

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 проводов. 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 тепло 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 тех-

нологических 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  $0^\circ\text{C}$  соответственно;  $\alpha$  — 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 из-

мерения, 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 комплексе 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-

читающий 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 установки 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 прове-

рить 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.

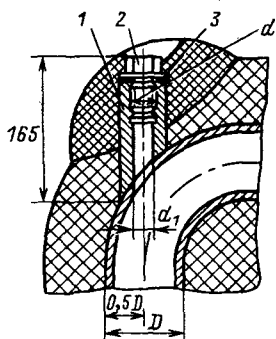
Одним из основных условий установки прибора на технологическом трубопроводе, как уже было ранее отмечено, является соблюдение требуемой глубины погружения, от которой в значительной степени зависит точность измерения температуры. Глубина погружения прибора зависит от длины его монтажной части. Длина 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 конструкций на технологических трубопроводах и оборудовании для монтажа приборов для измерения температуры

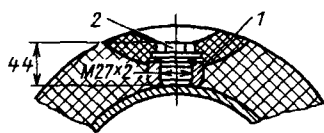
Установочный чертёж	Наименование, номер чертежа и область применения
	<p>Бобышка (ЗК4-1-75). Установка на металлической стенке или трубопроводе <math>D &gt; 76</math> мм, давление среды <math>P_y \leq 6,4</math> МПа:                      1 – бобышка по ОСТ 36.7–74 или ТК4-226-75; 2 – легко снимаемый слой изоляции; 3 – лунка; 4 – пробка по ТК4-229-69; 5 – прокладка по ТК4-556-68</p>
	<p>Расширитель (ЗК4-2-75). Установка на трубопроводе <math>D = 14 \div 38</math> мм, <math>P_y = 6,4</math> МПа:                      1 – расширитель по ЗК4-29-75; 2 – легко снимаемый слой изоляции; 3 – лунка; 4 – пробка по ТК4-229-69; 5 – прокладка по ТК4-566-68</p>
	<p>Расширитель (ЗК4-3-75). Установка на трубопроводе <math>D = 45 \div 67</math> мм, <math>P_y = 10</math> МПа:                      1 – расширитель по ЗК4-27-75; 2 – 5 – см. ЗК4-2-75</p>
	<p>Расширитель (ЗК4-4-75). Установка на трубопроводе <math>D = 45 \div 76</math> мм, <math>P_y \leq 16</math> МПа:                      1 – расширитель по ЗК4-28-75; 2 – 5 – см. ЗК4-2-75</p>
	<p>Бобышка, скошенная под углом <math>45^\circ</math> (ЗК4-5-75). Установка на трубопроводе <math>D &lt; 76</math> мм или металлической стенке, <math>P_y \leq 20</math> МПа:                      1 – бобышка по ТК4-226-75; 2 – пробка по ТК4-229-69; 3 – прокладка по ТК4-566-68</p>

Установочный чертёж

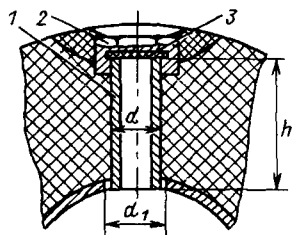
Наименование, номер чертежа и область применения



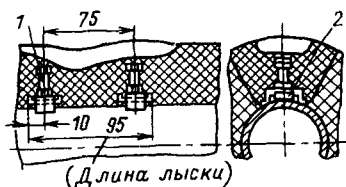
Бобышка, скошенная под углом  $30^\circ$  (ЗК4-6-75). Установка на колене трубопровода  $D = 76 \div 168$  мм,  $P_y \leq 20$  МПа:  
1 – бобышка по ТК4-227-75; 2 и 3 – см. ЗК4-5-75



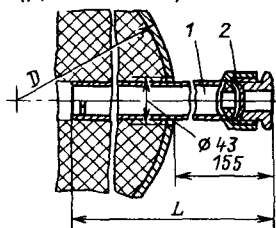
Бобышка (ЗК4-7-75). Установка на трубопроводе или металлической стенке:  
1 – бобышка по ОСТ 36.7-74; 2 – пробка по ТК4-229-69



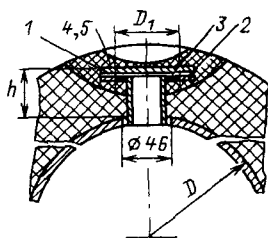
Штуцер (ЗК4-8-75). Установка на трубопроводе  $D > 76$  мм или металлической стенке,  $P_y \leq 10$  МПа:  
1 – штуцер по ЗК4-30-75; 2 – колпачок по ЗК4-31-75; 3 – прокладка по ЗК4-36-70



Прижим (ЗК4-9-75). Установка 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,  $P_y \leq 4$  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
	<p>Оправа закладная фланцевая с бобышкой (ЗК4-16-75). Установка в кирпичной кладке, <math>P_y \leq 0,25</math> МПа: 1 — оправа закладная по ТК4-362-75; 2 — пробка по ТК4-229-69; 3 — прокладка по ТК4-566-68</p>
	<p>Оправа закладная фланцевая с бобышкой (ЗК4-17-75). Установка на трубопроводе <math>D &gt; 530</math> мм или металлической стенке с внутренней кирпичной кладкой, <math>P_y &gt; 0,25</math> МПа: 1 — 3 — см. ЗК4-16-75</p>
	<p>Оправа закладная фланцевая с сальником (ЗК4-18-75). Установка в кирпичной кладке: 1 — оправа закладная по ТК4-363-72; 2 — заглушка по ЗК4-26-75</p>
	<p>Оправа закладная фланцевая с сальником (ЗК4-19-75). Установка на трубопроводе <math>D &gt; 530</math> мм или металлической стенке с внутренней кирпичной кладкой: 1 и 2 — см. ЗК4-18-75</p>

В зависимости от рассмотренных условий наибольшее распространение получили способы установки (монтажа) приборов для измерения температуры, приведенные в табл. 7.2.

Способ № 1, применяют тогда, когда приборы монтируют на горизонтальных участках трубопроводов диаметром более 76 мм. При этом длина монтажной части приборов может колебаться в пределах от 80 до 2000 мм. Для лучшего понимания тех-

нологии монтажа приборов каждый из приведенных в табл. 7.2 способов сначала иллюстрируется чертежами закладной конструкции (бобышки), а затем монтажным чертежом установки какого-либо конкретного прибора. Так, на 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.

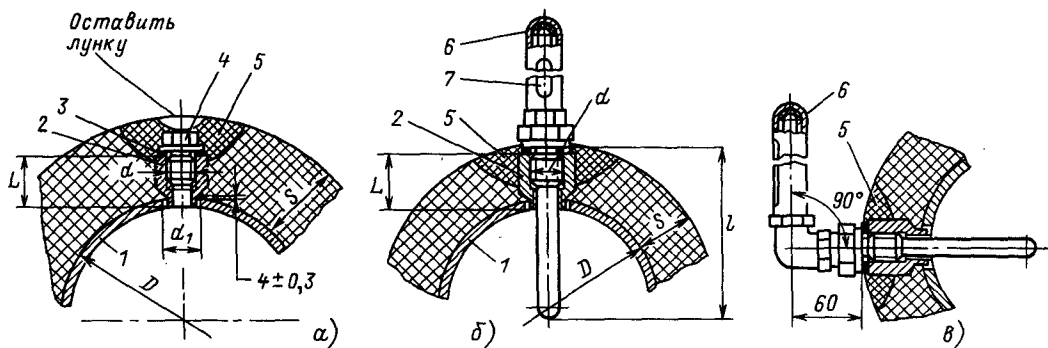


Рис. 7.1. Установка бобышки на трубопроводе диаметром свыше 76 мм (а) и термометров расширения прямого (б) и углового (в):

1 — трубопровод; 2 — бобышка; 3 — прокладка; 4 — пробка; 5 — легко снимаемый 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 чертёж					
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
Чертёж 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 загнущей 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 счёт вставки трубы

большого диаметра. Расширитель, как правило, изготавливают из трубы диаметром 76 мм, в которую вваривается бобышка (рис. 7.2, а).

