

М.Л. Каминский
В.М. Каминский

МОНТАЖ

ПРИБОРОВ И СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦИИ



ББК 32.965

К18

УДК 62—52 (075.32)

Рецензент — Гуров А. М., зам. начальника технического
отдела ГПИ «Проектмонтажавтоматика»

Каминский М. Л., Каминский В. М.

К18 Монтаж приборов и систем автоматизации: Учеб.
для сред. проф.-техн. училищ. — 5-е изд., перераб. и
доп. — М.: Высш. шк., 1983. — 248 с., ил. — (Профтехоб-
разование).

В пер.: 65 к.

В книге приведены краткие сведения о классификации приборов контро-
ля и аппаратуры автоматического регулирования и дистанционного управле-
ния технологическими процессами в различных отраслях промышленности и
на отдельных объектах гражданского назначения. Рассмотрен принцип дейст-
вия приборов для измерения температуры, давления, разрежения, расхода, ко-
личества, уровня и других технологических величин. Приведены основные све-
дения о пневматических, гидравлических и электрических регуляторах и аппа-
ратуре дистанционного управления. Даны краткие сведения о комплексных
системах автоматизации технологических процессов.

Подробно изложена современная технология заготовительных работ и пол-
носорного индустриального монтажа приборов, аппаратуры и комплектных
систем автоматизации.

К $\frac{2404000000-263}{052(01)-83}$ 29—83

ББК 32.965

6Ф6.5

Михаил Львович Каминский
Владимир Михайлович Каминский

МОНТАЖ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Редактор Н. В. Тихонова. Художник В. М. Боровков. Художественный ре-
дактор Т. В. Панина. Технический редактор А. К. Нестерова. Корректор
Г. Н. Буханова

ИБ № 4027

Изд. № Инд-257. Сдано в набор 14.03.83. Подп. в печать 20.05.83. Т-03811.
Формат 60×90^{1/16}. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Объем 15,5 усл. л. Усл. кр.-отг. 15,5. Уч.-изд. л. 17,63. Тираж 65 000 экз.
Зак. № 1339. Цена 65 коп.

Издательство «Высшая школа», Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14

Московская типография № 8 Союзполиграфпром при Государственном
комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Хохловский пер., 7.

© Издательство «Высшая школа», 1978
© Издательство «Высшая школа», 1983, с изменениями

ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 гг. и на период до 1990 г. предусматривается широкое развитие всех отраслей народного хозяйства на основе дальнейшей интенсификации производства, совершенствования технологических процессов и роста производительности труда. Одним из решающих факторов в деле выполнения поставленных задач является автоматизация как средство обеспечения контроля, надежности, экономичности и безопасности работы технологического оборудования. Практически все существующие и строящиеся промышленные объекты оснащаются средствами автоматизации. Наиболее сложные объекты нефтепереработки, химии и нефтехимии, производства минеральных удобрений, черной металлургии, энергетики, газового хозяйства и другие оснащаются системами комплексной автоматизации.

Поставленные в Продовольственной программе СССР на период до 1990 г. задачи по пропорциональному и сбалансированному развитию агропромышленного комплекса на основе интенсификации сельскохозяйственного производства, ускоренного внедрения достижений науки и передового опыта, внедрения передовой технологии производства и ряд других мероприятий предусматривают внедрение автоматизации и механизации всех звеньев комплекса. Так, в частности, будут сооружены автоматизированные животноводческие комплексы, бройлерные птицефабрики, предприятия по переработке кормов.

Системы автоматизации все в большей степени используются на объектах жилищного строительства и социально-бытового назначения.

Приборостроительная промышленность в нашей стране начала создаваться лишь после Великой Октябрьской социалистической революции в период бурного строительства и индустриализации.

В первые годы Советской власти выпускались приборы для измерения основных технологических параметров: температуры, давления, расхода, уровня.

В дальнейшем получили развитие методы и средства измерений высоких и сверхнизких температур, приборы газового и жидкостного анализа, регуляторы и исполнительные механизмы и т. д.

На основе последних достижений фундаментальных и прикладных наук, теории автоматического регулирования и управления на базе вновь разрабатываемых приборов и регуляторов стали создаваться системы автоматизации. Такие системы позволяют выпол-

нять следующие функции: контроль параметров технологических процессов, обработку информации, автоматическое регулирование параметров, дистанционное и автоматическое управление машинами и агрегатами и сигнализацию их состояния, обеспечение безопасной эксплуатации технологического оборудования, оптимизацию технологических процессов. Развитие автоматизации происходит за счет непрерывного совершенствования конструкций, повышения точности и надежности аппаратуры, создания принципиально новых видов приборов и систем автоматического регулирования и управления.

Намеченные партией и правительством цели выдвигают перед монтажниками по приборам и аппаратам автоматического контроля, регулирования и управления ответственные задачи.

Современные масштабы строительства требуют применения высокопроизводительных методов производства монтажных работ, основанных на передовой технике и прогрессивной технологии. Автоматизация технологических процессов и непрерывный контроль их основных величин связаны с повышенными требованиями к четкости и безотказности работы приборов и систем автоматизации. Точность производимых ими измерений и регулирующих воздействий во многом зависит от качества монтажа.

Период между четвертым и пятым изданиями данной книги характеризуется рядом новых прогрессивных решений в области приборостроения, технологии и организации монтажных работ. Важнейшими из них являются следующие: выпуск приборостроительной промышленностью ряда новых комплектных систем автоматизации; внедрение блочно-агрегированного монтажа технологических установок в комплекте с приборами и средствами автоматизации; разработка, организация серийного производства и широкое внедрение комплектных промышленных помещений операторов и помещений преобразователей с установленными в них приборами и средствами автоматизации; применение пластмассовых и токопроводящих стальных труб для защиты электрических проводок систем автоматизации.

Разработаны и широко применяются новые монтажные изделия (например, пластмассовые соединительные и протяжные коробки, блоки зажимов, утепленные приборные шкафы) и приборы для контроля качества монтажных работ (индикаторы номера жил, индикаторы контроля изоляции, теченоскатели). Изменились организация и подготовка монтажных работ. В частности, получила распространение комплектная контейнерная поставка монтажных изделий и заготовок на объекты, начата разработка проектов производства работ на ЭВМ.

Монтаж приборов и систем автоматизации является одним из наиболее технически сложных разделов монтажных работ. От квалификации слесарей-монтажников, знания ими современной технологии монтажа, приемов работы, умения пользоваться технически совершенными инструментами во многом зависят качество и сроки строительства и реконструкции промышленных объектов.

Учебник предназначен для подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Слесарь-монтажник по приборам и аппаратам автоматического контроля, регулирования и управления», владеющих профессиональным мастерством, отвечающих требованиям современного производства, научно-технического прогресса и перспективам их развития. Изучение материалов курса по данному учебнику базируется на знаниях, полученных учащимися при изучении предметов «Электротехника с основами промышленной электроники», «Электроматериаловедение», «Основы слесарного дела».

При работе над пятым изданием книги авторами освещен передовой опыт монтажных трестов, предприятий и проектных организаций Главмонтажавтоматики Минмонтажспецстроя СССР.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

§ 1. Единицы измерения

Измерение любой величины прежде всего требует установления определенной единицы измерения. Измерением называется сравнение данной величины с ее значением, принятым за единицу. Путем измерения можно проверить, какую долю единицы измерения составляет сравниваемая величина или во сколько раз она больше единицы измерения.

Единицы измерения разделяются на основные и производные. К основным относятся единицы измерения длины, массы, времени, силы электрического тока, температуры и силы света. Производными являются единицы измерения, размер которых устанавливается на основании физических зависимостей через основные единицы. Совокупность основных и производных единиц называется системой единиц. В нашей стране действует единая Международная система единиц для обязательного применения во всех областях науки, техники и народного хозяйства (ГОСТ 8.417—81). Международной системе присвоено краткое обозначение СИ, что означает «система интернациональная». Основные единицы СИ приведены в табл. 1.

Принятый в СИ кельвин (К) является единицей термодинамической температуры, составляющей $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды. Кельвин как единица температурного интервала равен $1/273,16$ части интервала термодинамической температуры между абсолютным нулем и тройной точкой воды. Тройная точка воды — точка равновесия воды в твердой, жидкой и газообразной фазах (лед, вода, водяной пар). Нижней границей термодинамической шкалы является абсолютный нуль температуры (0 К).

В Международной практической температурной шкале 1968 г. различают международную практическую температуру Кельвина (символ T_{68}) и международную практическую температуру Цельсия (символ t_{68}); соотношение между T_{68} и t_{68} следующее: $t_{68} = T_{68} - 273,15$ К. Единицами T_{68} и t_{68} являются соответственно кельвин (символ К) и градус Цельсия (символ °С).

Таблица 1. Основные единицы СИ

Величина	Единица		
	наименование	обозначение	
		русское	международное
Длина	метр	м	m
Масса	килограмм	кг	kg
Время	секунда	с	s
Сила электрического тока	ампер	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	К	K
Количество вещества	моль	моль	mol
Сила света	кандела	кд	cd

Изменение температуры на 1 К соответствует изменению температуры на 1° С. Например, температура кипения воды в кельвинах при нормальном атмосферном давлении (1013 гектопаскалей) равна: $T_{68} = t_{68} + 273,15 \text{ К} = 100^\circ \text{ С} + 273,15 \text{ К} = 373,15 \text{ К}$.

§ 2. Классификация приборов

Измерительным прибором называется средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем (ГОСТ 16263—70).

По назначению измерительные приборы, используемые в промышленности для контроля технологических процессов, делятся на показывающие, допускающие только отсчитывание показаний, и регистрирующие, в которых предусмотрена регистрация показаний. В свою очередь, регистрирующие приборы делятся на самопишущие (показания записываются в форме диаграммы) и печатающие (показания печатаются в цифровой форме).

По наличию передачи показаний приборы могут быть с дистанционной передачей и без таковой. Приборы с дистанционной передачей используются в измерительных системах, состоящих из следующих основных частей:

первичного прибора — преобразователя (датчика), который воспринимает посредством чувствительного элемента изменения измеряемой величины, преобразует ее в выходной сигнал — импульс — и передает последний на расстояние;

вторичного прибора, который воспринимает посредством измерительного устройства импульсы, передаваемые преобразователем, и преобразует их в перемещения указателя относительно шкалы; вторичные приборы могут быть показывающими, регистрирующими, сигнализирующими и регулируемыми;

соединительных трубных (пневматических, гидравлических) или электрических проводок, по которым передаются результаты измерений от преобразователя к вторичному прибору.

По виду показаний измерительные приборы делятся на аналоговые (непрерывные) и цифровые (дискретные). В аналоговом измерительном приборе показания являются непрерывной функцией измененной измеряемой величины. В цифровом измерительном приборе автоматически вырабатываются дискретные (прерывистые) сигналы измерительной информации, а показания представлены в цифровой форме.

По измеряемым физико-химическим параметрам приборы выпускают для измерения температуры, давления, расхода и количества, концентрации растворов, уровня, влажности и плотности газов, электрических величин и определения состава (анализа) газов и жидкостей.

С какой бы тщательностью ни было сделано измерение, оно сопровождается погрешностями, в той или иной степени искажающими результат измерения. Погрешностью называется разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины. Погрешности приборов не должны выходить за пределы, установленные стандартами, нормами и техническими условиями для данного метода измерения.

По точности измерения приборы разделяются по классам, обозначаемым цифрами: 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0. Обычно цифры, соответствующие классу точности прибора, наносят на шкалу и заключают в окружность. Класс точности выражается числом погрешности, соответствующей нормальным условиям работы прибора, т. е. нормальному положению прибора, нормальной температуре окружающей среды и др. Например, для прибора класса 1,5 со шкалой 0—1000°С допустимая погрешность будет равна $\pm 15^\circ\text{C}$, для прибора того же класса, но со шкалой 0—500°С допустимая погрешность будет $\pm 7,5^\circ\text{C}$, а для прибора того же класса с двусторонней шкалой от —50 до +100°С — $\pm 2,25^\circ\text{C}$. Иначе говоря, допустимая погрешность вычисляется от алгебраической разности верхнего и нижнего пределов измерения.

Допустимая погрешность — наибольшая погрешность показания прибора, допускаемая нормами. Она характеризуется поставленными перед ней знаками плюс и минус или одним из этих знаков, если распространяется только на одни положительные или отрицательные значения допустимых нормами погрешностей.

§ 3. Основные сведения из метрологической терминологии

В книге при характеристике устройства и принципа действия контрольно-измерительных приборов, автоматических регуляторов и систем автоматизации часто встречается ряд терминов и определений, которые необходимо знать слесарю-монтажнику.

Измерительный преобразователь (раньше его называли датчиком) — средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи

или дальнейшего преобразования, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Чувствительный элемент — элемент измерительного преобразователя, находящийся под непосредственным воздействием измеряемой или регулируемой величины. В промышленных условиях в качестве чувствительных элементов применяют плоские и гофрированные упругие мембраны, гармониковые мембраны (сильфоны), трубчатые пружины, поплавки, биметаллические пластины и др.

Первичный измерительный преобразователь — измерительный преобразователь, к которому подводится измеряемая величина (среда) и установленный в измерительной цепи первым.

Система измерения — совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи (электрическими или трубными проводками), предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для передачи, автоматической обработки или использования в системах автоматического регулирования. В системах измерения, непосредственно контролируемых оператором, измерительные преобразователи используют для передачи сигналов измерительной информации на измерительные приборы (получившие название вторичных приборов), вырабатывающие сигнал измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия оператором.

