{РО} = f(\varphi_{ИМ}), \qquad (13.2)$$

то выражение (13.1) можно записать в виде

$$F_{РО} = f(\varphi_{ИМ}), \qquad (13.3)$$

где $\varphi_{ИМ}$ – угол поворота выходного вала ИМ.

Расходная характеристика выражает зависимость расхода регулируемой среды (воды, пара и т. п.) через РО от степени его открытия:

$$G_{РО} = f(h_{РО}).$$

Расход среды через клапан определяется выражением

$$G_{РО} = CF_{РО}\sqrt{\Delta P}, \qquad (13.4)$$

где $G_{РО}$ – расход среды (вещества); ΔP – перепад давления на РО; C – постоянный коэффициент.

Перепад давления на РО, как правило, изменяется при различных степенях его открытия.

Таким образом, с учетом (13.3) линейность конструктивной характеристики (13.1) РО не достаточна для обеспечения его расходной характеристики (13.4).

Таким образом, при выборе сочленения ИМ с РО задача сводится к тому, чтобы нелинейность зависимости $G_{РО} = f(\Delta P)$ компенсировалась выбранной нелинейностью (13.3) и в результате была получена линейная характеристика

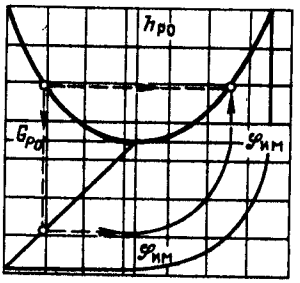


Рис. 13.17. Графическое определение требуемой зависимости $h_{РО} = f(\varphi_{ИМ})$ для получения желаемой характеристики $G_{РО} = f(\varphi_{ИМ})$ по фактической расходной характеристике $G_{РО} = f(h_{РО})$ регулирующего органа

$$G_{РО} = A(\varphi_{ИМ}), \qquad (13.5)$$

а в общем случае любая желаемая зависимость

$$G_{РО} = f(\varphi_{ИМ}), \qquad (13.6)$$

где A – коэффициент пропорциональности.

Задача решается графически следующим образом:

1) во втором квадранте прямоугольной системы координат строится фактическая расходная характеристика $G_{РО} = f(h_{РО})$ так, как это показано на рис. 13.17;

2) в третьем квадранте строится желаемая характеристика

$$G_{РО} = f(\varphi_{ИМ});$$

3) по расходным точкам $G_{РО} = f(h_{РО})$ и $G_{РО} = f(\varphi_{ИМ})$ в правом квадранте находится требуемая характеристика $h_{РО} = f(\varphi_{ИМ})$ сочленения, обеспечивающая желаемую зависимость (13.6).

В зависимости от конструкции РО их сочленения можно условно разделить на две группы. К первой группе относятся сочленения ИМ с такими РО, у которых шток соединен непосредственно с рычагом и которые не допускают передачи на шток никаких усилий, кроме перестановочных. Ко второй группе относятся сочленения ИМ с такими РО, на которые не влияют и не передаются на шток усилия, кроме перестановочных. Все сочленения могут выполняться по общим кинематическим схемам, но для сочленения второй группы требования могут быть менее жесткими; эти сочленения могут выполняться по другим кинематическим схемам, требования к которым будут приведены ниже.

В зависимости от кинематической схемы сочленения можно разделить на два типа: прямые (рис. 13.18 и 13.19) и обратные

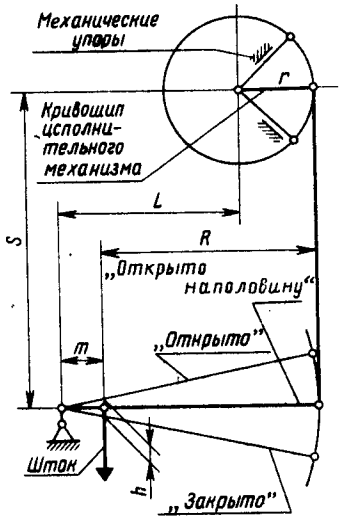


Рис. 13.18. Прямое сочленение исполнительного механизма с регулирующим органом (регулирующий орган ниже исполнительного механизма)