При применении 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-



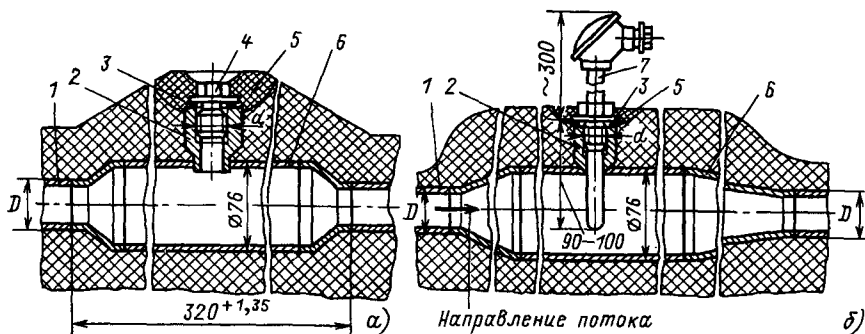


Рис. 7.2. Установка расширителя с бобышкой (а) и преобразователя сопротивления ТСП-5071 (б) на трубопроводе диаметром 45 или 57 мм:

1 — трубопровод; 2 — бобышка; 3 — прокладка; 4 — пробка; 5 — легкоснимаемый слой изоляции; 6 — расширитель; 7 — преобразователь

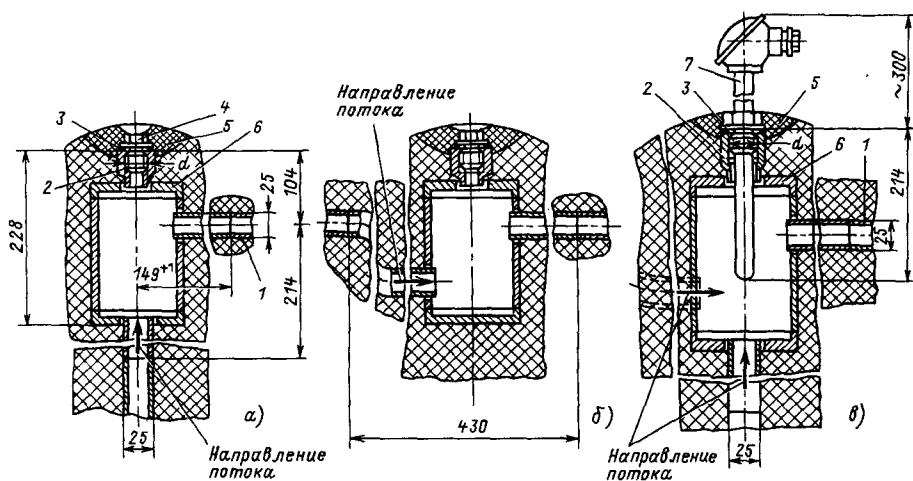


Рис. 7.3. Установка на трубопроводе диаметром 25 мм расширителя с бобышкой при направлении потока снизу вверх (а), слева направо (б) и термоэлектрического преобразователя ТХК-0063 (в):

1 — трубопровод; 2 — бобышка; 3 — прокладка; 4 — пробка; 5 — легкоснимаемый слой изоляции; 6 — расширитель; 7 — термопреобразователь

как 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

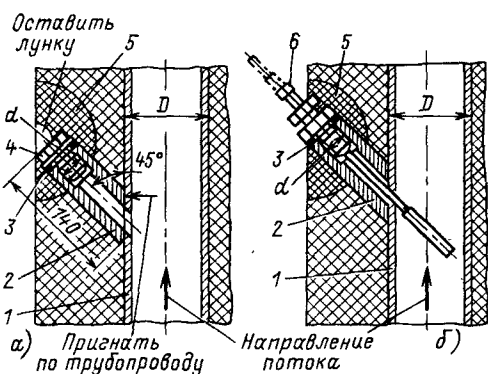


Рис. 7.4. Установка на вертикальном участке трубопровода диаметром свыше 76 мм скошенной бобышки (а) и термобаллона манометрического термометра ТДГ-П (б):

1 — трубопровод; 2 — бобышка; 3 — прокладка; 4 — пробка; 5 — легко снимаемый слой изоляции; 6 — термобаллон

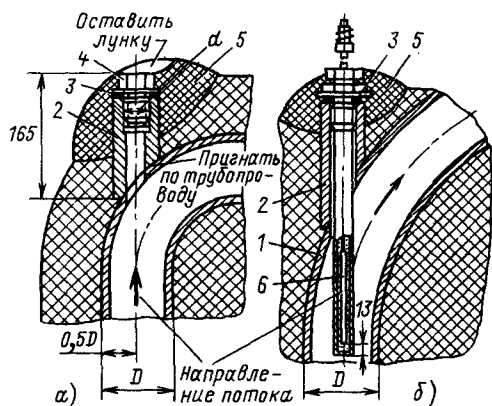


Рис. 7.5. Установка в колено трубопровода диаметром свыше 76 мм скошенной бобышки (а) и термобаллона манометрического термометра ТПЖ-4 (б):

1 — трубопровод; 2 — бобышка; 3 — прокладка; 4 — пробка; 5 — легко снимаемый слой изоляции; 6 — термобаллон в защитной оправе

участках трубопроводов диаметром более 76 мм с использованием скошенных бобышек (рис. 7.4).

Способ № 5 часто используют для монтажа приборов в колено трубопровода. Этот способ может быть применен только в том случае, когда диаметр технологического трубопровода более 76 мм. Для установки приборов используют скошенные бобышки (рис. 7.5, а), установленные таким образом, чтобы при монтаже рабочий конец

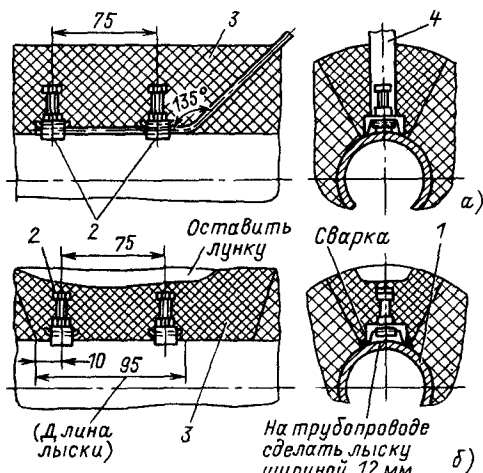


Рис. 7.6. Установка на трубопроводе поверхностного термопреобразователя ТХКП-ХШ (а) и прижима на трубопроводе или металлической стенке (б):

1 — трубопровод; 2 — прижим; 3 — легко снимаемый 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-ХШ. 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 особенности измерения, присущие тому или иному типу прибора, конструктивные особенности технологических трубопроводов и параметры протекающей по ним среды. Эти особенности в основном учтены большей номенклатурой типовых чертежей на установку приборов для измерения температуры, которые разработаны ГПИ «Проектмонтажавтоматика».

### ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПРИБОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ

**Термометры расширения.** Применяют два способа установки термометров: с непосред-

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 повреждений и требует уплотнения мест ввода термометров в измеряемую среду. Второй способ увеличивает инерционность 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  $+200^{\circ}\text{C}$ ), медными или стальными опилками (для термометров со шкалой до  $+500^{\circ}\text{C}$ ). Для уменьшения теплоотдачи во внешнюю среду целесообразно часть оправы, выступающую за пределы измеряемой среды, вытупившую 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 (горизонтальное, 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 пространства 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 теплоизоляционным материа-

лом. При прокладке капилляра манометрического 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  $400^{\circ}\text{C}$  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 наклонном 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 зачищено 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 монтажной части датчиков; отступление монтажных организаций от требований чертежей закладных конструкций в части строгого соблюдения нужной длины бошьшек 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.

#### 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,

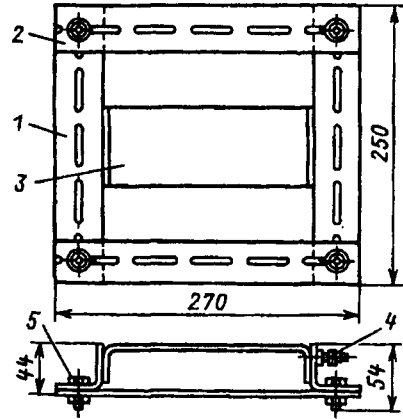


Рис. 7.7. Рама для установки на стене: 1 — перфорированный уголок; 2 — перфорированная полоса; 3 — скоба; 4 — болт для заземления; 5 — детали крепления

ТПЖ) 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 строительного 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

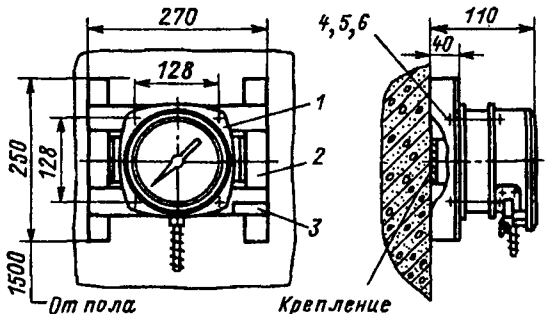


Рис. 7.8. Установка на раме манометрического термометра ТПГ-4:

1 — термометр; 2 — рама; 3 — рамка для надписи; 4–6 — детали крепления

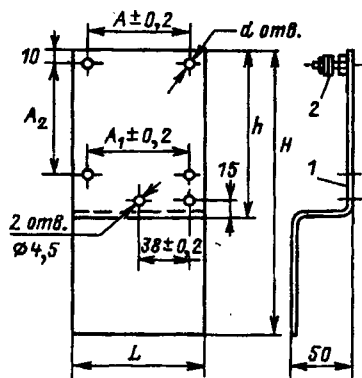


Рис. 7.9. Кронштейн для установки на стене:  
1 — кронштейн; 2 — болт для заземления