Регулируемый объект — технологический агрегат, механизм или иное устройство, в которых посредством автоматического регулятора поддерживается заданное значение регулируемой величины или изменение ее по заданному закону.

Регулируемая величина — физическая величина, которая характеризует технологический процесс, происходящий в регулируемом объекте. Постоянное значение или закономерное изменение регулируемой величины предназначен поддерживать автоматический регулятор.

Заданное значение — значение регулируемой величины, которое требуется поддерживать постоянным или изменять во времени по заданному закону.

Регулирующий агент — вещество или энергия, влияющее на регулируемую величину и подвергающееся изменению регулирующим органом автоматического регулятора.

Обратная связь — устройство, посредством которого происходит передача воздействия, направленного от одного из последующих элементов цепи автоматического регулирования к одному из ее предыдущих элементов.

Входной сигнал — сигнал, поступающий от чувствительного элемента к преобразователю или от преобразователя к вторичному прибору.

Выходной сигнал — преобразованный входной сигнал, выходящий в виде командного сигнала.

§ 4. Единая государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП)

ГСП представляет собой совокупность унифицированных приборов, элементов и устройств с широким диапазоном возможностей от осуществления автоматического контроля и регулирования отдельных процессов до решения задач комплексной автоматизации, предусматривающих использование новейших средств вычислительной техники.

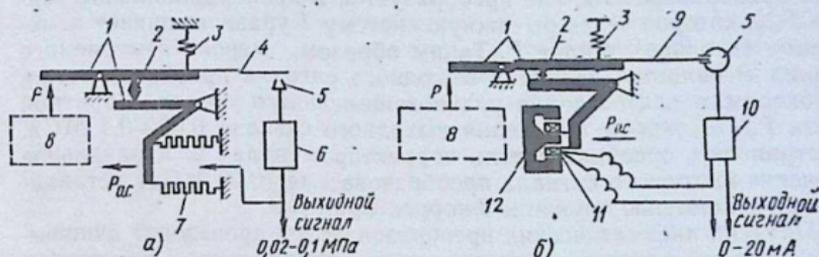


Рис. 1. Принципиальные схемы преобразователей системы ГСП:

а — пневматического, б — электрического: 1 — рычажная система, 2 — корректор нуля, 3 — пружина корректора нуля, 4 — заслонка, 5 — индикатор рассогласования, 6 — пневматический усилитель, 7 — сильфон обратной связи, 8 — измерительный блок, 9 — управляющий флажок, 10 — электронный усилитель, 11 — обмотка рамки, 12 — магнитоэлектрическое устройство

По структуре ГСП состоит из нескольких самостоятельных ветвей в зависимости от вида вспомогательной энергии (пневматической, электрической или гидравлической), используемой для передачи сигналов (импульсов).

Преобразователи ГСП являются бесшкальными приборами, предназначенными для преобразования измеряемой величины в выходной сигнал дистанционной передачи. Их используют для измерения различных теплотехнических величин, в том числе абсолютного или избыточного давления, расхода, уровня и др. Каждый из преобразователей состоит из двух основных элементов — измерительного блока, преобразующего измеряемую величину в усилие, и преобразователя этого усилия в выходной сигнал. При этом преобразователь является унифицированным элементом, входящим в любой из преобразователей данной ветви, а измерительный блок меняется в зависимости от измеряемой теплотехнической величины (давления, расхода, уровня и др.).

В связи с ограниченным объемом книги в настоящем параграфе рассматривается принцип действия преобразователей только пневматической и электрической ветвей ГСП.

Принцип действия *пневматических преобразователей* (рис. 1, а) основан на пневматической силовой компенсации. Измеряемая величина воздействует на чувствительный элемент измерительного блока 8 и преобразуется в усилие P , которое через рычажную си-

стему 1 пневмосилового преобразователя уравнивается усилием $P_{o.c.}$ сиффона обратной связи. При изменении измеряемой величины и усилия P происходит незначительное перемещение рычажной системы 1 и связанной с ней заслонки 4. Чувствительный индикатор рассогласования 5 типа «сопло-заслонка» преобразует это перемещение в управляющий сигнал давления сжатого воздуха, поступающий на вход пневматического усилителя 6.

Выходной сигнал усилителя поступает в линию дистанционной передачи и одновременно в сиффон обратной связи 7 пневмосилового преобразователя, где преобразуется в пропорциональное усилие $P_{o.c.}$, которое через рычажную систему 1 уравнивает измеряемое (входное) усилие P . Таким образом, мерой измеряемого усилия P является величина выходного сигнала преобразователя, необходимая для создания уравнивающего усилия обратной связи $P_{o.c.}$ Пределы изменения выходного сигнала 0,02—0,1 МПа. Настраивают преобразователь корректором нуля 2, а начальное значение выходного сигнала преобразователя (0,02 МПа) устанавливают с помощью пружины 3 корректора нуля.

Питание пневматических преобразователей производят очищенным от пыли, влаги и масла воздухом, номинальное избыточное давление которого 0,14 МПа.

Принцип действия *электрических преобразователей* (рис. 1, б) основан на электрической силовой компенсации. Измеряемая величина (например, давление, расход) воздействует на чувствительный элемент измерительного блока и преобразуется в усилие P , которое через рычажную систему 1 электросилового преобразователя уравнивается усилием $P_{o.c.}$ магнитоэлектрического устройства обратной связи.

При изменении измеряемой величины и усилия P происходит незначительное (микронное) перемещение рычажной системы 1 и связанного с ней управляющего флажка 9 индикатора рассогласования. Индикатор рассогласования дифференциально-трансформаторного типа преобразует это перемещение в управляющий сигнал (напряжение переменного тока), поступающий на вход электронного усилителя 10.

Выходной сигнал постоянного тока усилителя поступает в линию дистанционной передачи и одновременно в последовательно соединенную с ней обмотку 11 рамки магнитоэлектрического устройства 12 электросилового преобразователя, где преобразуется в усилие обратной связи $P_{o.c.}$ Это усилие через рычажную систему 1 уравнивает измеряемое (входное) усилие P . Таким образом, мерой измеряемого усилия P является постоянный ток, необходимый для создания уравнивающего усилия обратной связи $P_{o.c.}$ Пределы изменения выходного сигнала постоянного тока 0—20 или 0—5 мА.

Настройка преобразователя производится изменением передаточного отношения рычажной системы путем перемещения корректора нуля 2. Начальное значение выходного сигнала преобразователя устанавливают с помощью пружины 3 корректора нуля.

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

§ 5. Измерение температуры

Температурой называется физическая величина, характеризующая степень нагретости тела. Это понятие связано со способностью тела с более высокой температурой передавать свою теплоту телу с более низкой температурой до тех пор, пока их температуры не сравняются. Одновременно с изменением температуры тел меняются и их физические свойства.

Приборы для измерения температуры классифицируют в зависимости от того, какой метод измерения положен в основу их конструкции: контактный (метод непосредственного соприкосновения измерительного прибора с измеряемой средой) и неконтактный (метод, основанный на расположении измерительного прибора на расстоянии от измеряемой среды).

К приборам, основанным на контактном методе измерений, относятся жидкостные стеклянные термометры, термометры расширения твердых тел, манометрические термометры, термоэлектрические термометры (термопары), термопреобразователи сопротивления. Термометры расширения твердых тел при-

меняются реже других приборов и в книге не рассматриваются. К приборам, основанным на неконтактном методе измерений, относятся пирометры излучения.

Жидкостные стеклянные термометры (рис. 2) состоят из двух основных частей: резервуара 1 с термометрической жидкостью и соединенной с ним капиллярной трубки 2 (капилляра). Сзади капилляра расположена пластинка 3 из молочного стекла, на которой нанесены деления шкалы.

Термометрическая жидкость заполняет резервуар и часть капилляра, представляющего собой тонкую стеклянную трубку. При изменении температуры объем жидкости изменяется, вследствие чего столбик жидкости в капилляре поднимается или опускается на величину, пропорциональную изменению температуры. Положение верхней части (мениска) столбика жидкости определяет измеряемую температуру.

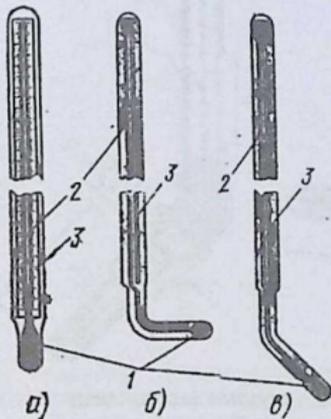


Рис. 2. Жидкостные стеклянные термометры:

а — прямой, б — угловой 90° , в — угловой 135° ; 1 — резервуар, 2 — капиллярная трубка, 3 — пластинка.

Для технических стеклянных термометров (ГОСТ 9177—74) в качестве термометрической жидкости используют толуол (для измерения температур от -90 до $+30^{\circ}\text{C}$), ртуть (от -30 до $+500^{\circ}\text{C}$), полиэтилсилоксан, керосин или другие органические жидкости (от -60 до $+200^{\circ}\text{C}$). Термометры с ртутным заполнением могут быть снабжены контактами для сигнализации. Такие термометры называются контактными или термосигнализаторами. Контакты обычно

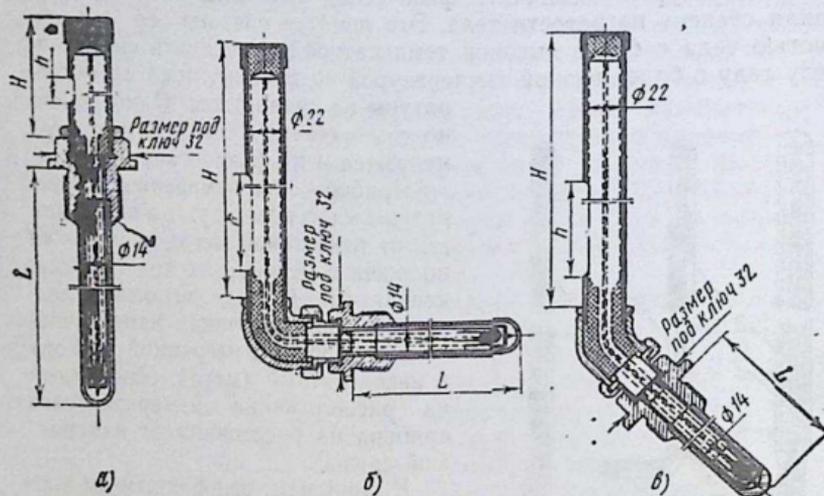


Рис. 3. Оправы для стеклянных термометров с ртутным заполнением:
 а — прямая, б — угловая 90° , в — угловая 135° ; H — высота верхней части, h — высота смотрового окна, L — монтажная длина

но вплавляют в капилляр: один у нижней точки шкалы, а другие на определенных ее отметках. Замыкание контактов происходит в момент повышения температуры среды при соприкосновении их с ртутью.

В промышленных условиях стеклянные термометры с ртутным заполнением устанавливают в оправках для предохранения их от механических повреждений. Промышленность выпускает оправки нескольких видов: допускающие непосредственное соприкосновение резервуара термометра с измеряемой средой (их применяют при давлениях измеряемой среды, близких к атмосферному) и изолирующие резервуар термометра от непосредственного соприкосновения с измеряемой средой.

По форме оправки разделяются на прямые (рис. 3, а) и угловые, изогнутые под углом 90° (рис. 3, б) и 135° (рис. 3, в). Оправки изготовляют согласно ГОСТ 3029—75Е. Основные размеры их: высота верхней части (H) — 150, 200 или 260 мм, высота смотрового отверстия (h) — соответственно 80, 130 или 190 мм, монтажная длина (L) — от 60 мм до 2 м.

Манометрические термометры (рис. 4, а) (ГОСТ 8624—80) подразделяют на жидкостные, парожидкостные и газовые. Чувствительным элементом у них служит трубчатая (манометрическая) пружина, упругая деформация которой зависит от изменения объема (в жидкостных термометрах) или давления (в парожидкостных и газовых термометрах) рабочего вещества в замкнутой системе под действием температуры.



В жидкостном термометре термобаллон 1 цилиндрической формы, металлическая капиллярная трубка 2 и трубчатая манометрическая пружина 3 образуют замкнутую систему.

В измеряемую среду помещают термобаллон, полностью заполненный термометрической жидкостью. При увеличении температуры измеряемой среды в термобаллоне образуется избыточный объем жидкости, который поступает в манометрическую пружину. Увеличение объема в замкнутой системе приводит к увеличению давления, отчего манометрическая пружина стремится выпрямиться, ее свободный конец перемещается и через систему рычагов и зубчатых колес перемещает стрелку 4 по шкале 5. По положению стрелки судят о измеряемой температуре.

В парожидкостных термометрах термобаллон частично заполнен термометрической жидкостью с низкой температурой кипения (ацетон, метилхлорид). Остальная часть системы заполнена насыщенными парами этой жидкости. Давление насыщенного пара изменяется в зависимости от температуры и передается на трубчатую пружину по капилляру посредством сконденсировавшейся жидкости. Давление насыщенных паров изменяется не пропорционально температуре, поэтому у парожидкостных термометров шкала неравномерная.

В газовых термометрах вся система заполняется инертным газом (азотом, гелием). Изменение температуры вызывает в таком

термометре изменение давления инертного газа при постоянном его объеме в замкнутой системе (термобаллон — капилляр — трубчатая пружина). Чем выше температура, тем большим будет давление газа в системе, вследствие чего трубчатая пружина, стремясь выпрямиться, будет поворачивать через систему рычагов стрелку по шкале.

Давление жидкости и инертных газов возрастает пропорционально увеличению температуры, поэтому шкалы жидкостных и газовых термометров равномерные.