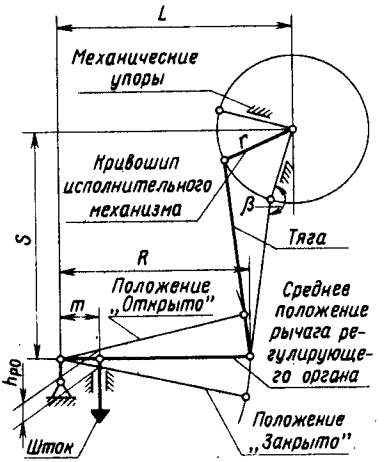


Рис. 13.19. Прямое сочленение исполнительного механизма с регулирующим органом со спрямлением их характеристик (регулирующий орган выше исполнительного механизма)

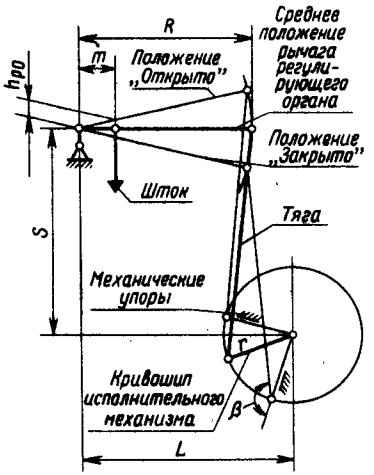


Рис. 13.20. Обратное сочленение исполнительного механизма с регулирующим органом со спрямлением их характеристик (регулирующий орган ниже исполнительного механизма)

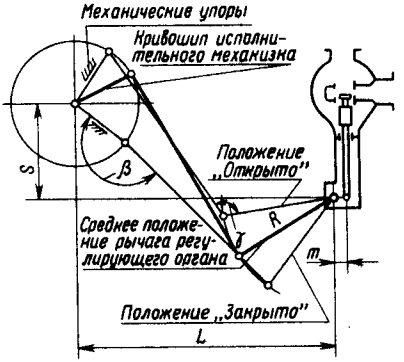


Рис. 13.21. Обратное сочленение исполнительного механизма с регулирующим органом со спрямлением их характеристик

(рис. 13.20 и 13.21). В сочленениях прямого типа ведущий рычаг (кривошип) и ведомый рычаг (рычаг) регулирующего органа вращаются в одном направлении, в сочленениях обратного типа – в противоположных направлениях.

Выполнение сочленений начинают с определения длины рычага R, при этом следует иметь в виду, что угол поворота кривошипа от положения «Открыто» до положения «Закрыто» должен быть равен 90°:

$$R = Amr/h_{РО}, \qquad (13.7)$$

где r – длина кривошипа ИМ, см; m – расстояние между осью вращеиия рычага РО и пальцем, крепящим шток и рычаг, см; $h_{РО}$ – рабочий ход РО, см; А – коэффициент, зависящий от расходной характеристики РО.

Все величины в формуле (13.7) определяются по каталогам или данным заводских монтажно-эксплуатационных инструкций на

ИМ и РО. Коэффициент A принимается равным 1,4 при линейной расходной характеристике или близкой к ней и 1,2 при нелинейной расходной характеристике РО, когда требуется ее спрямление.

Для выполнения сочленения рычаг РО устанавливают в положение, при котором РО открыт наполовину (для этого шток РО поднимают на высоту $h_{РО}/2$ от положения «Закрыто»). При этом рычаг должен быть перпендикулярен штоку и, как правило, должен располагаться горизонтально. Далее производится установка ИМ.

Для РО с линейной расходной характеристикой или близкой к ней ИМ устанавливают так, чтобы окружность радиуса r, описываемая кривошипом, касалась перпендикуляра к рычагу РО, восстановленного с линии рычага в положение «Открыт наполовину» (см. рис. 13.18). Кривошип ИМ устанавливают параллельно рычагу РО и в этом положении их соединяют тягой. Далее производнтся установка механических упоров и концевых выключателей в соответствии с положениями «Открыто» и «Закрыто» РО.