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

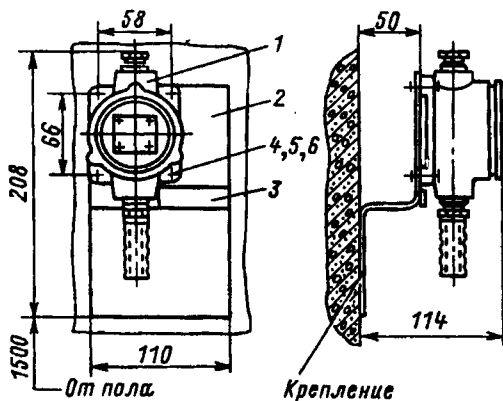


Рис. 7.10. Установка термопреобразователя сопротивления ТСМ-010 на кронштейне:  
1 — термопреобразователь сопротивления; 2 — рама; 3 — рамка для надписи; 4—6 — детали крепления

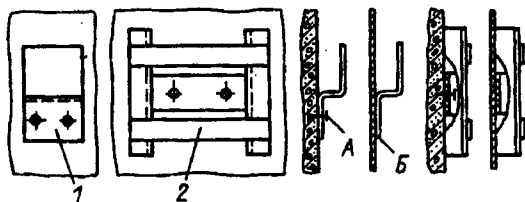


Рис. 7.11. Крепление рам и кронштейнов на бетонной или кирпичной стене, на металлической конструкции:

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; закрытие 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 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 нормах даны минимальные расстояния между корпусами приборов, а также от приборов до боковых стенок щита или пульта. Приборы в нормалах 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	80	80	—
	70 1 70	60 1 60	50 1 50	100 1 100
	80	60	50	—
2	80	50	40	—
	60 2 60	70 2 70	50 2 50	100 2 100
	60	50	40	—
3	40	40	40	—
	50 3 50	50 3 50	40 3 40	100 3 100
	50	40	40	—

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<sup>2</sup>, 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

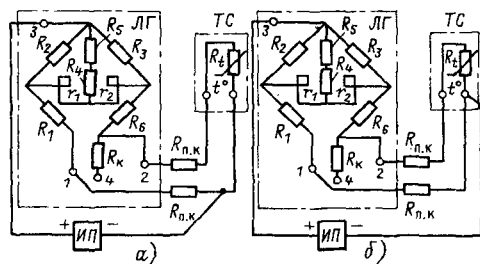


Рис. 7.12. Двухпроводная (а) и трехпроводная (б) схемы присоединения термопреобразователей сопротивления:

ЛГ — логометр; ТС — термопреобразователь сопротивления; ИП — источник питания;  $R_K$  — 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-

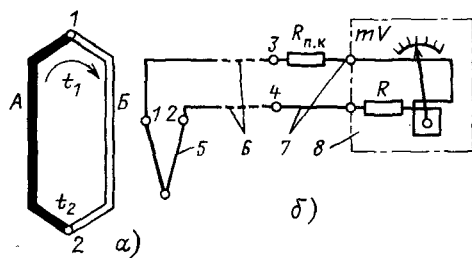


Рис. 7.13. Термоэлектрическая цепь (а) и схема включения термоэлектродных проводов (б):

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 из медными жилами.

Рассмотрим схему (рис. 7.14) включения компенсационной коробки в цепь измерения температуры 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  $R_d$  служит для подгонки по-

даваемого 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  $R_d$ .

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  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  и  $R_{13}$  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-

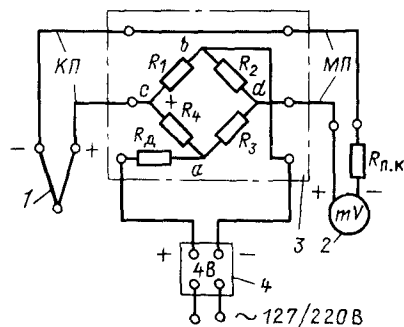


Рис. 7.14. Схема включения компенсационной коробки в цепь измерения температуры:

1 — термопреобразователь; 2 — милливольтметр; 3 — компенсационная коробка; 4 — источник питания



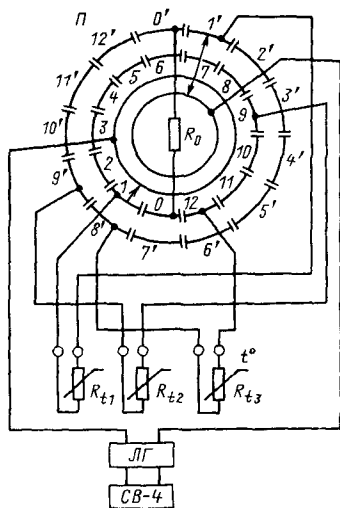


Рис. 7.15. Схема измерения температуры в нескольких точках одним логометром с помощью многоточечного переключателя

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 дав-

ления 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 уравнивается силой упругой деформации мембраны; пружинные и сильфонные, в которых измеряемое давление или разрежение уравнивается 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	M20 × 1,5	—	Радиальное
ТМ4-712-79	МОШ1-100, МВОШ1-100, ВОШ1-100, МПЗ-У, ВПЗ-У, МВПЗ-У	M20 × 1,5	Переднее	Осевое
ТМ4-711-79	ОБМ1-1006, ОБМВ1-1006, ОБВ1-1006, МПЗ-У, ВПЗ-У, МВПЗ-У	M20 × 1,5	Заднее	Радиальное
ТМ4-711-79	ОБМ1-1606, ОБМВ1-1606, ОБВ1-1606, МП4-У, ВП4-У, МВП4-У	M20 × 1,5	»	»
ТМ4-713-79	ОБМ1-160, ОБМВ1-160, ОБВ1-160, МП4-У, ВП4-У, МВП4-У	M20 × 1,5	—	»
ТМ4-714-79	МОШ1-160, МВОШ1-160, ВОШ-160, МП4-У, ВП4-У, МВП4-У	M20 × 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	M12 × 1,5	Заднее	Радиальное
ТМ4-706-79	МТ-3	M12 × 1,5	Переднее	Осевое
ТМ4-708-79	МП-3	M20 × 1,5	Заднее	Радиальное
ТМ4-709-79	МДФ1-100	M20 × 1,5	»	»

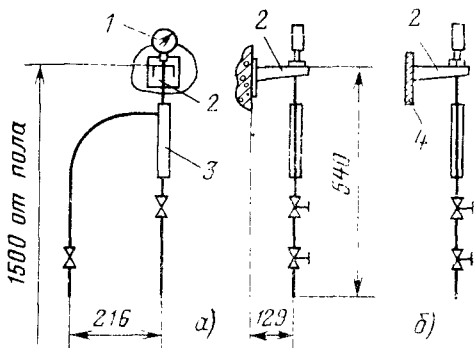


Рис. 8.1. Установка и обвязка манометров общего назначения, технических и электроконтактных по месту:

*a* – на кирпичной стене; *б* – на металлической стене; 1 – прибор; 2 – кронштейн; 3 – обвязка; 4 – металлическая стена или статив

Таблица 8.4. Схема установки на щитах самопишущих манометров, вакуумметров и мановакуумметров

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	M20 × 1,5
ТМ4-717-79	ВЭ-16Р6	M20 × 1,5

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	M20 × 1,5	1	Часовой механизм
ТМ4-698-79	МТС-711, ВТС-711, МВТС-711	M20 × 1,5	1	Электрический
ТМ4-698-79	МТ2С-712, ВТ2С-712, МВТ2С-712	M20 × 1,5	2	Часовой механизм
ТМ4-698-79	МТ2С-711, ВТ2С-711, МТ2С-711	M20 × 1,5	2	Электрический
ТМ4-698-79	МТ-711р, ВТ-711р, МВТ-711р	M20 × 1,5	2	Электрический

Таблица 8.5. Схема установки пружинных и сильфонных манометров на полу или стене

типового монтажного чертежа	Обозначение		Тип прибора	Эскиз установки	Условия монтажа	
	трубной обвязки	кронштейна (КП), стойки (СП), подставки (ППК)			прибора	импульсных труб
ТМ4-106-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	КП-3 по ТК4-467-81	ОБМ100, МТ-100, ЭКМ-1У, ЭКМ-2У, ВЭ-16Р6	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-16Р6	Рис. 8.2, <i>a</i>	На полу	То же
ТМ4-104-83	ОП-109 по ТК4-3559-83	КП-4 по ТК4-3507-81		Рис. 8.2, <i>б</i>	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, <i>a</i>	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, <i>б</i>	На стене	То же