Термоэлектрические термометры являются первичными преобразователями, выходной сигнал которых измеряется магнитоэлектрическими милливольтметрами или автоматическими потенциометрами.

Термоэлектрический термометр, простейшая цепь которого показана на рис. 5, а, представляет собой чувствительный элемент, выполненный в виде двух проводников из разных металлов (или полупроводников) со спаянными концами. Сущность термоэлектрического эффекта заключается в том, что в месте соединения двух проводников из разных металлов возникает электродвижущая сила, называемая термоэлектродвижущей (сокращенно термо-ЭДС).

Термо-ЭДС зависит от материала проводников *A* и *B*, составляющих термоэлектрический термометр, а также от температуры горячего спая, называемого свободным концом *I*. Свободный конец термоэлектрического термометра должен находиться в зоне постоянной температуры, имеющей определенное значение. При этом условии термо-ЭДС термоэлектрического термометра, а значит, и показания измерительного прибора будут зависеть только от температуры рабочего конца. Фактически свободный конец термоэлектрического термометра, как правило, находится в зоне переменной температуры, поэтому в качестве соединительных применяют так называемые компенсационные провода, позволяющие перенести свободный конец в зону с постоянной известной температурой. Для предохранения от повреждений термоэлектрические термометры заключают в защитную арматуру (рис. 5, б).

Термоэлектрические термометры имеют стабильную характеристику: термо-ЭДС, развиваемая ими, стандартизована, что делает термоэлектрические термометры взаимозаменяемыми.

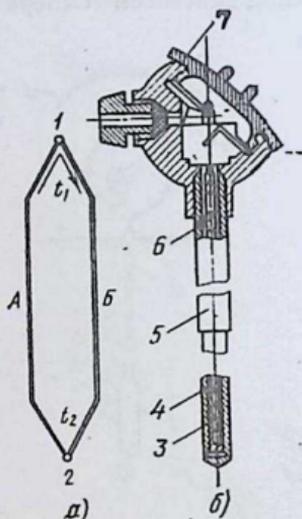


Рис. 5. Термоэлектрический термометр:

a — простейшая термоэлектрическая цепь, *б* — общий вид термометра в защитной оправе, *A*, *B* — проводники из разных металлов; *1* — свободный конец, *2* — рабочий конец, *3* — термоэлемент, *4* — жароупорный наконечник, *5* — металлический чехол, *6* — фарфоровые изоляторы, *7* — головка термометра с зажимами

По ГОСТ 6616—74 предусмотрено изготовление следующих пяти типов термоэлектрических термометров: вольфрамовый (5% рения) — вольфрамовые (20% рения) типа ТВР; платинородий — платиновые типа ТПП; платинородий (30% родия) — платинородиевые (6% родия) типа ТПР; хромель-алюмелевые типа ТХА; хромель-копелевые типа ТХК. Кроме того, промышленность изготавливает нестандартные вольфрам-молибденовые термоэлектрические термометры типа ВМ.

Верхний предел температур, измеряемых термоэлектрическими термометрами, зависит от их типа. Так, термометр ТВР применяют для измерения температур до 2200° С, а ТПП — до 1300° С (соответственно ТПР — до 1600, ТХА — до 1000 и ТХК — до 600° С).

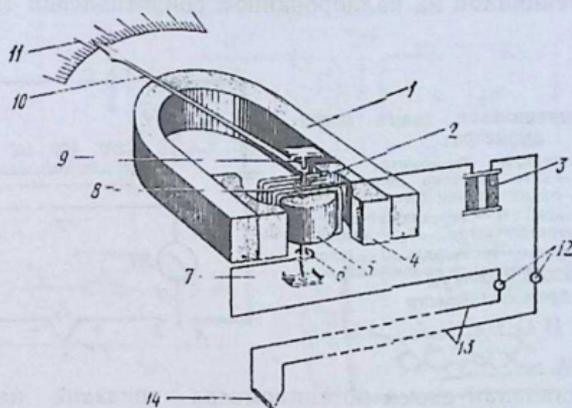


Рис. 6. Схема магнитоэлектрического милливольтметра с термоэлектрическим термометром:

1 — постоянный магнит, 2, 6 — спиральные пружины, 3 — катушка с добавочным сопротивлением, 4 — полюсные наконечники, 5 — сердечник, 7 — опоры, 8 — рамка, 9 — керны, 10 — стрелка, 11 — шкала, 12 — клеммы милливольтметра, 13 — соединительные (компенсационные) провода, 14 — термоэлектрический термометр

Магнитоэлектрические милливольтметры (рис. 6) изготавливают по ГОСТ 9736—80. Прибор состоит из постоянного магнита 1 подковообразной формы, на концах которого помещены полюсные наконечники 4, а между наконечниками — железный цилиндрический сердечник 5. Между сердечником и наконечниками образуется цилиндрический кольцевой зазор, в котором находится рамка 8, состоящая из большого числа витков тонкой медной проволоки. Рамка опирается иглами (кернами) 9 на две опоры 7.

Магнит создает в кольцевом зазоре постоянное магнитное поле. К двум концам рамки через спиральные пружины 2 и 6 подводится электрический ток от термоэлектрического термометра 14. Протекающий по рамке ток взаимодействует с магнитным полем, вследствие чего рамка вращается в определенном направлении. Вращению рамки противодействует упругая сила пружин, поэтому рамка остановится в некотором положении, определяемом силой тока, проходящего в ней. Вместе с рамкой вращается укрепленная на ней стрелка 10. Шкала 11 градуируется в милливольтметрах и градусах Цельсия (°С).

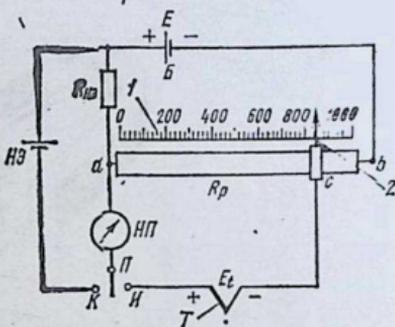
Точность показаний милливольтметров зависит от постоянства температуры свободных концов термоэлектрического термометра и от постоянства температуры, окружающей комплект. Кроме того, милливольтметры боятся вибрации.

Автоматические электронные потенциометры этих недостатков не имеют. В основу их положен компенсационный (потенциометрический) метод измерения, при котором измеряемая термо-ЭДС термоэлектрического термометра уравнивается известной разностью потенциалов на калиброванном сопротивлении (реохорде).

Рис. 7. Принципиальная схема потенциометра:

T — термоэлектрический термометр, $НП$ — нуль-прибор, E — источник тока (нормальный элемент), $R_{нз}$ — сопротивление (резистор) нормального элемента, P — переключатель, K , $И$ — контакты переключателя, R_p — калиброванное сопротивление (реохорд), I — шкала потенциометра, $а$ — подвижный контакт

Сибирский центр
 Института
 «Сибирский центр
 Института»
 Библиотека
 , Инв. № 50235



Принципиальная схема потенциометра показана на рис. 7. К источнику тока B (сухой элемент с номинальным напряжением 1,5 В) присоединен реохорд R_p .

Термоэлектрический термометр T , термо-ЭДС которого необходимо измерить, через нуль-прибор $НП$ присоединяют к началу сопротивления R_p в точке a и к контакту c , который может передвигаться по сопротивлению (резистору) R_p .

По сопротивлению R_p потечет ток I , сила которого может быть определена по формуле $I = E/R_p$.

Если ЭДС E источника B и сопротивление R_p будут неизменны, то значение I будет постоянно. В этом случае падение напряжения на сопротивлении R_p (т. е. разность потенциалов U между точкой a и любой другой точкой, где будет находиться контакт c) может быть определено по формуле $U_{ac} = IR_{ac}$, где R_{ac} — сопротивление электрической цепи между точками a и c .

Стрелка нуль-прибора $НП$ в случае неравенства между термо-ЭДС E_t термоэлектрического термометра и разностью потенциалов U_{ac} на реохорде R_p будет отклоняться, а в случае их равенства установится на нулевой отметке.

Если подсчитать падение напряжения U_{ac} в милливольтгах на единицу длины реохорда и нанести соответствующие отметки на шкалу, расположенную вдоль реохорда (т. е. отградуировать ее в милливольтгах (мВ) и соответственно в градусах с учетом градуировки термоэлектрического термометра), а показывающую стрелку 2 прикрепить к контакту c , то можно получить элементарную измерительную схему потенциометра.

Для правильной работы потенциометра необходимо обеспечить постоянство силы тока, проходящего через реохорд, которая должна составлять 2 мА. Контролируют и периодически устанавливают силу тока в потенциометре компенсационным методом с помощью нормального элемента $HЭ$ и реостата. Для этого термоэлектрический термометр T периодически отключают от потенциометра с помощью переключателя Π и вместо него к концам сопротивления

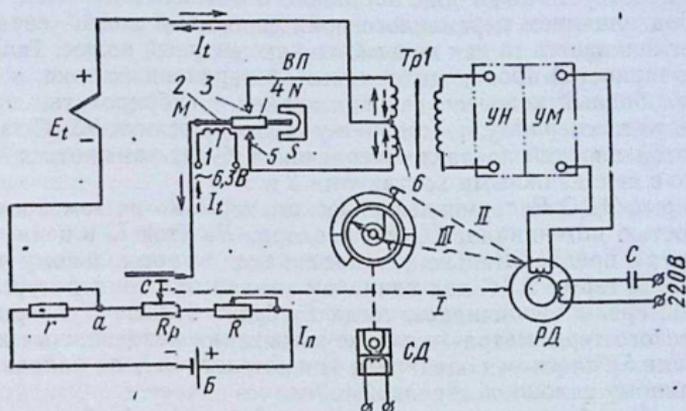


Рис. 8. Упрощенная принципиальная схема автоматического электронного потенциометра:

1 — обмотка возбуждения, 2 — сердечник преобразователя, 3, 5 — неподвижные контакты преобразователя, 4 — плоский контакт сердечника, 6 — средний вывод трансформатора; ВП — вибрационный преобразователь, 6 — средний вывод трансформатора; ВП — вибрационный преобразователь, Тр1 — трансформатор, РД — реверсивный электродвигатель, СД — синхронный двигатель, NS — постоянный магнит, УН — усилитель напряжения, УМ — усилитель мощности, R_p — калиброванное сопротивление (реохорд), r — постоянный резистор, R — переменный резистор, Б — источник тока (нормальный элемент), С — конденсатор

(резистора) $R_{н.э.}$ подключают нормальный элемент $HЭ$, ЭДС которого в течение продолжительного времени остается практически неизменной и при температуре 20°C равна 1,0195 В.

Если сопротивление резистора $R_{н.э.}$ выбрано таким, что при прохождении по нему тока от батареи Б падение напряжения на нем равно ЭДС нормального элемента, то в цепи последнего тока не будет и стрелка нуль-прибора $НП$ станет на нулевой отметке шкалы. В случае уменьшения с течением времени ЭДС батареи сила тока уменьшается и через нуль-прибор пойдет ток, так как падение напряжения на резисторе $R_{н.э.}$ будет меньшим, чем ЭДС нормального элемента $HЭ$, а стрелка нуль-прибора $НП$ отклонится от нуля.

Промышленность выпускает автоматические электронные потенциометры по ГОСТ 7164—78, в которых регулировка силы тока в измерительной схеме, а также измерения термо-ЭДС производятся автоматически.

Рассмотрим упрощенную принципиальную схему автоматического электронного потенциометра (рис. 8). В качестве нуль-при-

бора в этой схеме используется вибрационный преобразователь ВП в блоке с трансформатором Тр1. Вибрационный преобразователь выполнен в виде однополюсного переключателя. Его сердечник 2 (упругая железная пластина, закрепленная одним концом в точке М) находится в переменном магнитном поле, создаваемом обмоткой 1 возбуждения, через которую проходит переменный ток напряжением 6,3 В, частотой 50 Гц. На это переменное магнитное поле действует также поле постоянного магнита NS.

Под влиянием переменного поля свободный конец сердечника намагничивается то как южный, то как северный полюс. Такая смена полярностей происходит с частотой переменного тока, в связи с чем свободный конец сердечника начинает вибрировать, притягиваясь то к северному, то к южному полюсу магнита NS. С такой же частотой плоский контакт 4 сердечника будет замыкаться попеременно с неподвижными контактами 3 и 5.

Термо-ЭДС E_t термоэлектрического термометра компенсируется разностью потенциалов U_{ac} на реохорде R_p (ток I_n в цепи потенциометра предварительно устанавливают по нормальному элементу). Если термо-ЭДС под влиянием увеличения температуры измеряемой среды увеличилась, тогда E_t будет больше U_{ac} термоэлектрического термометра (в случае замыкания неподвижных контактов 3 или 5 с плоским подвижным 4) и потечет ток I_t по направлению, указанному сплошной стрелкой.

Ток I_t дойдет до среднего вывода 6 первичной обмотки трансформатора Тр1 и потечет по верхней половине обмотки в случае, если замкнуты контакты 3 и 4, или по нижней, если замкнуты контакты 5 и 4. Такая смена направлений тока (указано стрелками) будет происходить с частотой переменного тока, питающего обмотку 1 возбуждения вибрационного преобразователя, равной 50 Гц. Вследствие этого в магнитопроводе трансформатора Тр1 будут создаваться магнитные потоки переменного направления, а во вторичной обмотке возникнет переменная ЭДС с частотой 50 Гц. Эта незначительная по значению переменная ЭДС усиливается в электронном усилителе, который состоит из усилителя напряжения УН и усилителя мощности УМ.