В зависимости от расположения оборудования может быть выполнено как прямое, так и обратное сочленение. Расстояние L по горизонтали между осями вращения рычага РО и кривошипа ИМ для прямого сочленения равно $R-r$, для обратного – $R+r$. Расстояние S по вертнкали между осями вращения следует принимать равным $(3-5)r$.

Для РО с нелинейной расходной характеристикой ИМ устанавливают так, чтобы $L=R-0{,}6r$ для прямого и $L=R+0{,}6r$ для обратного сочленения, а $S=(3-5)r$. Затем рычаг РО устанавливают в положение «Закрыто», а кривошип в такое положение, чтобы угол между ним и тягой составлял $160-170°$ (см. рис. 13.19 и 13.20). В этом положении рычаг РО и кривошип ИМ соединяют тягой, после чего устанавливают механические упоры и настраивают концевые выключатели.

Как упоминалось выше, требования к взаимному расположению РО и ИМ сочленений второй группы могут быть менее жесткими, и сочленения также можно выполнять по кинематическим схемам, одна из которых представлена на рис. 13.20. При этом следует соблюдать следующий порядок.

Определяют длину рычага РО по формуле (13.7). Для РО с линейной расходной характеристикой рычаг устанавливают в положение «Открыт наполовину», причем угол между рычагом и штоком может отличаться от 90°. Затем устанавливают ИМ так, чтобы окружность радиуса r, описываемая кривошипом, касалась перпендикуляра к рычагу РО, восстановленного с линии рычага в положении «Открыт наполовину». Кривошип ИМ устанавливают параллельно рычагу РО и в этом положении их соединяют тягой. При выполнении этого сочленения значения L и S не регламентируются, длина тяги должна составлять $(3-5)r$.

Для РО с нелинейной расходной характеристикой рычаг устанавливают в положение «Закрыто», а кривошип ИМ в такое положение, чтобы угол между ним и тягой составлял $160-170°$, в этом положении кривошип и рычаг соединяют тягой; исполнительный механизм должен при этом располагаться так, чтобы длина тяги составляла $(3-5)r$, а угол между тягой и рычагом $40-140°$. Величины L и S не регламентируются.

Далее в обоих разобранных случаях устанавливают механические упоры и концевые выключатели в соответствии с положениями РО «Открыто» и «Закрыто».

Могут быть случаи, когда необходимо сочленить ИМ с РО при одинаковом вращательном характере движения. При этом может оказаться, что при угле поворота кривошипа 90° рычаг РО необходимо повернуть на угол α, меньший 90°. В этом случае необходимо и достаточно определить длину рычага РО R. Длина рычага R может быть определена из условия равенства величин h и h_1 (рис. 13.22). Величина h определяется как

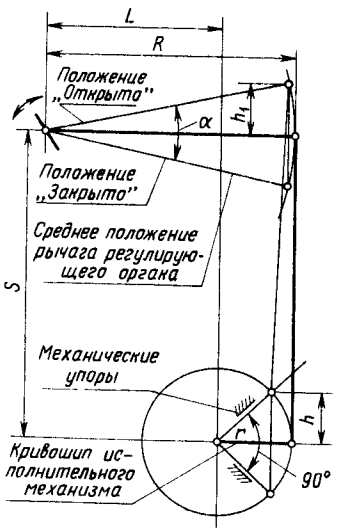


Рис. 13.22. Сочленение исполнительного механизма с регулирующим органом, имеющим вращательное движение рычагов

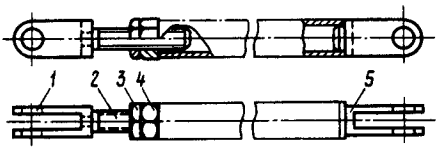


Рис. 13.23. Тяга:

1 – проушина; *2* – хвостовик; *3* – гайка; *4* – гайка специальная; *5* – проушина

$r \sin 45°$, а h_1 как $R \sin(\alpha/2)$. Тогда

$$r \sin 45° = R \sin(\alpha/2), \qquad (13.8)$$

где r – длина кривошипа ИМ, см; R – длина рычага РО, см; α – угол поворота РО.