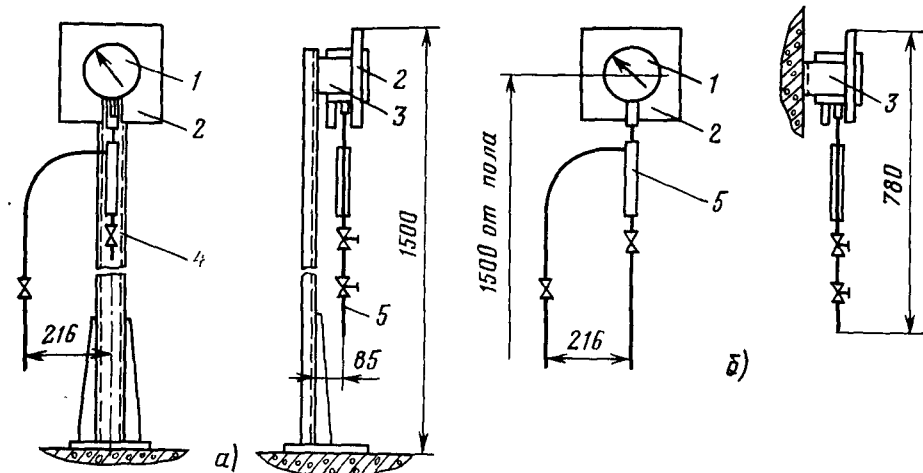


Рис. 8.2. Установка манометров электроконтактных ВЭ-16Р6 на полу (а) или стене (б): 1 — корпус прибора; 2 — обечайка; 3 — кронштейн; 4 — стойка; 5 — обвязка в соответствии с табл. 8.5

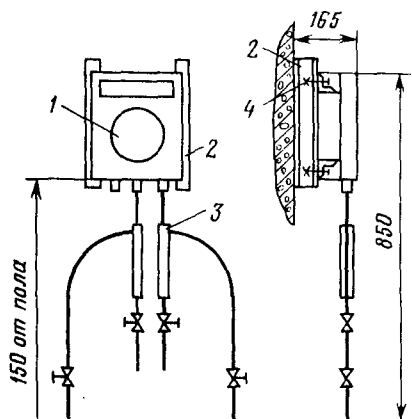


Рис. 8.3. Установка самопишущего двухзаписного прибора давления на стене:

1 — прибор; 2 — кронштейн; 3 — обвязка в соответствии с табл. 8.5; 4 — детали крепления

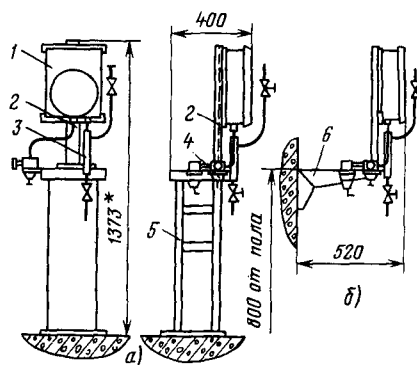


Рис. 8.4. Установка самопишущего регулирующего прибора с пневмосигналом по ТК4-380-83:

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.

Грубые обвязки для приборов измерения давления представлены на рис. 8.10.

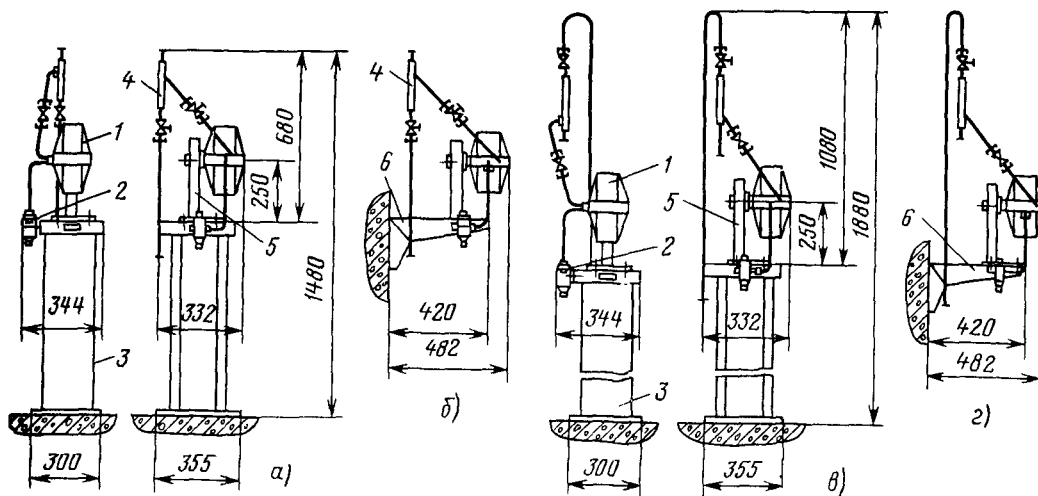


Рис. 8.5. Схема установки и обвязки преобразователей давления серий МС, МП, МВС, МАС, НС, ТС, ВС, ТНС, МВС на полу и стене:

*a* – 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 импульсных 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

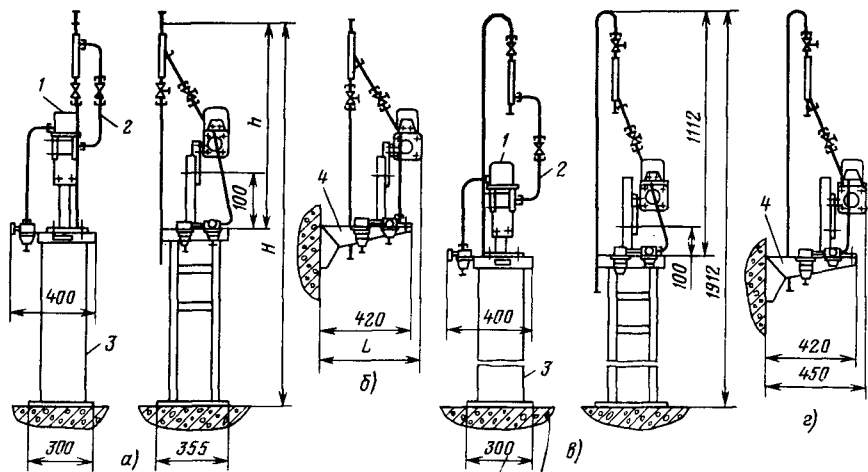


Рис. 8.6. Схема установки и обвязки преобразователей давления 13ДИ30, 13ДИ13, 13ДИВ30, 13ДИВ13, 13ДА30 и 13ДА13:

*a* – 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	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>L</i>	Тип	Модель	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>L</i>
13ДИ10	743	1510	710	452	13ДИ10	743	1510	710	452
13ДИВ10	743				13ДИВ10	743			
13ДА10	733				13ДА10	733			
13ДИ10	741				13ДИ10	741			
13ДИВ10	741	1475	675	415	13ДИВ10	741	1475	675	415
13ДИ30	741				13ДИ30	749			
13ДИ13	749				13ДИ13	749			
13ДИВ30	749				13ДИВ30	749			
13ДИВ13	749	731	739	731	13ДИВ13	749	731	739	731
13ДА10	731				13ДА10	731			
13ДА30	731				13ДА30	739			
13ДА13	739				13ДА13	739			

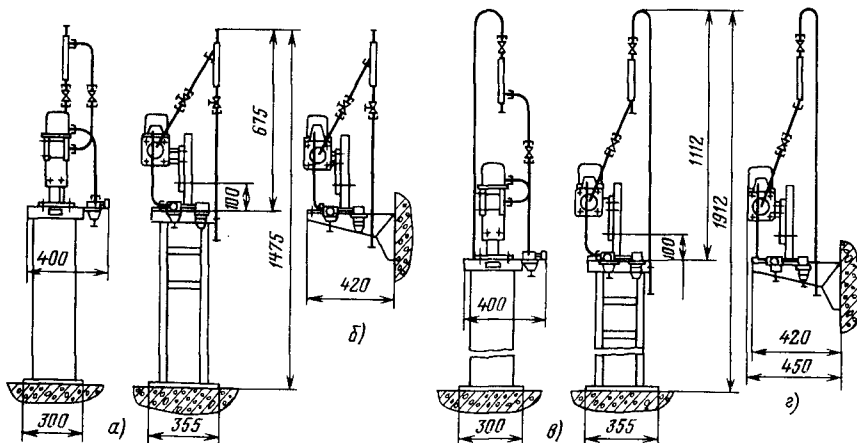


Рис. 8.7. Схема установки и обвязки преобразователей давления 13ДИ14, 13ДИ40 модели 752: *a* – на полу с подводом импульсных труб сверху; *б* – на стене с подводом импульсных труб сверху; *в* – на полу с подводом импульсных труб снизу; *г* – на стене с подводом импульсных труб снизу