Под влиянием вращающегося поля, которое образуется в асинхронном реверсивном двигателе РД от взаимодействия переменной ЭДС, подаваемой от выходов усилителя мощности, и переменного тока от сети, ротор двигателя будет вращаться в ту или другую сторону. Когда E_t больше U_{ac} , ротор двигателя будет вращаться в одну сторону, а при E_t меньшей U_{ac} — в другую.

Ротор двигателя РД кинематически связан с движком реохорда (связь I), пишущим пером круглой диаграммы (связь II) и со стрелкой шкалы (связь III). Все три связи осуществлены таким образом, что движок реохорда передвигается в сторону восстановления равновесия в цепи термоэлектрического термометра, а стрелка и перо устанавливаются на одинаковых температурных отметках шкалы и диаграммы.

Наиболее характерной особенностью автоматических электронных потенциометров являются непрерывность и быстрота компенсации — восстановления равновесия в измерительной цепи. При появлении разбаланса в измерительной цепи термоэлектрического термометра усилитель приводит в действие реверсивный двигатель, который непрерывно вращается в нужную сторону до достижения равновесия.

В потенциометре имеется синхронный двигатель *СД*, передвигающий диаграммную бумагу. В некоторых типах электронных потенциометров он, кроме того, переключает термоэлектрические термометры и осуществляет переключение схемы на контроль.

Потенциометры могут быть одно- или многоточечными (на 6; 12 и 24 точки), позволяющими измерять температуру в нескольких точках. Последние снабжены переключателем термоэлектрических термометров.

Потенциометры используют не только для измерения, но и для сигнализации автоматического регулирования.

Термопреобразователи сопротивления (ГОСТ 6651—78) широко применяют во всех отраслях промышленности для измерения температуры в трубопроводах, технологическом оборудовании, электрических вращающихся машинах, нагревательных печах, а также в производственных помещениях. Действие термопреобразователей сопротивления основано на свойстве применяемых в них проводниковых материалов (химически чистой платины или меди) изменять свое электрическое сопротивление при изменении температуры.

Платиновые термопреобразователи сопротивления применяют для измерения температуры от -260 до 750°C . Чувствительный элемент такого термопреобразователя (рис. 9) изготовлен из платиновой проволоки 1 диаметром 0,05—0,08 мм, намотанной на слюдяную пластинку 5 (каркас) с зубчатой нарезкой, и помещен в защитную арматуру 8.

Медные термопреобразователи сопротивления для измерения температуры от -50 до 180°C изготавливают из медной изолированной проволоки диаметром 0,1—0,2 мм, а выводы — из медной луженой проволоки диаметром 1—1,5 мм.

Вторичными измерительными приборами для термопреобразователей сопротивления служат логометры и уравновешенные мосты.

Подвижная система *логометра* (рис. 10, б) состоит из двух скрещенных под острым углом и жестко связанных между собой рамок *А* и *В*, свободно вращающихся на одной оси в каменных подшипниках. Рамки размещены в зазоре между цилиндрическим сердечником 2 и полюсными башмаками 3 постоянного магнита 1. На каждой из рамок намотано одинаковое количество тонкой медной проволоки.

В отличие от магнитоэлектрических милливольтметров (см. рис. 6) в логометрах зазоры увеличиваются от центра полюсных башмаков к их краям. В связи с этим магнитное поле, в котором помещены рамки, неравномерно, так как его напряженность уменьшается от центра к краям полюсных башмаков. Питание прибора

осуществляется от батарей *Б* напряжением 4 В, включенной так, что вращающие моменты рамок направлены навстречу друг другу. К рамкам ток подводится через пружинки 4 из тонких серебряных ленточек. Эти пружинки возвращают стрелку 5 прибора в исходное положение при снятии напряжения.

Ток от батарей разветвляется в точке *С* и проходит в двух направлениях: через постоянное сопротивление (резистор) *R1* и рамку *A* и через термопреобразователь сопротивления *R2* и рамку *B*.

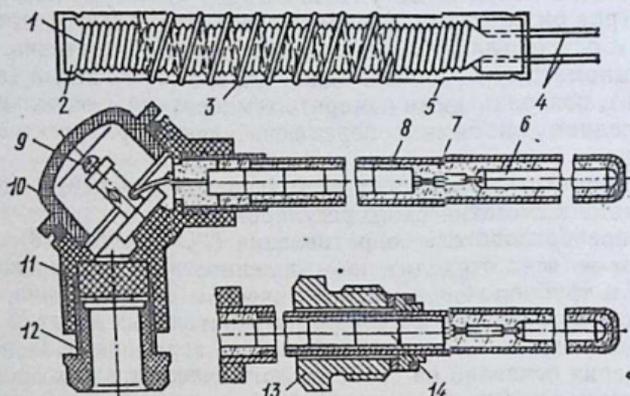


Рис. 9. Платиновый термопреобразователь сопротивления:

- 1 — платиновая проволока, 2 — каркас, 3 — серебряная лента, 4 — выводы, 5 — слюдяная пластинка, 6 — чувствительный элемент, 7 — окись аммония, 8 — защитная арматура, 9 — клемма (зажим), 10 — крышка, 11 — головка, 12, 13 — штуцера под кабель и штуцер для крепления, 14 — изоляторы

В случае равенства сопротивлений в обеих цепях токи в рамках *A* и *B* будут одинаковы, тогда подвижная система займет симметричное положение относительно линии *NS*, проходящей через точки с максимальной магнитной индукцией в обоих зазорах.

Угол поворота подвижной системы зависит от отношения сил токов, проходящих в рамках. Если термопреобразователь под влиянием температуры изменит свое сопротивление, то через одну рамку логометра пойдет ток большей силы и система будет поворачиваться в сторону большего диаметра. При повороте подвижной системы рамка, по которой течет ток большей силы, переходит в место, где поле более слабое, и момент, действующий на эту рамку, уменьшается. Одновременно другая рамка, поворачиваясь в том же направлении, войдет в более сильное поле и ее вращающий момент увеличится. Угол отклонения стрелки будет пропорционален изменению сопротивления термопреобразователя и, следовательно, его температуры, что дает возможность градуировать шкалу логометра в градусах.

Логометр включен в качестве измерительного прибора в схему электрического моста сопротивлений, в которой *R1*, *R2*, *R3* — по-

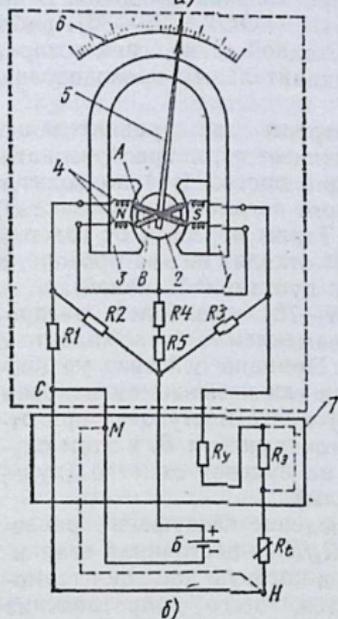
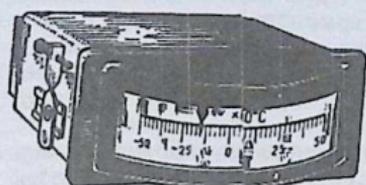


Рис. 10. Логомер:

а — внешний вид, б — принципиальная схема; 1 — постоянный магнит, 2 — сердечник, 3 — полюсные башмаки, 4 — пружинки, 5 — стрелка, 6 — шкала, 7 — панель сопротивлений; А, В — рамки, Б — источник питания (резисторы) плеч моста, R₁, R₂, R₃ — постоянные сопротивления (резисторы) плеч моста, R₄, R₅ — резисторы для температурной компенсации, R_t — сопротивление термометра, R_у — уравнительное сопротивление, R_о — стандартное сопротивление

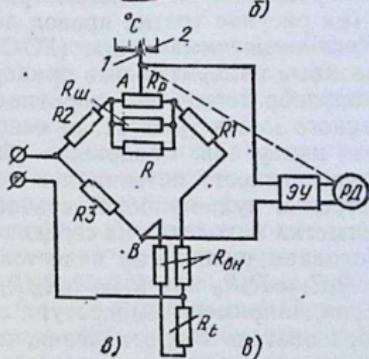
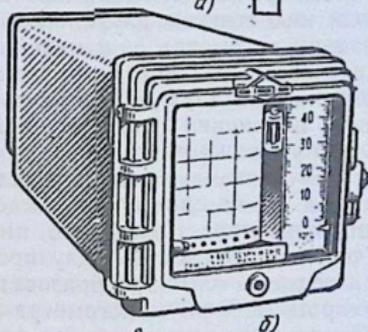
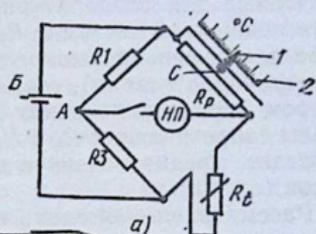


Рис. 11. Уравновешенные мосты:

а — просеявшая схема, б — внешний вид миниатюрного автоматического самопишущего уравновешенного моста, в — принципиальная схема автоматического электронного уравновешенного моста; 1 — стрелка, 2 — шкала; R₁, R₂, R₃ — постоянные сопротивления (резисторы) плеч моста, R_t — сопротивление термометра, R_p — реохорд, С — подвижный контакт реохорда, Б — батарея, НП — нуль-прибор, R_ш — шунт, R — подгоночный резистор, R_{эл} — сопротивление уравнительных катушек, ЭУ — электронный усилитель, РД — реверсивный электродвигатель

стоянные сопротивления (резисторы) плеч моста; R_i — переменное сопротивление термообразователя; R_4 и R_5 — резисторы, предназначенные для температурной компенсации изменения угла поворота подвижной системы; R_3 — эталонное сопротивление, используемое для замены термопреобразователя при подгонке сопротивления проводов (линии), соединяющих термопреобразователь с логометром (при определенном значении температуры окружающей среды сопротивления R_3 и R_i равны); R_7 — уравнительное сопротивление, предназначенное для подгонки сопротивления $R_{\text{вн}}$ проводов (линии).

Рассматриваемая схема получила название двухпроводной. Основным недостатком двухпроводной схемы является зависимость показаний логометра от изменения сопротивления проводов. В последнее время созданы логометры Л-64И (ГОСТ 9736—80), работающие как по двух-, так и по трехпроводной схеме, при которой влияние изменения сопротивления соединительных проводов значительно уменьшается.

В схеме логометра Л-64И предусмотрены два уравнительных резистора R_7 , по одному на каждой линии от термопреобразователя сопротивления. Кроме того, питающий провод (—) подводится не к точке M , как в схеме двухпроводного логометра, а к точке H , т. е. к головке термопреобразователя. Таким образом, от головки в трехпроводной схеме логометра Л-64И отходят не два провода, а три (на рисунке третий провод показан пунктирной линией).

Уравновешенные мосты (ГОСТ 7164—78) — наиболее распространенные измерительные приборы, применяемые в комплекте с термопреобразователем сопротивления. Принцип действия уравновешенного моста (рис. 11, а) основан на так называемом нулевом методе измерений. Равновесие (баланс) моста наступает при отсутствии разности потенциалов между точками A и B , в этом случае стрелка нуль-прибора установится на нулевой отметке (нулевая отметка находится на середине шкалы).

Условием равновесия является соблюдение следующего равенства: $R_1 R_i = R_3 R_p$ или $R_i = R_p R_3 / R_1$, где R_3 / R_1 — постоянная величина. Если, например, температура среды, в которую помещен термопреобразователь сопротивления, понизится, то его сопротивление R_i уменьшится и равновесие в схеме моста нарушится. Чтобы уравновесить мост, следует передвинуть подвижный контакт C на реохорде R_p в сторону точки B . Таким образом, каждому значению сопротивления термопреобразователя, а следовательно, и температуры среды, в которую он помещен, соответствует вполне определенное положение подвижного контакта на реохорде, при котором наступает равновесие моста. Подвижный контакт реохорда связан со стрелкой 1, передвигающейся вдоль шкалы 2, которая отградуирована в $^{\circ}\text{C}$.

Для технических измерений применяют автоматические электронные уравновешенные мосты (рис. 11, б). Уравновешивание в них достигается изменением положения подвижного контакта на

реохорде. Этот контакт механически связан с реверсивным электродвигателем *РД*.

При равновесном состоянии схемы разность напряжений на вершинах моста *A* и *B* (рис. 11, *в*), а следовательно, и на входе электронного усилителя *ЭУ* равна нулю и реверсивный электродвигатель *РД* вращаться не будет. При увеличении температуры сопротивление *R_t* термопреобразователя увеличится, на вершинах моста появится напряжение разбаланса, подаваемое на электронный усилитель *ЭУ* и далее на реверсивный электродвигатель *РД*, связанный механически с подвижным контактом, а также со стрелкой, которая перемещается вдоль шкалы, отградуированной в °С.

Пирометры излучения (ГОСТ 8335—81) применяют для измерения температуры твердых и расплавленных тел в пределах от 400 до 4000°С. Интенсивность излучения накаливаемых тел зависит от температуры их нагрева. Чем выше эта температура, тем больше излучение.

Пирометры, измеряющие температуру по яркости накаливаемого тела, известны под названием пирометров частичного излучения; к ним относятся оптические и фотоэлектрические пирометры. Оптические пирометры для стационарных измерений не применяют, поэтому в данном учебнике они не рассматриваются. Для измерения мощности полного излучения накаливаемых тел, т. е. суммарного теплового и светового, служат радиационные пирометры, их называют еще пирометрами полного излучения.