Таким образом,

$$R = r(\sin 45°)/\sin(\alpha/2). \qquad (13.9)$$

Для выполнения сочленения следует выполнять тягу с обязательным наличием в ней резьбовой части, позволяющей произвести подгонку требуемой длины тяги непосредственно по месту. В качестве рекомендуемой конструкции тяги может служить общий вид тяги, представленный на рис. 13.23.

13.5. СТОЙКИ И КРОНШТЕЙНЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Для установки исполнительных механизмов разработаны чертежи типовых конструкций – стоек и кронштейнов. По типовым чертежам стойки и кронштейны изготавливаются на производственных базах монтажных управлений. На производственных базах в соответствии с проектом на конструкциях устанавливаются исполнительные механизмы, пусковая аппаратура и соединительные коробки для подключения электрических проводок. Выполняются все электрические проводки между ИМ, пускателем и соединительной коробкой. В таком блочном исполнении комплект поступает на объект монтажа и устанавливается в проектное положение. На объекте монтажа выполняется объем работ только по закреплению конструкций на опорном основании и подключению внешних электрических или трубных проводок.

Стойка СТ-3 по ТК4-3489-79. Конструкция стойки представлена на рис. 13.24. Стойка предназначена для установки пневматических исполнительных механизмов МИМ.

Стойки СИМ-14, СИМ-31 и СИМ-32 по ТК4-3189-81. Конструкция стоек представлена на рис. 13.25. Стойка СИМ-14 предназначена для установки исполнительных механизмов типа ИМТМ, а стойки СИМ-31 – для установки исполнительных механизмов МЭО с номинальным крутящим моментом на выходном валу не более 25 Н·м. Для СИМ-14 размеры: $A = 160$, $A_1 = 70$, $B = 200$, $B_1 = 100$ мм; масса 14,5 кг. Для СИМ-31, СИМ-32 размеры: $A = 204$, $A_1 = 150$, $B = 250$, $B_1 = 200$ мм; масса 15,5 кг.

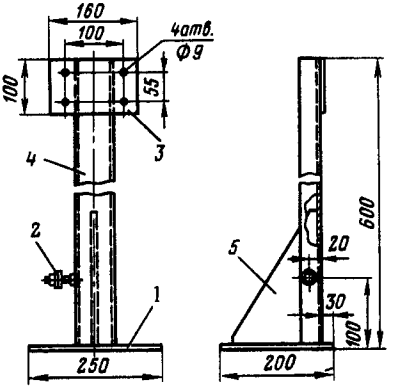


Рис. 13.24. Стойка СТ-3 по ТК4-3489-79:

1 – основание 200×250×3 мм; *2* – болт М6 для заземления с гайкой и шайбой; *3* – плита для крепления ИМ 100×160×3 мм; *4* – швеллер ШП60×35 по ТК4-2223-74; *5* – ребро по ТК-3492-79

Стойки СИМ-34 и СИМ-35 по ТК4-3190-81. Конструкция стоек представлена на рис. 13.26. Стойки СИМ-34 предназначены для установки исполнительных механизмов МЭО с номинальным крутящим моментом на выходном валу 400 Н·м, а СИМ-35 – с крутящим моментом 63 и 160 Н·м. Для СИМ-34 размеры: $A = 435$, $A_1 = 224$, $A_2 = 400$, $B = 500$, $B_1 = 500$, $B_2 = 340$, $d = 26$ мм; масса 32,8 кг. Для СИМ-35 размеры: $A = 300$, $A_1 = 250$, $A_2 = 300$, $B = 430$, $B_1 = 400$, $B_2 = 250$, $d = 26{,}5$ мм; масса 26,5 кг.

Кронштейны КИМ-1 – КИМ-16 по ТК4-3197-81. Конструкция кронштейнов представлена на рис. 13.27. Кронштейны на месте монтажа крепятся болтами. Кронштейны предназначены для установки исполнительных механизмов ИМТМ и МЭО с иоминальным крутящим моментом на выходном валу не более 160 Н·м. Тип кронштейнов и их размеры A, A_1, A_2, B, L, a, d и d_1 на рис. 13.27 выбираются по ТК4-3197-81 в зависимости от типов устанавливаемых на них исполнительных механизмов.