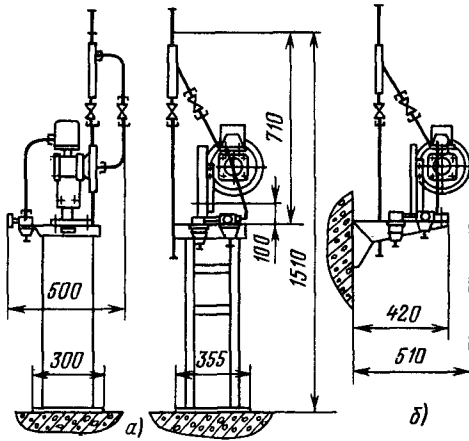


Рис. 8.8. Схема установки и обвязки преобразователей давления 13ДИВ10, 13ДИ10 модели 745:

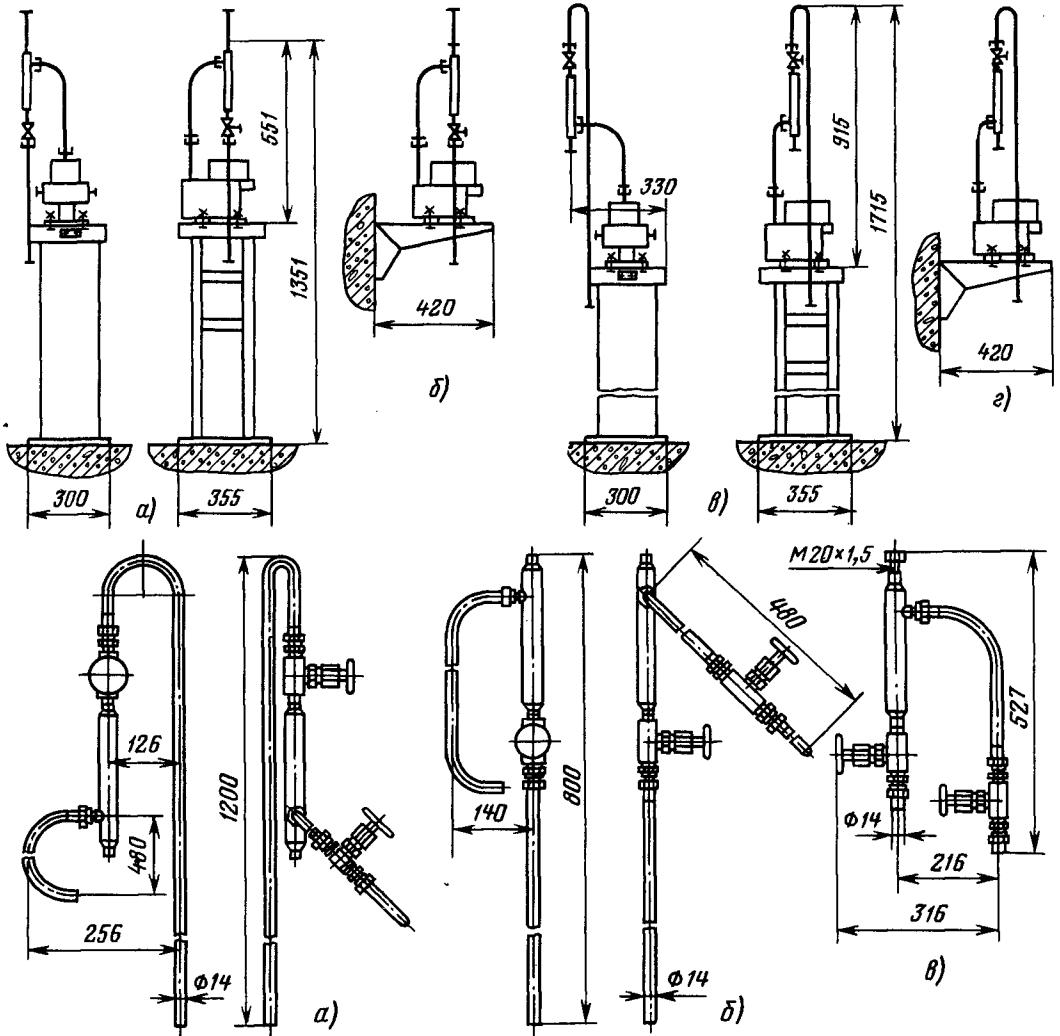
а — на полу; б — на стене

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 снизу; б — ОП-108 для приборов ГСП при 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 давления «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-

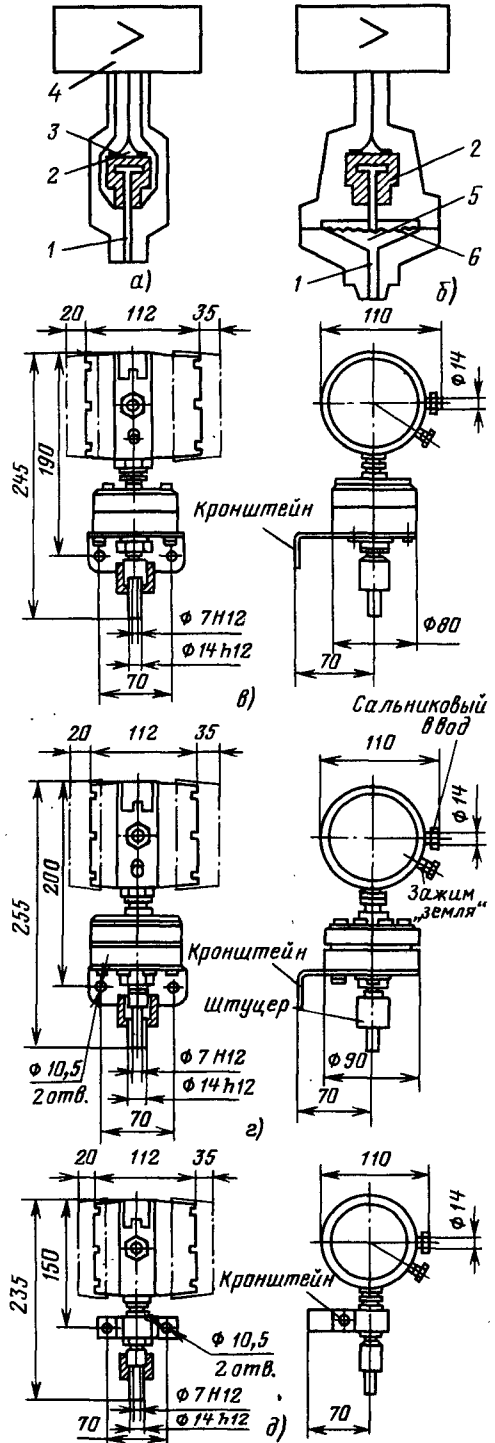


Рис. 8.11. Схема устройства, габаритные, присоединительные и установочные размеры тензометрических преобразователей давления серии «Сапфир-22»:

а — схема прибора без разделительной мембраны; б — схема прибора с разделительной мембраной; 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 — тензорезистор; 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 раздельной мембраны, соединительного ниппеля (при необходимости ниппель может не заказываться) и нижней части корпуса прибора.

Для измерения перепада давлений тензопреобразователь размещают в полости, отделенной двумя металлическими гофрированными мембранами с каждой стороны, куда подается давление измеряемой среды, независимо от того, агрессивна среда или нет.

Габаритные, присоединительные и установочные размеры тензометрических преобразователей давления приведены на рис. 8.11.

Комплектно с прибором, как правило, поставляется кронштейн для его установки и ниппель для подсоединения импульсных труб с наружным диаметром 14 мм.

Штрихпунктирными линиями на рис. 8.11 указано необходимое пространство для открывания крышек электронного устройства. Преобразователи рекомендуется монтировать штучером вниз (вертикально); допускается преобразователи «Сапфир-22ДИ» моделей 2151, 2161, 2171, «Сапфир-22ДИВ» модели 2351 монтировать в любом, удобном для обслуживания положении.

Все приборы «Сапфир-22» бесшкальные и поэтому монтируются на строительных конструкциях производственных помещений на стойках, кронштейнах или станинах.

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<sup>2</sup>.

Кабель измерительных цепей с сечением жил 0,75—1,5 мм<sup>2</sup> и диаметром оболочки до 14 мм вводят в сальниковый ввод (см. рис. 8.11). Жилы кабеля расключают в соответствии со схемой внешних соединений, после чего заделывают ввод и завертывается гайка уплотнения.

Дальнейший процесс монтажа тензометрических преобразователей ведется так же, как и других преобразователей давления, описанных выше.

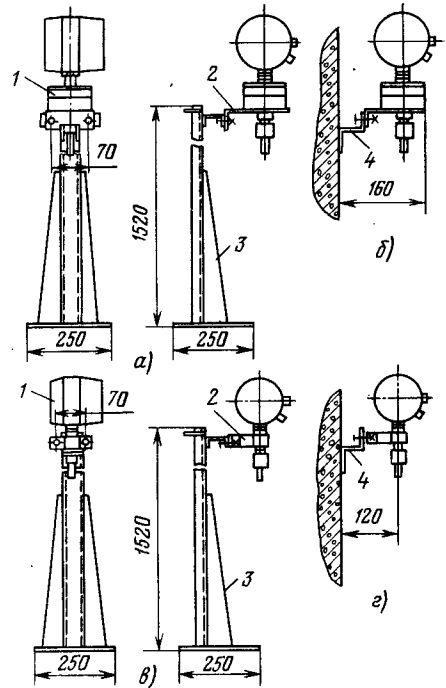


Рис. 8.12. Установка тензометрических преобразователей давления «Сапфир-22ДА» моделей 2050, 2060; «Сапфир-22ДИ» моделей 2050, 2060; «Сапфир-22ДИВ» модели 2350:

а, в — на полу; б, г — на стене 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 обуславливают удобство их установки на станинах.