В фотоэлектрических пирометрах использовано свойство фотоэлемента образовывать под действием ярко накаливаемого тела фотоэлектрический ток, значение которого пропорционально интенсивности падающего на фотоэлемент светового потока.

Фотоэлектрический пирометр (рис. 12, *а*) состоит из визирной головки *б*, силового блока *2*, стабилизатора напряжения *1*, электронного потенциометра *14* и разделительного трансформатора *15*.

Фотоэлемент *12* помещен в визирной головке, являющейся первичным прибором пирометра. Для измерения температуры визирную головку устанавливают так, что световой поток от излучателя *5* направляется через линзу *4* объектива на фотоэлемент. Правильная наводка визирной головки на излучатель производится с помощью окуляра *11* и зеркального отражателя *7*. Перед кассетой установлен электромагнитный вибратор *8*, заслонка которого вибрирует с частотой электрического тока 50 Гц и попеременно открывает отверстия кассеты *9*, пропуская на фотоэлемент световой поток то от излучателя *5*, то от лампы накаливания *3*, являющейся эталоном.

Под влиянием световых потоков от излучателя и лампы накаливания на фотоэлементе образуется переменный фотоэлектрический ток, сила которого зависит от разности световых потоков. Переменное напряжение фотоэлектрического тока вначале усиливается электронным усилителем *13*, расположенным в визирной головке, а затем в силовом блоке *2*.

Лампа накаливания подключена к выходному каскаду силового блока. Если световые потоки от излучателя и лампы накаливания одинаковы, то одинаковы и электрические импульсы, посылаемые фотоэлементом в измерительную цепь. Если температура излучателя увеличится, то импульсы, посылаемые фотоэлементом, будут также увеличиваться, вследствие чего ток в лампе накаливания возрастет до восстановления равновесия. Таким образом, схема, реагируя на неравновесие (разбаланс) импульсов фотоэлемента, будет непрерывно изменять значения тока, протекающего через лампу, обеспечивая равенство потоков лампы накаливания и излучателя. Измеряя силу тока, протекающего через лампу накаливания, можно определять температуру излучателя.

Для измерения силы тока использован самопишущий электронный потенциометр 14, подключенный к шунту, который находится в цепи лампы накаливания.

Фотоэлектрические пирометры применяют для автоматического контроля так называемой яркостной температуры в пределах от 600 до 4000°С (например, прокатываемого металла).

Радиационный пирометр состоит из следующих основных частей: телескопа, вторичного измерительного прибора и панели с катушками сопротивления. В зависимости от конструктивного выполнения телескопа, являющегося первичным прибором (преобразователем), разделяются на рефлекторные и рефракторные. В пирометрах с рефлекторным телескопом поток излучения концентрируется на чувствительном элементе с помощью сферического зеркала-рефлектора, а в пирометрах с рефракторным телескопом — с помощью двояковыпуклой стеклянной линзы объектива.

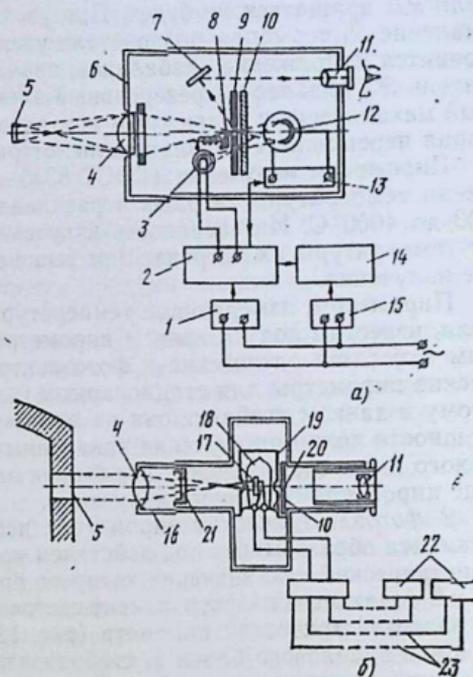


Рис. 12. Пирометры излучения:

а — фотоэлектрический, б — радиационный; 1 — стабилизатор напряжения, 2 — силовой блок, 3 — лампа накаливания, 4 — линза, 5 — излучатель, 6 — визирная головка, 7 — зеркальный отражатель, 8 — электромагнитный вибратор, 9 — кассета, 10 — светофильтр, 11 — окуляр, 12 — фотоэлемент, 13 — электронный усилитель, 14 — электронный потенциометр, 15 — разделительный трансформатор, 16 — объектив телескопа, 17 — термодатчик, 18 — стеклянная коллиматорная линза, 19 — цоколь, 20 — диафрагма, 21 — медный кожух, 22 — медные провода, 23 — вторичный прибор.

Рассмотрим принципиальную схему радиационного пирометра с рефракторным телескопом (рис. 12, б), получившего наиболее широкое применение. Объектив 16 телескопа направляют (визируют) на излучатель 5 (в данном случае — отверстия в кладке печи) так, чтобы поток лучей от него проходил через линзу 4 объектива и концентрировался на термодатчике 17 — чувствительном элементе телескопа. Термодатчик представляет собой термобатарею, состоящую из десяти миниатюрных термоэлектрических термометров, соединенных последовательно для увеличения термо-ЭДС.

Линза окуляра 11 предназначена для правильной наводки (визирования) телескопа на нагретое тело, защитное стекло — для предохранения глаз наблюдателя, а диафрагма 21 — для подгонки напряжения на зажимах телескопа при его градуировке.

Телескоп применяют для измерения температуры нагретых тел в пределах от 400 до 2500°С. Оптическая система (линзы объектива и окуляра), чувствительный элемент (термобатарея), диафрагма и защитное стекло помещены в литой цилиндрический корпус, снабженный штупером для крепления телескопа.

Наиболее распространенным радиационным пирометром является пирометр РАПИР, в комплект которого входят телескоп ТРА-50, панель с катушками сопротивлений, защитная арматура ЗАРТ-53, один или два вторичных прибора (милливольтметры или потенциометры) и соединительные медные провода. Арматура ЗАРТ-53 защищает телескоп от возможных механических повреждений, загрязнений и главным образом от высокой температуры окружающей среды.

При измерении радиационным пирометром температуры расплавленного металла применяют так называемые калильные трубы (защитные огнеупорные чехлы).

§ 6. Измерение давления и разрежения

Все тела, находящиеся на земной поверхности, испытывают со всех сторон одинаковое давление атмосферы, окружающей земной шар. Это давление называется *атмосферным*. Кроме того, различают абсолютное $p_{абс}$, избыточное $p_{изб}$ давления и разрежение $p_{разр}$. *Абсолютным* называется полное давление с учетом давления атмосферы, отсчитываемое от абсолютного нуля. *Избыточным* называется давление сверх атмосферного, равное разности между абсолютным и атмосферным давлениями $p_{изб} = p_{абс} - p_{атм}$. Избыточное давление отсчитывается от условного нуля, за который принимается атмосферное давление.

Если из закрытого сосуда откачать часть воздуха, то абсолютное давление внутри сосуда понизится и станет меньшим, чем атмосферное. Такое давление внутри сосуда называется *разрежением*, или *вакуумом*. Разрежение равно разности между атмосферным и абсолютным давлениями.

Для измерения избыточного давления газа, пара и жидкости применяют манометры небольших давлений и разрежений — напоромеры и тягомеры. Для измерения разрежения используют вакуумметры, а для измерения давления и разрежения — тягонапоромеры и мановакуумметры.

Манометры, вакуумметры и мановакуумметры изготавливают по ГОСТ 2405—80 и 8625—77, а напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры — по ГОСТ 2648—78.

Манометры. По принципу действия их подразделяют на жидкостные (трубные), пружинные, мембранные, сильфонные, пьезоэлектрические, поршневые, радиоактивные и проволочные (тепзоманометры). В настоящем учебнике рассматриваются лишь жидкостные (трубные), пружинные, мембранные и сильфонные манометры, получившие наибольшее применение в промышленности.

Жидкостные (трубные) манометры, принцип действия которых основан на уравновешивании измеряемого давления столба жидкости, в нескольких типах: U-образных и чашечных.

U-образный манометр состоит из U-образной трубки, заполненной жидкостью, и шкалы, нанесенной по всей длине трубки.

При измерении давления жидкость в одном колене опускается, а в другом — повышается. Разность уровней, определенная по шкале, показывает избыточное давление измеряемой среды.

При частых изменениях давления измеряемой среды уровень жидкости в трубках колеблется, в связи с чем трудно производить точный отсчет по шкале в обеих трубках одновременно. В этом случае более удобен **однотрубный (чашечный) манометр** (рис. 13, б). Он состоит из сосуда (чаши), сечение которого во много раз больше сечения трубки. При измерении давления уровень жидкости в трубке малого сечения поднимается на большую высоту, в то время как в чаше большого сечения он опускается незначительно. Поэтому показания прибора можно отсчитывать только по изменению

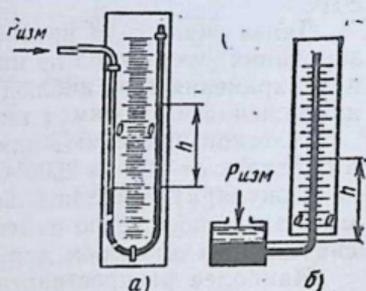


Рис. 13. Жидкостные (трубные) манометры U-образный (а) и однотрубный чашечный (б)

однотрубные (чашечные), кольцевые, колокольные и поплавковые манометры. В данном учебнике они не рассматриваются.

2) наиболее простой по конструкции трубный манометр, состоящий из U-образной трубки, заполненной жидкостью, и шкалы, нанесенной по всей длине трубки.

При измерении давления жидкость в одном колене опускается, а в другом — повышается. Разность уровней, определенная по шкале, показывает избыточное давление измеряемой среды.

При частых изменениях давления измеряемой среды уровень жидкости в трубках колеблется, в связи с чем трудно производить точный отсчет по шкале в обеих трубках одновременно. В этом случае более удобен однотрубный (чашечный) манометр (рис. 13, б). Он состоит из сосуда (чаши), сечение которого во много раз больше сечения трубки. При измерении давления уровень жидкости в трубке малого сечения поднимается на большую высоту, в то время как в чаше большого сечения он опускается незначительно. Поэтому показания прибора можно отсчитывать только по изменению

уровня жидкости в трубке малого сечения, пренебрегая изменением уровня в чаше.

Если к U-образному или чашечному манометру давление подводится только к одному концу трубки, то измеряется разность подведенного и атмосферного давлений. В этом случае другой конец трубки открыт и сообщается с атмосферой. Если же к обоим концам трубки или чаше и трубке подвести давление контролируемых сред, то манометр будет измерять разность этих давлений. Такие манометры называются дифференциальными.

Кольцевой манометр, называемый кольцевыми весами (рис. 14), представляет собой металлическую трубку, согнутую в кольцо и установленную на призме. Нижняя половина кольца заполнена жидкостью, в верхней имеется перегородка 1. При разности давлений $P_{плб}$ и $P_{атм}$ жидкость будет перетекать в сторону меньшего давления. Перетекание жидкости приведет к изменению центра тяжести и повороту кольца, а вместе с ним и стрелки 6 прибора, которая по шкале 7 покажет изменение давления. Чтобы получить шкалу прибора равномерной, предусмотрено специальное лекальное устройство.

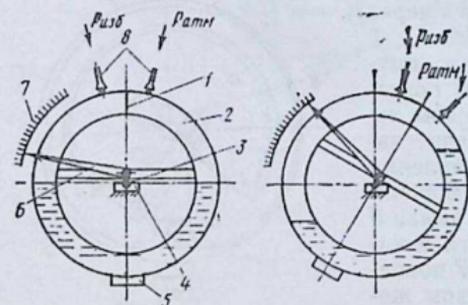


Рис. 14. Кольцевые весы:

1 — перегородка, 2 — кольцевая металлическая трубка, 3 — призма, 4 — неподвижная подушка, 5 — груз, 6 — стрелка, 7 — шкала, 8 — гибкие трубки

Приборами «кольцевые весы» измеряют давление, разрежение и перепад давления, в последнем случае их называют дифференциальными манометрами (дифманометрами). Давление подводят к кольцу посредством гибких резиновых и пластмассовых трубок 8, а при измерении высоких давлений применяют металлические трубки, выполненные в виде спирали.

Пружинные манометры. Чувствительным элементом в них являются одно- или многовитковые пружины. Чувствительный элемент связан механически с измерительным устройством и вместе с ним находится в общем корпусе.

Одновитковая пружина 1 (рис. 15) представляет собой стальную или латунную полую трубку, согнутую по окружности. Один конец пружины впаян в основание 7 прибора. На этом же основании смонтирован механизм передачи со стрелкой 2 и круглый корпус 5 манометра. Измеряемая среда подводится во внутреннюю полость пружины через ниппель 6.

Под давлением измеряемой среды трубчатая пружина стремится выпрямиться, ее свободный конец отклоняется и через тягу 4 поворачивает зубчатый сектор 3, который в свою очередь поворачи-

вает трибку (шестерню) 8, а с ней и стрелку 2 на угол, пропорциональный давлению. При повороте шестерни стрелка, сидящая на ее оси, тоже поворачивается и указывает на шкале измеряемое давление.

Многовитковая пружина 2 (рис. 16) представляет собой полую трубку с пятью — семью витками, расположенными по винтовой линии. Пружина одним концом А неподвижно закреплена в корпусе прибора и через капиллярную трубку 1 соединяется с измеряемой средой. Второй свободный конец В пружины наглухо закрыт и через втулку 3 соединен с осью 4.