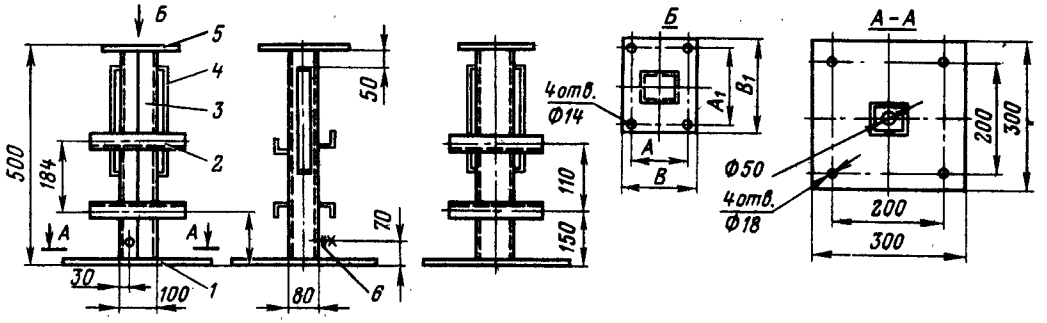


Рис. 13.25. Стойки МИМ-14, СИМ-31 и СИМ-32 по ТК4-3189-81:

1 — основание; *2* — уголок УП35 × 35 по ТК-2218-74; *3* — швеллер 80 × 50 × 3 мм; *4* — скоба по ТК4-3549-81; *5* — плита для крепления ИМ; *6* — болт М6 с гайкой и шайбой для заземления

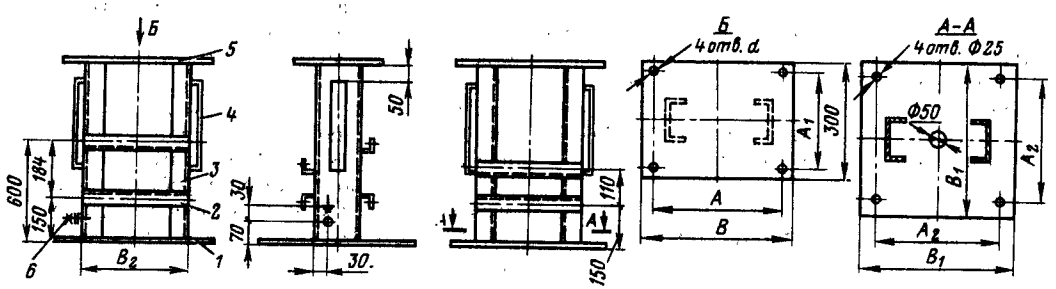


Рис. 13.26. Стойки СИМ-34 и СИМ-35 по ТК4-3190-81:

1–6 — см. рис. 13.25

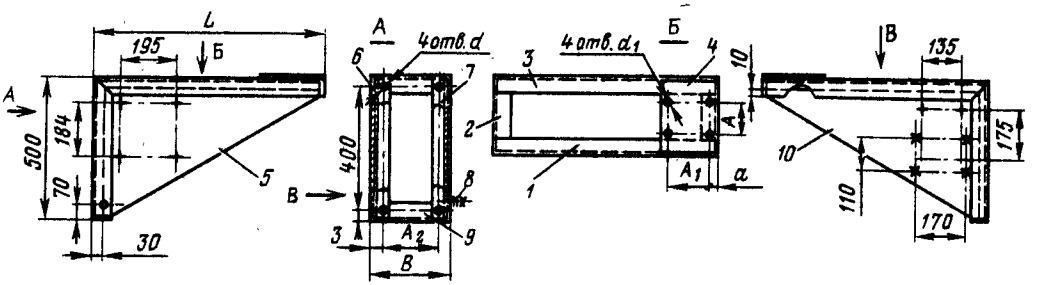


Рис. 13.27. Кронштейны КИМ-1 — КИМ-6 по ТК4-3197-81:

1–3, *6*, *7*, *9* — уголок; *4* — плита; *5*, *10* — ребра; *8* — болт М6 с гайкой и шайбой