Установка приборов на станине 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 станины. Шаг между осями группы приборов должен быть равен примерно 300 мм (чтобы можно было снять крышки приборов), т. е. на станине 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 уравнивании 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 контролируемого объекта.

Габаритные и присоединительные размеры датчиков-реле приведены на рис. 8.13.

Датчики-реле бесшкальные и поэтому монтируются на строительных основаниях

производственных помещений на полу или стене. Датчики-реле устанавливаются в вертикальном положении. Поскольку их масса невелика (от 0,5 до 1,6 кг), крепление 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 на полу (рис. 8.14, а) кронштейн закрепляют на стойке СП, изготавливаемой по ТК4-3546-81. Стойка монтируется на заранее установленные болты.

При установке на стене монтаж кронштейна осуществляется приваркой (для металлических переборок) или пристрелкой дюбелями.

Установка датчиков-реле непосредственно на технологических трубопроводах не рекомендуется, так как в этом случае прибор трудно защитить от действия высоких температур, влажности и вибрации.

Для подключения электрических прово-

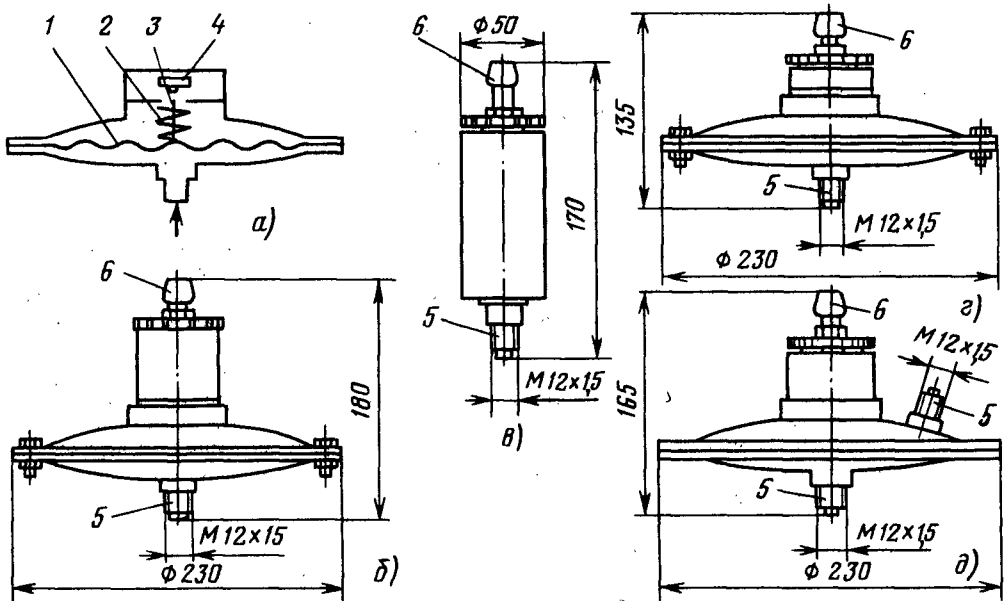


Рис. 8.13. Датчик-реле давления:

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 ДПН-2,5; д — габаритные и присоединительные размеры датчиков-реле времени ДПН-2,5; 1 — мембрана; 2 — пружина; 3 — стержень-толкатель; 4 — микропереключатель; 5 — штуцер для подключения импульсных труб; 6 — сальник для ввода проводов или кабеля

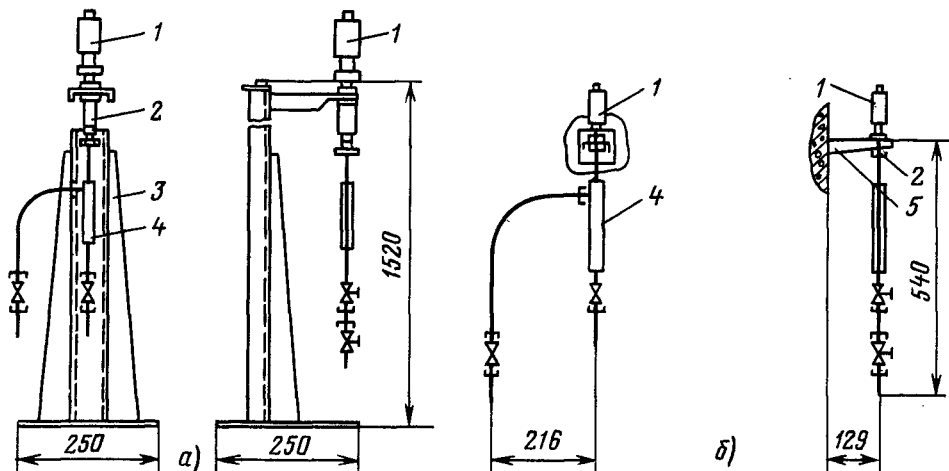


Рис. 8.14. Установка датчиков-реле:

*a* — 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 мм<sup>2</sup>, защищенные до коробок металлоуравном.

### 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	ЗК4-45-70	—	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	ЗК4-45-70	—	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 монтажа
установки	закладной конструкции	отборного устройства			
ТК4-3138-70	ЗК4-46-70	ТК4-130-67	14М1	Рис. 8.15, в	Установка на горизонтальном трубопроводе: измеряемая среда — газ, жидкость, пар давлением $P_y$ до 1,6 МПа и температурой до 225 °С
ТК4-3139-70	ЗК4-46-70	ТК4-131-67	14М1	Рис. 8.15, з	То же, но на вертикальном трубопроводе
ТК4-3140-70	ЗК4-47-70	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	ЗК4-47-70	ТК4-3146-70	1014-00Б	Рис. 8.15, е	То же, но на вертикальном трубопроводе
ТК4-3143-70	ЗК4-47-70	ТК4-3147-70	Для В-160-120 ПЗ22038, 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 ПЗ22038 или ВВД (см. отборные устройства в табл. 8.7). Один из вентилялей служит для отключения прибора, а другой — для подсое-

динения 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 заворачивать прибор за корпус). Если корпус прибора занял неудобное для обозрения положение, его исправляют за счет толщины прокладки или кладут еще одну прокладку с тем, чтобы шкала прибора была обращена к возможному месту обслуживания (месту оператора, аппарата).

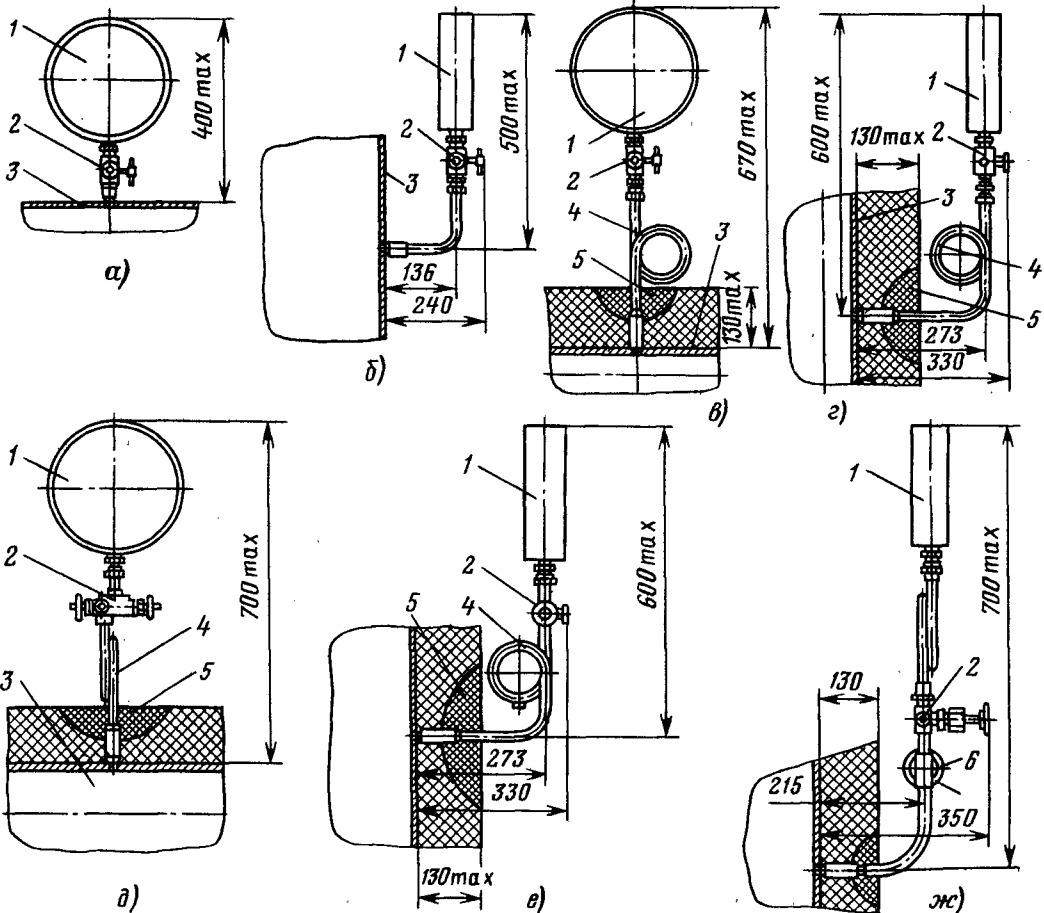


Рис. 8.15. Установка манометров, мановакуумметров и вакуумметров общего назначения на трубопроводах и аппаратах:

*a* – 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 горизонтальном 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 замерах давления неядовитых газов (например, вентиляториого воздуха при давлении не более 700 Па). Размещать отборные устройства желательно в местах, где скорость движения среды на-

и меньшая, 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 ввариваться 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
<p>Установка на трубопроводе по ТК4-3151-70. Измеряемая среда — газ, давление <math>P_y</math> до 0,1 МПа, температура <math>t</math> до 60 °С: 1 — вентиль типа 15Б50Р-2М, <math>D_y = 10</math> (соединяется пайкой, припой ПМЦ-54); 2 — закладная конструкция ЗК4-48-70</p>	
<p>Установка на трубопроводе по ТК4-3152-70. Измеряемая среда — вода, нефть, масло, давление до <math>P_y</math> до 1,0 МПа, температура <math>t</math> до 80 °С: 1 — кран типа 11ч6бк, <math>D_y = 15</math>, соединяется трубной резьбой 1/2" на сурике с подмоткой пакли; 2 — закладная конструкция ЗК4-48-70</p>	
<p>Установка на трубопроводе с изоляцией по ТМ4-226-76. Измеряемая среда — газ, пар, давление <math>P_y</math> до 6,4 МПа, температура <math>t</math> до 200 °С: 1 — отборное устройство 64-200П; 2 — вентиль; 3 — закладная конструкция ЗК4-47-70; 4 — легкоснимаемый слой изоляции</p>	
<p>Установка на горизонтальном трубопроводе по ТК4-3149-70. Измеряемая среда — жидкость, пар, давление <math>P_y</math> до 10,0 МПа, температура <math>t</math> до 425 °С: 1 — труба 14×2 с закладной конструкцией ЗК4-46-70; 2 — вентиль типа 890-00Б; 3 — изоляция трубопровода; 4 — импульсная труба</p>	

## Продолжение табл. 8.8

Характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
<p>Установка на вертикальном трубопроводе по ТК4-3150-70. Измеряемая среда — жидкость, пар, давление <math>P_y</math> до 10,0 МПа, температура <math>t</math> до 425 °С; 1 — труба отбора 14×2; 2 — вентиль 890-00Б; 3 — закладная конструкция ЗК-46-76; 4 — импульсная труба</p>	
<p>Установка на горизонтальном газоходе с металлической обшивкой по ТК4-3154-70. Измеряемая среда — запыленный газ, давление <math>P_y</math> до 0,1 МПа; 1 — отборное устройство 955-1-У3 по ТК4-127-70; 2 — импульсная труба; 3 — обсадная труба</p>	
<p>То же, но по ТК4-3155-70 на вертикальном газоходе</p>	
<p>Установка на горизонтальном газоходе по ТК4-3156-70. Измеряемая среда — запыленный газ; давление <math>P_y</math> до 0,1 МПа; 1 — отборное устройство 955-1-У3 по ТК4-127-70; 2 — импульсная труба; 3 — обсадная труба; 4 — закладная металлическая пластинка, приваренная к отборному устройству</p>	
<p>То же, но по ТК4-3157-70 на вертикальном газоходе</p>	



Продолжение табл. 8.8

Характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
<p>Установка на горизонтальном трубопроводе по ТК4-3158-70. Измеряемая среда — чистый газ, давление <math>P_y</math> до 0,1 МПа: 1 — отборное устройство давления или разрежения ТК4-128-68; 2 — импульсная труба; 3 — пробка</p>	
<p>То же, но по ТК4-3159-70 на вертикальном трубопроводе</p>	

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 монтажа

Таблица 8.9. Закладные конструкции для отборных устройств давления и разрежения

Тип, характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
<p>ЗК4-45-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды <math>P_y</math> до 10,0 МПа и температурой <math>t</math> до 80 °С: 1 — штуцер М20 × 1,5-100; 2 — заглушка М20 × 1,5; прокладка 10 × 18</p>	
<p>ЗК4-46-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды <math>P_y</math> до 10,0 МПа и температурой <math>t</math> до 450 °С: 1 — штуцер М20 × 1,5-100; 2 — заглушка М20 × 1,5; 3 — прокладка 10 × 12; 4 — легкоснимаемый слой изоляции</p>	

Продолжение табл. 8.9

Тип, характеристика, наименование деталей и область применения	Эскиз установки
<p>ЗК4-47-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды <math>P_y</math> до 20,0 МПа и температурой <math>t</math> до 450 °С: 1 — штуцер М27×2-100; 2 — заглушка М27×2; 3 — прокладка 20×26; 4 — легкоснимаемый слой изоляции</p>	
<p>ЗК4-48-70. Установка на трубопроводе с давлением измеряемой среды <math>P_y</math> до 1,6 МПа и температурой <math>t</math> до 80 °С: 1 — штуцер с трубной резьбой 1/2″-50; 2 — заглушка КЗ-1/2″; 3 — прокладка 10×18</p>	

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.

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

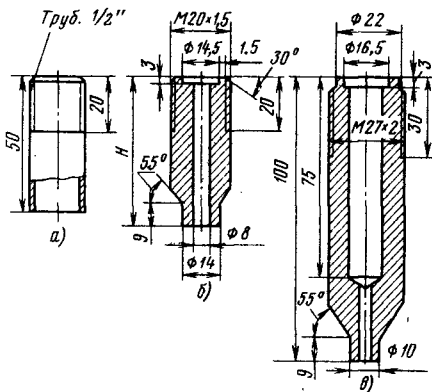
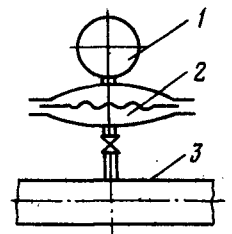


Рис. 8.16. Штуцера отборных устройств — закладные детали для  $P_y$  до 1,6 МПа (а), до 10,0 МПа (б) и более 100 МПа (в)

Рис. 8.17. Схема установки мембранного разделителя на трубопроводе: 1 — прибор; 2 — мембранный разделитель; 3 — трубопровод