Многовитковая трубчатая пружина длиннее одновитковой, поэтому ее свободный конец при том же давлении перемещается значительно больше. Под действием давления пружина, раскручиваясь, поворачивает ось и сидящий на ней рычаг 5 с кареткой 6. Поворот рычага и каретки передается через тягу 7 поводку 9 и мостику 10. С мостиком жестко связан держатель пера 8. С изменением давления перо движется по диаграммной бумаге и записывает давление. Диаграммную бумагу перемещает часовой механизм или электрический синхронный двигатель.

Манометры с многовитковой пружиной применяют главным образом как самопишущие приборы. Их используют также для дистанционной передачи показаний на расстояние. В этом случае в манометр встраивают электрическое или пневматическое передающее устройство.

Мембранные манометры. В качестве примера манометров этого типа на рис. 17 показан манометр мембранный электрический (ММЭ), входящий в систему ГСП, который является бесшкальным прибором. Их применяют для измерения избыточного давления неагрессивных жидкостей или газов и преобразования его в унифицированный электрический выходной сигнал, подаваемый на вторичный измерительный прибор.

Манометр состоит из трех основных узлов: измерительного блока, преобразователя и усилителя. В измерительный блок входит мембранная коробка 10 с плоской мембраной (чувствительный элемент), ввинченной в крышку 2, и магнитный плунжер 7. Измеряемое давление через штуцер 11 подается внутрь корпуса 1, закрытого герметично крышкой 2. К крышке зажимом 5, надетым на втулку 3 и затянутым винтом 4, жестко крепится преобразователь 8.

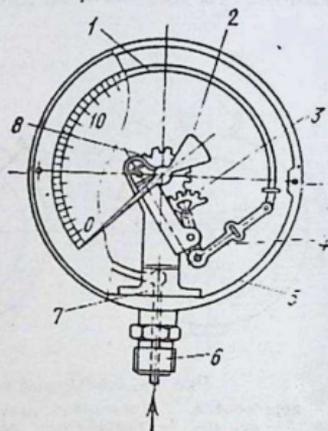


Рис 15. Манометр с одновитковой трубчатой пружиной:

1 — трубчатая пружина, 2 — стрелка, 3 — зубчатый сектор, 4 — тяга, 5 — корпус манометра, 6 — шипаль, 7 — основание манометра, 8 — трибка

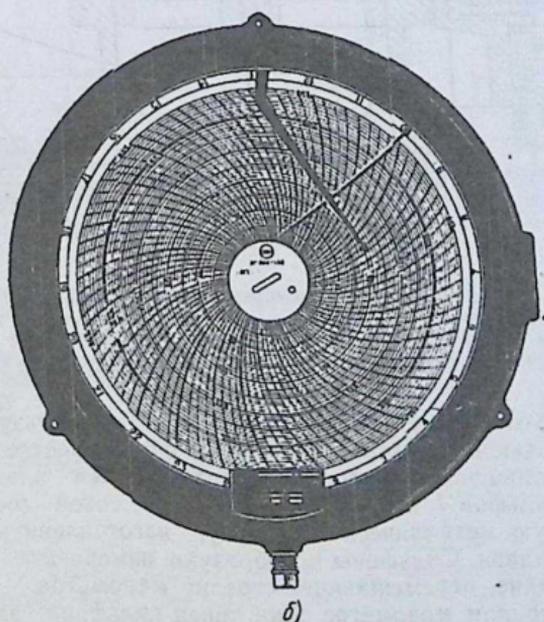
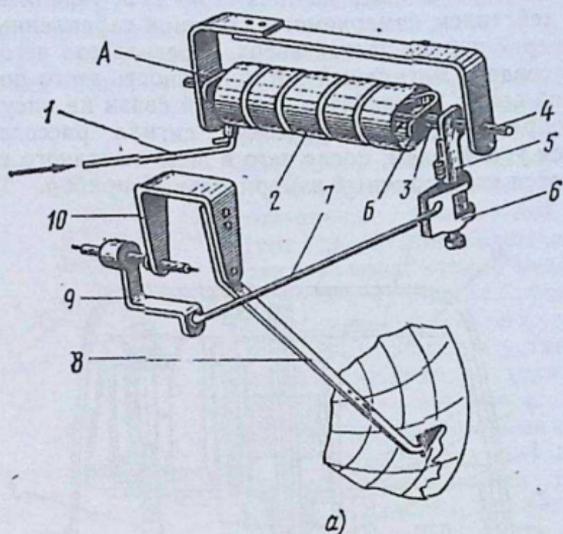


Рис. 16. Манометр с многовитковой трубчатой пружиной:

а — принципиальная схема, б — общий вид; 1 — капиллярная трубка, 2 — пружина, 3 — втулка, 4 — ось, 5 — рычаг, 6 — каретка, 7 — тяга, 8 — держатель шера, 9 — поводок, 10 — мостик; А, Б — концы пружины

Усилитель 6 установлен на трех стойках 9, укрепленных на крышке. Под действием измеряемого давления скрепленный с мембранной плунжер 7 перемещается вверх, в результате чего постоянный магнит M создает магнитный поток. Разность этого потока и потока обратной связи (устройство обратной связи на рисунке не показано) преобразуется в электрический сигнал рассогласования и усиливается усилителем, после чего в виде выходного токового сигнала подается на вторичный измерительный прибор.

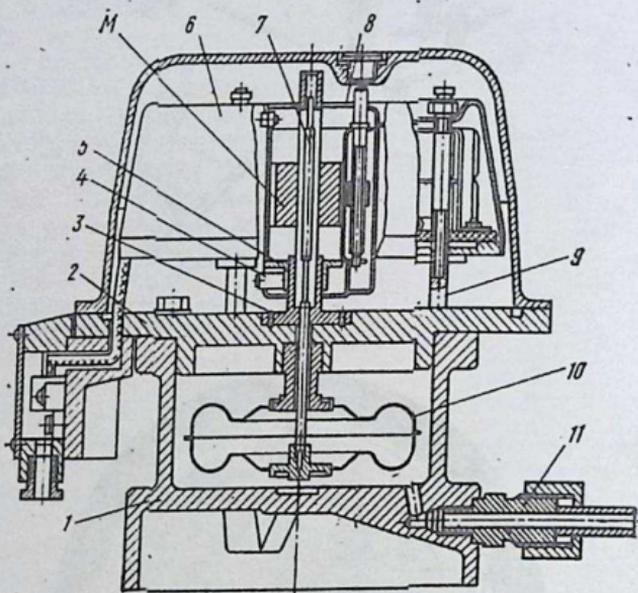


Рис. 17. Манометр, мембранный электрический ММЭ:

1 — корпус, 2 — крышка, 3 — втулка, 4 — винт, 5 — зажим, 6 — усилитель, 7 — магнитный плунжер, 8 — преобразователь, 9 — стойка, 10 — мембранная коробка, 11 — штуцер

Сильфонные манометры (рис. 18) используют для измерения небольших давлений и разрежений в качестве показывающих и самопишущих приборов. Чувствительным элементом в них является сильфон 4, который представляет собой гофрированную тонкостенную металлическую трубку, изготовленную из высокопрочного сплава. Сильфоны преобразуют измеряемое давление в тяговое усилие, перемещающее стрелку манометра.

В сильфонном манометре один конец сильфона закреплен на жестком неподвижном основании 5, другой герметически закрыт. Давление подводят внутрь сильфона через основание. Если давление больше атмосферного, то длина сильфона увеличивается, вследствие чего стрелка 1 (или перо) прибора через систему рыча-

гов 2 движется по шкале. Для увеличения жесткости внутри сильфона установлена пружина 3.

Напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры используют для измерения давлений (напора) до 2500 мм вод. ст. и разрежений (тяги), они работают по такому же принципу, как и описанные выше приборы для измерения давления.

Мембранные напоромеры с горизонтальной профильной шкалой (рис. 19, а) применяют для измерения давления сухого незапыленного воздуха в установках промышленной вентиляции, котельных установках, печных агрегатах и установках кондиционирования воздуха. Чувствительный элемент этого прибора — герметическая мембранная коробка 1 из упругой латуни с двумя круглыми металлическими гофрированными крышками-мембранами, спа-

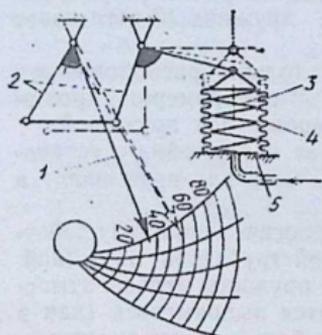


Рис. 18. Сильфонный манометр:
1 — стрелка, 2 — рычаги, 3 — пружинка,
4 — сильфон, 5 — основание

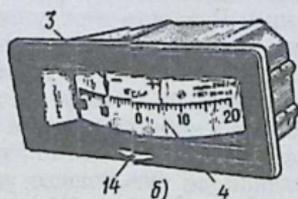
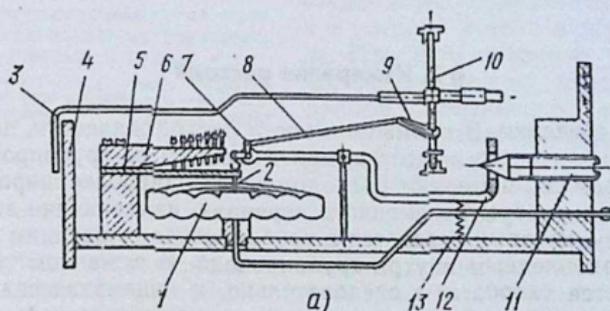


Рис. 19. Мембранные напоромеры (а) и тягонапоромеры (б):

1 — мембранная коробка, 2 — штифт, 3 — стрелка, 4 — шкала, 5, 13 — пружины, 6 — кронштейн, 7, 9, 12 — рычаги, 8 — тяга, 10 — ось, 11 — регулирующий винт, 14 — корректор нуля

янными по окружности. При изменении давления ведущий штифт 2, припаянный к центру верхней мембраны, перемещается вместе с ней, поворачивая при этом коленчатый рычаг 7. Последний через тягу 8 и рычаг 9 поворачивает ось 10 и закрепленную на ней стрелку 3 по шкале 4.

Ход мембраны не пропорционален изменению давления, поэтому для выравнивания хода мембраны и обеспечения равномерности

шкалы применяют специальное устройство, состоящее из плоской пружины 5 и кронштейна 6 с установочными винтами, регулируемые таким образом, чтобы стрелка прибора перемещалась равномерно.

Стрелку прибора устанавливают на нуль конусным регулирующим винтом 11 и рычагом 12. При этом пружина 13 оттягивает рычаг 12 вниз, прижимая его к конусу.

Тягомеры отличаются от напоромеров только расположением кронштейна 6 с установочными винтами. У напоромеров кронштейн находится над пружиной, а у тягомеров — под пружиной.

Тягонапоромеры (рис. 19, б) имеют два кронштейна с установочными винтами, один из которых расположен над пружиной, а другой — под ней.

Вакуумметры. Принцип действия их аналогичен принципу действия пружинных манометров с одновитковой трубчатой пружиной. В вакууметрах давление внутри трубчатой пружины меньше атмосферного давления, поэтому она не стремится выпрямиться (как в пружинных манометрах), а, наоборот, еще больше скривляется.

Мановакуумметры. С правой стороны от нулевой отметки шкалы ведут отсчет избыточного давления, а с левой стороны — разрежения.

§ 7. Измерение расхода

Общие сведения. В промышленности расход жидкости, пара или газа, т. е. количество вещества, протекающего по трубопроводу в единицу времени, измеряют расходомерами. Наиболее широко применяют расходомеры переменного перепада, измеряющие давление по перепаду, который создается в трубопроводе сужающим устройством, установленным внутри трубопровода. В суженном сечении увеличивается скорость, а следовательно, и кинематическая энергия потока, что вызывает уменьшение его потенциальной энергии. Соответственно статическое давление потока после сужающего устройства будет меньше, чем перед ним. Разность между статическими давлениями потока, взятыми на некоторых расстояниях до и после сужающего устройства, называется *перепадом давления*.

Простейшая схема измерения расхода по методу переменного перепада давления (рис. 20) включает в себя сужающее устройство 2, установленное в трубопроводе 1, соединительные трубки 3, предназначенные для отбора давления до сужающего устройства и после него и передачи этого давления к U-образному манометру 4. Перепад давления Δp будет тем больше, чем больше скорость потока, т. е. чем больше расход. Следовательно, перепад давления на сужающем устройстве является мерой расхода жидкости, газа или пара, протекающих через трубопровод.

К достоинствам расходомеров переменного перепада относится возможность использования их при различных температурах и давлениях измеряемой среды, а к недостаткам — некоторая невозврат-

ная потеря давления потока и относительная трудность промышленного применения расходомеров при малых расходах.

Для измерения расхода по методу переменного перепада давления в качестве сужающих устройств применяют стандартные диафрагмы и сопла, изготовленные в соответствии с требованиями специальных правил.

Расходомерная диафрагма представляет собой диск с отверстием. Диафрагмы бывают бескамерные и камерные. *Бескамерная* диафрагма 2 (ГОСТ 14322—77) представляет собой стальной диск, имеющий концентрическое (симметричное оси) отверстие с острой кромкой со стороны входа потока и коническую часть со стороны выхода. Толщина диска не должна превышать 0,05

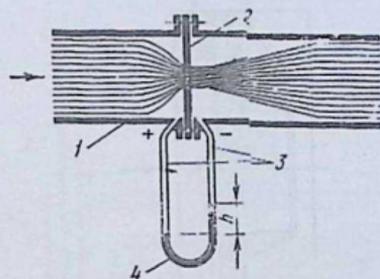


Рис. 20. Принципиальная схема измерения расхода по методу переменного перепада давления:

1 — трубопровод, 2 — сужающее устройство (расходомерная диафрагма), 3 — соединительные трубки, 4 — U-образный манометр

внутреннего диаметра трубопровода. Бескамерные диафрагмы применяют в трубопроводах диаметром более 400 мм. Отбор давления производится непосредственно перед диафрагмой и после нее по ходу потока в трубопроводе. При этом отборное устройство, установленное перед диафрагмой, обозначают знаком + (плюс), а расположенное за диафрагмой — знаком — (минус).

Камерная диафрагма (рис. 21) (ГОСТ 14321—73) состоит из диска 1 и двух кольцевых камер 2 и 3 для отбора давления до диафрагмы и после нее. Камеры соединяются с внутренним пространством трубопровода через кольцеобразные щели А и Б, расположенные непосредственно у торцевой поверхности диафрагмы. Таким образом, отбор давления в камерных диафрагмах производится по периметру трубопровода для измерения среднего давления в трубопроводе. К камерам присоединяют трубки 5 и 6, передающие перепад давления от диафрагм к дифманометру. Камерные диафрагмы применяют в трубопроводах с внутренним диаметром от 50 до 400 мм.

Диафрагму 1 и кольцевые камеры 2 и 3 изготовляют из материалов, устойчивых к длительным воздействиям измеряемой среды. Чаще всего диск делают из нержавеющей, а камеры — из углеродистой стали. К качеству механической обработки поверхностей камерных диафрагм и других сужающих устройств предъявляют повышенные требования. Отверстие диска со стороны входа потока цилиндрическое на длине по оси не более 0,02 внутреннего диаметра трубопровода, а далее расточено на конус под углом 45° у выхода потока. Кромка отверстия диска у входа потока острая, без закруглений, вмятин и заусенцев. Угол между торцевой поверхностью диафрагмы и цилиндрической частью отверстия 90° .

Камерные диафрагмы устанавливают на прямолинейных участках трубопроводов между двумя фланцами 4 и 7, стягиваемыми болтами 9. Для уплотнения соединения между фланцами и кольцевыми камерами, а также между камерами и диском ставят прокладки 8. Материал для прокладок выбирают в зависимости от химических свойств и давления измеряемой среды.

Расходомерное сопло (рис. 22) состоит из плавно сужающейся части на входе и цилиндрической — на выходе. Кромка цилиндрической части острая, без фасок, закруглений и заусенцев.

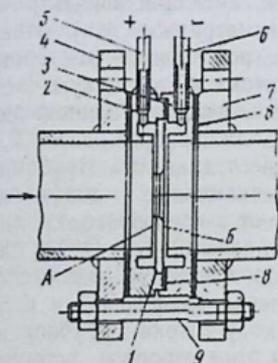


Рис. 21. Камерная диафрагма;

1 — диск, 2, 3 — кольцевые камеры, 4, 7 — фланцы, 5, 6 — соединительные трубки, 8 — прокладка, 9 — болты

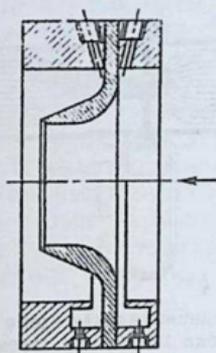


Рис. 22. Расходомерное сопло

Очертание профильного отверстия сопла подобно очертанию струи при входе ее в сужающее устройство, поэтому в нем образуется значительно меньше завихрений, приводящих к безвозвратной потере давления потока, чем в диафрагме. Кроме того, сопла более стойки к истиранию и менее подвержены загрязнению. Но из-за сложности изготовления их применяют редко.

Давление отбирают до начала сужения потока и в начале цилиндрической части сопла. На рисунке показаны два варианта отбора давления через кольцевые камеры (вверху) и через отдельные отверстия непосредственно у сужающего устройства (внизу).

Приборы, измеряющие расход вещества по принципу перепада давлений на сужающем устройстве и отградуированные в единицах расхода, называются дифференциальными манометрами — расходомерами (ГОСТ 18140—77). По принципу действия и конструкции дифференциальные манометры (дифманометры) подразделяют на три группы: пружинные, жидкостные и компенсационные.

Пружинные дифманометры. Перепад давления в них измеряется по перемещению упругого элемента — пружины. К пружинным, в частности, относятся мембранные дифманометры. Измерительное устройство — преобразователь дифманометра — состоит из двух

круглых крышек 1 (рис. 23) и 2, между которыми зажаты болтами 10 две волнистые металлические мембраны 4 и 12 и расположенная между ними металлическая подушка 11.

В подушке устроен ряд сквозных вертикальных отверстий и одно горизонтальное (радиальное) с впаянным в него капилляром 9. Радиальное отверстие сообщается с частью вертикальных. Пространство между подушкой и мембранами заполняют дистиллированной водой через капилляр 9, который затем надежно запаивают.

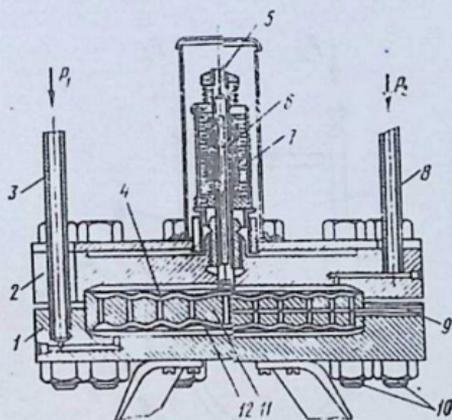


Рис. 23. Преобразователь мембранного дифманометра:

1, 2 — крышки, 3, 8 — трубки, 4, 12 — мембраны, 5 — разделительная трубка, 6 — плунжер, 7 — индукционная катушка, 9 — капилляр, 10 — болты, 11 — металлическая подушка

Давление от сужающего устройства подводится через запорные вентили (на рисунке не показаны) и трубки во внешние камеры мембран: большее давление p_1 — через плюсовую трубку 3 под нижнюю мембрану, а меньшее p_2 — через минусовую трубку 8 на верхнюю мембрану. Под воздействием разности давлений нижняя мембрана стремится прижаться к подушке; при этом жидкость, находящаяся над нижней мембраной, через отверстия в подушке перетекает под верхнюю мембрану, перемещая ее вверх.

С верхней мембраной 4 связан плунжер 6, расположенный внутри разделительной трубки 5, на которой закреплена индукционная катушка 7 с тремя обмотками: одной первичной и двумя вторичными. Такая же индукционная катушка находится во вторичном приборе. Обе катушки соединены между собой и работают по дифференциально-трансформаторной схеме (рис. 24).

Две секции вторичной обмотки 3 преобразователя 1 соединены между собой таким образом, что наводимые в них ЭДС от первичной обмотки 1 направлены навстречу друг другу. Ввиду этого результирующее напряжение u_1 на зажимах вторичной обмотки будет равно разности ЭДС, наведенных в ее секциях.

При симметричном расположении плунжера 2 преобразователя относительно секций вторичной обмотки напряжение u_1 будет равно нулю. Перемещение плунжера 2, вызванное изменением измеряемой величины (расхода), приводит к тому, что ЭДС секции, в которую входит плунжер, увеличивается, а ЭДС секции, из которой выходит плунжер, уменьшается. На зажимах вторичной обмотки появляется напряжение, пропорциональное перемещению плунжера. Секции вторичной обмотки вторичного прибора II включены

так же, как в преобразователе *I*, и результирующее напряжение u_2 на зажимах вторичной обмотки будет равно разности ЭДС в ее секциях.

Обмотки преобразователя *I* соединены с аналогичными обмотками вторичного прибора *II*. При этом их первичные обмотки соединены последовательно, а вторичные обмотки преобразователя и прибора включены так, что подаваемое от них на электронный усилитель 4 напряжение Δu будет равно разности напряжений u_1 и u_2 .

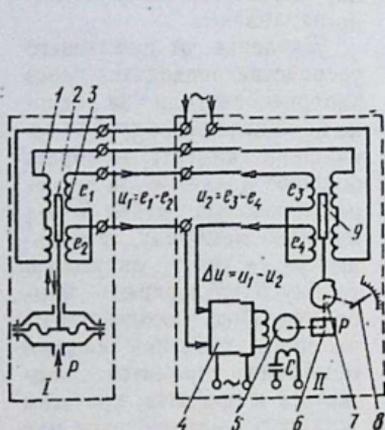


Рис. 24. Схема дистанционной передачи от электрического преобразователя дифманометра на автоматический дифференциально-трансформаторный прибор:

I — преобразователь, *II* — дифференциально-трансформаторный вторичный прибор; 1, 3 — первичная и вторичная обмотки, 2, 4 — плинжеры, 4 — усилитель, 5 — электродвигатель, 6 — редуктор, 7 — кулачок-лекало, 8 — стрелка

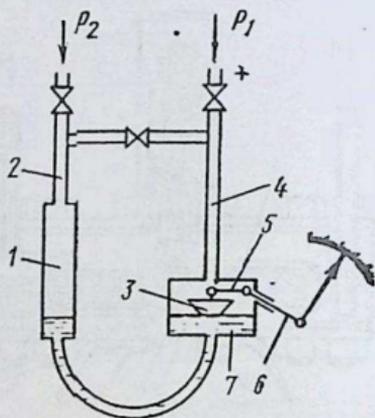


Рис. 25. Поплавковый дифманометр
1, 7 — минусовая и поплавок (плюсовая) камеры, 2, 4 — соединительные трубки, 3 — поплавок, 5 — рычаг, 6 — стрелка

От электронного усилителя питается реверсивный электродвигатель 5, который, получив напряжение через редуктор 6, поворачивает профилированный кулачок-лекало 7, а также перемещает стрелку 8 вторичного прибора. Одновременно лекало перемещает плунжер 9 вторичного прибора до тех пор, пока он не примет одинакового положения с плунжером 2 преобразователя. Это приведет к исчезновению напряжения между обмотками катушек преобразователя и вторичного прибора и остановке двигателя. По положению стрелки на шкале вторичного прибора можно определить значение расхода в данный момент. Таким образом, каждому положению плунжера преобразователя первичного прибора, определенному значением измеряемой величины, соответствует определенное положение плунжера вторичного прибора, а следовательно, и положение стрелки относительно шкалы вторичного прибора.

Жидкостные дифманометры. Перепад давления в них измеряется столбом жидкости, уравнивающим перепад. К жидкостным

(30,5 мм). Объем ртути, перетекающей в минусовый сосуд из плюсового, всегда остается постоянным, а так как максимальные разности давления (перепады) бывают различными, то минусовый сосуд для каждого прибора подбирают в соответствии с расчетным перепадом давления. Чем больше максимальный перепад давления, тем меньше должен быть диаметр минусового сосуда и соответственно больше его длина.

В колокольном дифманометре (рис. 26) чувствительным элементом является колокол 4, подвешенный на постоянно растянутой винтовой пружине 3 и плавающий в сосуде 10, заполненном жидкостью (обычно трансформаторным маслом). Большое давление p_1 подводят через импульсную трубку 12 в пространство под колоколом, меньшее p_2 — через импульсную трубку 11 в пространство над колоколом.

Под действием измеряемой разности (перепада) давлений колокол начинает перемещаться вверх до тех пор, пока выталкивающая сила, создаваемая давлением p_1 , не уравновесится давлением p_2 и весом самого колокола. В этом приборе высота перемещения колокола пропорциональна разности давлений, а следовательно, и является мерой расхода. С колоколом жестко связан плунжер 5 дифференциально-трансформаторного преобразователя 8. Последний по аналогии с описанным выше дифференциально-трансформаторным преобразователем мембранного дифманометра (см. рис. 23) преобразует перемещение плунжера в пропорциональный сигнал, передаваемый на вторичный электрический прибор.

Компенсационные дифманометры. Принцип действия их основного блока — пневмо- или электросилового преобразователя — основан на силовой компенсации усилия, развиваемого упругими чувствительными элементами (соответственно сильфонами или мембранами) измерительного блока.

Компенсационные дифманометры предназначены для непрерывного преобразования контролируемого или регулируемого перепада давления в пропорциональный пневматический (дифманометры ДС-П и ДМ-П) или электрический (дифманометры ДМ-Э) сигналы дистанционной передачи и используются в комплекте с вторичными приборами и регуляторами, работающими от пневматического или электрического сигналов. Дифманометры ДС-П и ДМ-П широко применяют на предприятиях химической и других отраслей промышленности с взрыво- и пожароопасными средами, а дифманометры ДМ-Э — на предприятиях с нормальной окружающей средой.

В качестве примера рассмотрим устройство и принцип действия дифманометров ДС-П (ГОСТ 14764—79) и ДМ-Э (ГОСТ 14795—79).

Дифманометр ДС-П (рис. 27). Чувствительными элементами измерительного блока являются сильфоны 2 (рис. 28, а), одним концом жестко связанные с основанием рычага 6, а другим концом — с клапанами 3. Внутренняя полость чувствительных элементов заполнена кремнийорганической жидкостью или дистиллиро-

ванной водой в зависимости от температуры окружающего воздуха. Конструкция вывода рычага 6 обеспечивает ему возможность поворота вместе с траверсой 14 относительно его оси, что позволяет изменять влияние рабочего избыточного давления на выходной сигнал прибора. Принцип действия пневмосилового преобразователя рассмотрен в § 4.