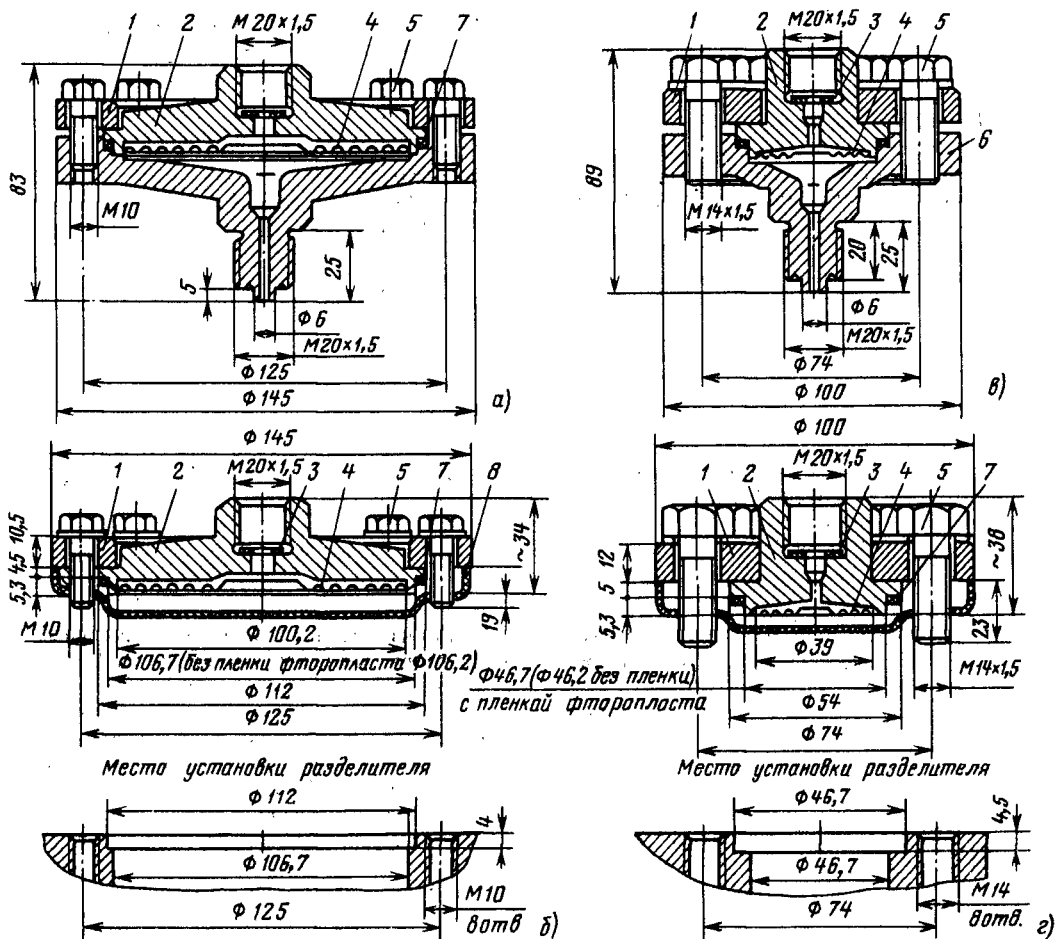


Рис. 8.18. Габаритные, установочные и присоединительные размеры мембранных разделителей РМ:

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 X18110T; 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 внутреннее пространство разделителя. При необходимости измерений сред с температурой до 200 °С рекомендуется заполнение разделителей производить соответствующим видом полиэтиленаксановой 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 ис-

ключается 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.

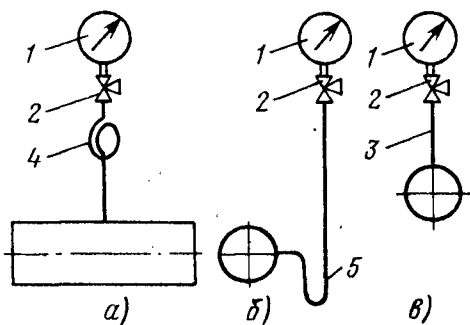


Рис. 8.19. Установка манометра на трубопроводе:

*a* — 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

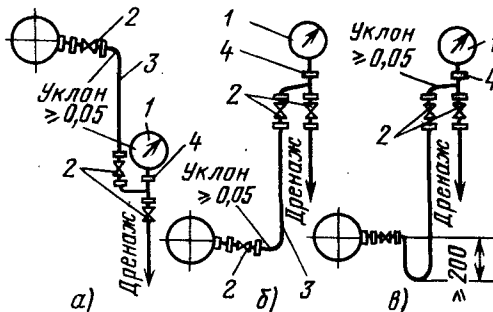


Рис. 8.20. Установка манометра для измерения давления неагрессивной жидкости и пара при  $P_y$  до 1,6 МПа и  $t$  до 100 °С: *a* — манометр ниже отбора давления при измерении давления жидкости и пара; *б* — манометр выше отбора давления при измерении давления и жидкости; *в* — то же при измерении давления пара; 1 — манометр; 2 — вентиль запорный; 3 — импульсная трубка; 4 — переходные трубные соединения

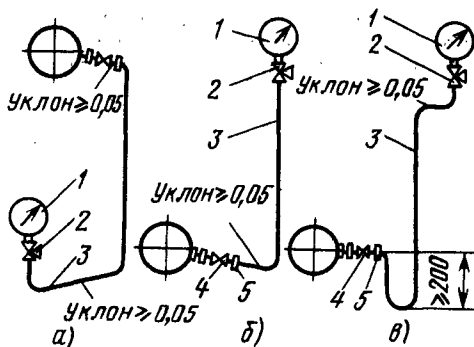


Рис. 8.21. Установка манометра для измерения давления неагрессивной жидкости или пара при  $t > 100$  °С и  $P_y = 1,6$  МПа:

*a* — 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 линии, а также кольцеобразной или петлеобразной трубки, остывшей жидкостью.

При измерении давления неагрессивной жидкости или газа при температуре среды более  $80^{\circ}\text{C}$  или при наличии пульсаций давления среды соединительные линии должны иметь защитные кольцеобразные или петлеобразные сифонные трубки (см. рис. 8.15). При температуре среды ниже  $80^{\circ}\text{C}$  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 установки 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  $100^{\circ}\text{C}$  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  $100^{\circ}\text{C}$  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  $100^{\circ}\text{C}$  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  $100^{\circ}\text{C}$  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

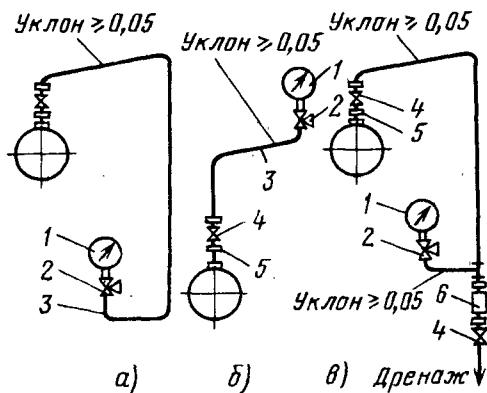


Рис. 8.22. Установка манометра для измерения давления неагрессивного сухого (а и б) и влажного (в) газов при  $P_y = 1,6$  МПа и  $t = 100^{\circ}\text{C}$ :

1 — манометр; 2 — трехходовой кран; 3 — импульсная трубка; 4 — вентиль запорный; 5 — переходные трубные соединения; 6 — сборник конденсата

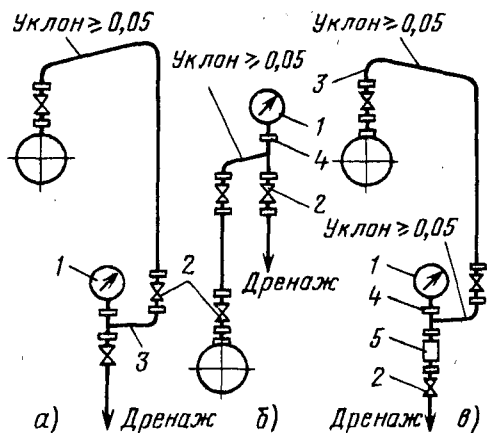


Рис. 8.23. Установка манометра для измерения давления неагрессивного сухого (а и б) и влажного (в) газов при  $t > 100^{\circ}\text{C}$  и  $P_y = 1,6$  МПа:

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-

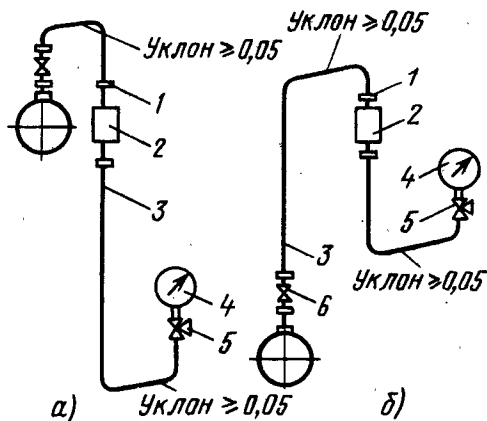


Рис. 8.24. Установка манометра для измерения давления агрессивного газа при плотности разделительной жидкости, большей плотности измеряемой среды, и при расположении манометра ниже (а) и выше (б) отбора давления:

1 — переходное трубное соединение; 2 — разделительный сосуд; 3 — импульсная труба; 4 — манометр; 5 — трехходовой кран; 6 — вентиль запорный

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 станинах.

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 станинах могут выполняться свои дренажные

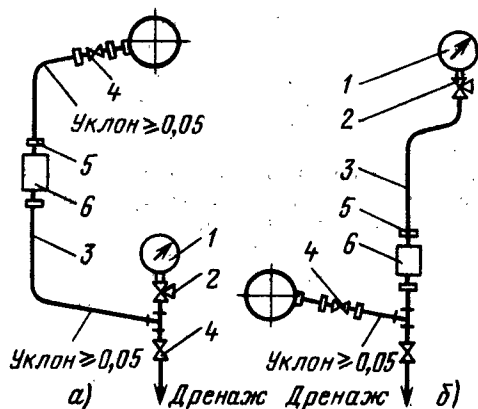


Рис. 8.25. Установка манометра для измерения давления агрессивной или вязкой жидкости при плотности разделительной жидкости, большей (а) и меньшей (б) плотности измеряемой среды, и при расположении манометра ниже и выше места отбора давления:

1 — манометр; 2 — трехходовой кран; 3 — импульсная трубка; 4 — вентиль запорный; 5 — переходное трубное соединение; 6 — разделительный сосуд

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 проводов 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 ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) или литр в секунду (л/с), а газов — метр кубический в час ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ). 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 индукционный.

Сущность объемного метода за-