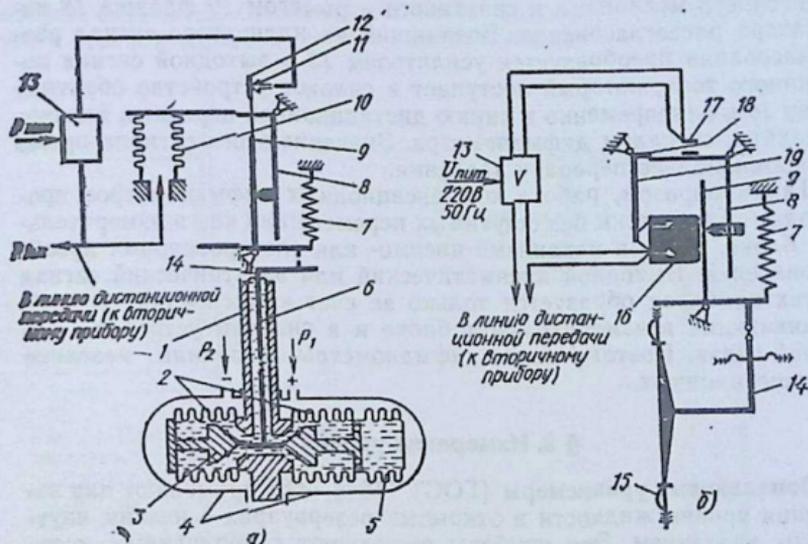


Рис. 28. Принципиальные схемы дифманометров ДС-П (а) и ДМ-Э (б):
 1 — измерительный блок, 2, 5, 10 — сильфоны, 3 — клапаны, 4 — минусовая и плюсовая вилки, 6, 8, 9 — рычаги, 7 — пружина корректора нуля, 11 — сопло, 12 — заслонка, 13 — усилитель, 14 — траверса, 15 — мембранный узел, 16 — силовое устройство, 17 — индикатор, 18 — флажок, 19 — рычаг

При изменении измеряемого перепада давления происходит незначительное перемещение рычажной системы и связанной с ней заслонки 12 индикатора рассогласования (заслонка жестко связана с Т-образным рычагом 9). Возникший на индикаторе сигнал рассогласования через пневматический усилитель 13 поступает в сильфон обратной связи и одновременно в линию дистанционной передачи. Значение этого сигнала прямо пропорционально измеряемому перепаду давления.

Дифманометр ДМ-Э (рис. 28, б). Чувствительным элементом измеряемого блока является мембранный узел 15, связанный с траверсой 14 и через нее с рычагами электросилового преобразователя. Принцип действия электросилового преобразователя рассмотрен в § 4. Усилитель питается от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц и выдает выходной сигнал постоянного тока 0—5 или 0—20 мА. Предельному номинальному перепаду измеряемого давления соответствует верхнее предельное значение выходного сигнала (5 или 20 мА).

Изменение перепада давления преобразуется на чувствительном элементе (мембранном узле 15) в пропорциональное усилие, которое автоматически уравнивается усилием, развиваемым в силовом устройстве 16 обратной связи. Усилие, с которым измерительный блок воздействует на преобразователь, создает момент, вызывающий незначительное перемещение рычажной системы передаточного механизма и связанного с рычагом 19 флажка 18 индикатора рассогласования. Возникший на индикаторе сигнал рассогласования преобразуется усилителем 13 в выходной сигнал постоянного тока, который поступает в силовое устройство обратной связи 16 и одновременно в линию дистанционной передачи, являясь выходным сигналом дифманометра. Значение этого сигнала прямо пропорционально перепаду давления.

Таким образом, работа компенсационных дифманометров происходит практически без ощутимых перемещений как в измерительном блоке, так и в механизме пневмо- или электросиловых преобразователей. Выходной пневматический или электрический сигнал в этих приборах образуется только за счет компенсации усилий, возникающих в измерительном блоке и в силовом устройстве обратной связи. Поэтому такие дифманометры получили название компенсационных.

§ 8. Измерение уровня

Поплавковые уровнемеры (ГОСТ 11846—66) применяют для измерения уровня жидкости в открытых резервуарах с низким внутренним давлением. Эти приборы выполняют с поплавками, которые легче или тяжелее жидкости. Работа первых основана на следящем действии поплавка, плавающего на поверхности жидкости, а вторых — на изменении массы поплавка, погруженного в жидкость. Поплавок может быть расположен внутри резервуара (уровнемеры внутреннего монтажа) или в выносной камере (камерные уровнемеры), соединенной с аппаратом с помощью труб. Диапазон изменения уровня, измеряемый камерными уровнемерами, 250 мм. Их применяют редко, и они в настоящем учебнике не рассматриваются.

В уровнемере внутреннего монтажа УДУ-5м (рис. 29) поплавок 1, который связан с мерным шкивом 5 перфорированной лентой 2, перекинутой через ролики 3 и 4, плавает на поверхности жидкости в резервуаре. Контргруз 7 уравнивает массу поплавка. При изменении уровня жидкости изменяется и положение поплавка, шкив поворачивается и лента наматывается или сматывается с него. На оси шкива закреплена стрелка 6, поворачивающаяся вместе с ним.

Прибор рассчитан так, что на 1 м изменения уровня стрелка совершает один оборот. От оси шкива вращение передается через зубчатую передачу на шестерню шкалы метров, которая совершает $\frac{1}{25}$ оборота при одном обороте шкива. Метры отсчитывают по вращающейся шкале метров, а сантиметры — по неподвижной шкале

с помощью стрелки. Одновременно вращение шкива передается на дистанционную приставку, которая имеет реохорд со щетками и контактную систему для сигнализации крайних положений уровня.

Уровнемеры-дифманометры. Для наблюдения за уровнем воды в баках и барабанах паровых котлов широко применяют дифманометры, работающие по принципу измерения разности давлений, которые создаются постоянным столбом воды в уравнительном сосуде и столбом воды в барабане парового котла.

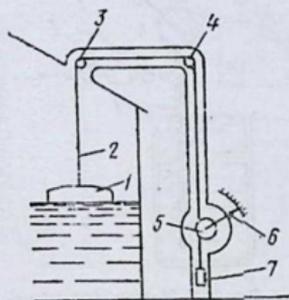


Рис. 29. Принципиальная схема поплавкового уровнемера внутреннего монтажа УДУ-5м:

1 — поплавок, 2 — лента, 3, 4 — ролики, 5 — шкив, 6 — стрелка уровнемера, 7 — контргруз

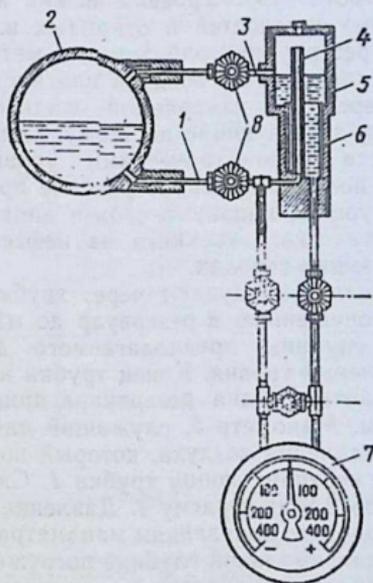


Рис. 30. Измерение уровня воды в барабане парового котла:

1, 3 — штуцера, 2 — котел, 4, 6 — трубы, 5 — уравнительный сосуд, 7 — дифманометр, 8 — вентили

Уровнемер для измерения уровня воды в барабане парового котла (рис. 30) включает в себя уравнительный сосуд 5 (устанавливаемый у барабана котла, расположенного на значительной высоте по отношению к рабочей площадке, на которой находится дифманометр) и дифманометр.

Уравнительный сосуд состоит из двух камер: трубы 6 диаметром 40 мм и вставленной в нее трубы 4 диаметром 10 мм. Верхняя часть трубы 6 оканчивается цилиндрическим сосудом 5, соединяемым штуцером 3 с паровым пространством котла 2. Труба 4 через штуцер 1 соединяется с водяным пространством котла. Когда вентили 8 открыты, уровень воды в трубе 4 согласно правилу сообщающихся сосудов установится на той же высоте, что в барабане котла. В трубе 6 и в сосуде 5 пар будет конденсироваться, конденсат заполнит все пространство до отверстия штуцера 3, после чего уровень воды в сосуде 5 останется постоянным, так как излишек конденсата через штуцер 3 будет сливаться в котел. Вследствие разно-

сти уровней в трубах 6 и 4 в дифманометре возникает разность давлений, под действием которой стрелка прибора будет отклоняться.

Если уровень воды в барабане котла достигнет максимальной высоты, т. е. дойдет до отверстия штуцера 3, то в трубах 6 и 4 уровни жидкости будут находиться на одной высоте и перепад у дифманометра станет равен нулю. При снижении уровня воды в барабане котла уровень воды в трубе 4 понижается, вследствие чего перепад давления увеличивается.

Пьезометрические уровнемеры (ТУ 25-02-070374—79). Уровень вязких или агрессивных жидкостей в открытых или закрытых резервуарах определяют методом продувания сжатого воздуха или инертного газа через слой измеряемой жидкости. Приборы, действующие по этому методу, называются пьезометрическими уровнемерами. Они получили распространение при измерении уровня кипящего слоя в аппаратах каталитического крекинга на нефтеперерабатывающих заводах.

Воздух продувают через трубку 1 (рис. 31), опущенную в резервуар до максимальной глубины предполагаемого диапазона изменения уровня. Конец трубки не должен доходить до дна резервуара примерно на 75 мм. Манометр 5, служащий для измерения давления воздуха, который подается в резервуар, присоединяют к верхнему концу трубки 1. Сжатый воздух подается через редуктор 2 и диафрагму 4. Давление сжатого воздуха регулируют редуктором по показаниям манометра 3 и устанавливают таким, чтобы при максимальной глубине погружения трубки и максимальной высоте уровня жидкости из ее нижнего конца выходили пузырьки воздуха. Показания манометра 5 зависят от уровня жидкости в резервуаре: чем выше этот уровень, тем больше показываемое им давление. Манометр 5 отградуирован в единицах уровня жидкости. Он может быть удален от резервуара на расстояние до 150 м.

Важным условием для правильного измерения уровня жидкости этим способом является полная герметичность всех соединений. Чтобы уменьшить влияние переменных сопротивлений соединительных трубопроводов на точность измерения, скорость воздуха, протекающего на участке от места присоединения воздухопровода до резервуара, устанавливают минимальной. Недостатком пьезометрических уровнемеров является зависимость их показаний от плотности жидкости и ее температуры.

Приборы для измерения уровня сыпучих материалов. В промышленных установках для непрерывного дистанционного измерения уровня сыпучих сред (например, химикатов, пресс-порошков, песка, гравия) применяют электронный индикатор уровня типа

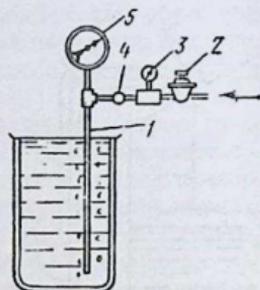


Рис. 31. Измерение уровня жидкости методом непрерывного продувания:

1 — трубка, 2 — редуктор, 3, 5 — манометры, 4 — диафрагма

ЭИУ (ТУ 52-02-1570—76), состоящий из емкостного преобразователя, измерительного устройства и дистанционного указателя уровня. Принцип действия прибора основан на измерении электрической емкости преобразователя, изменяющейся в зависимости от изменения уровня контролируемой среды (рис. 32).

Электрическую емкость преобразователя измеряют методом индуктивно-емкостного моста ($L2, L3, C1, C$ преобразователя + C

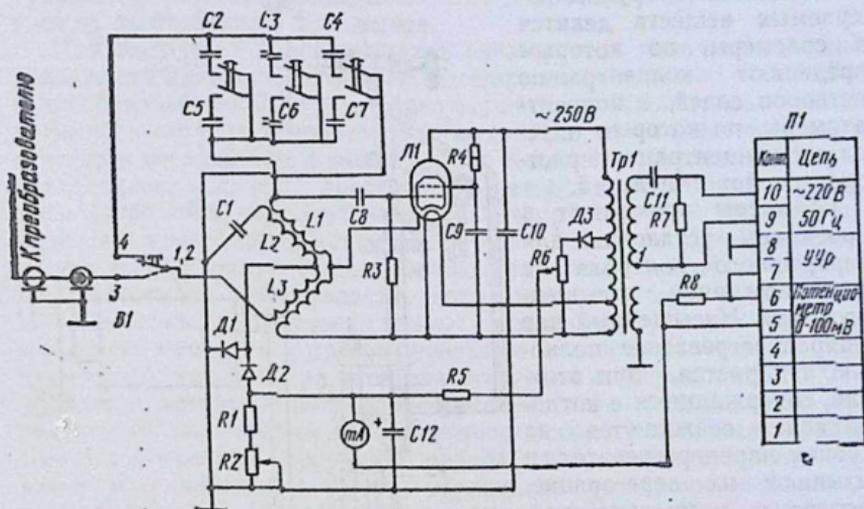


Рис. 32. Принципиальная электрическая схема электронного индикатора уровня типа ЭИУ:

Л1 — лампа электронная 6П1П, Тр1 — трансформатор, L1—L3 — индуктивные катушки моста, C1—C12 — конденсаторы, R1, R3—R5, R7, R8, — резисторы постоянные, R2, R6 — резисторы переменные, D1—D3 — диоды, mA — миллиамперметр, В1 — кнопка, П1 — колодка

кабеля). Индуктивно-емкостный мост питается от высокочастотного генератора, собранного на электронной лампе Л1. Анодная и накальная цепи лампы питаются от стабилизатора Тр1, С11. Возникающий при разбалансе моста ток в связи с изменением уровня контролируемой среды выпрямляется фильтром (С12, R5) и поступает на показывающий и контрольный приборы mA и Уур (последний на рисунке не показан), отградуированные в единицах измерения уровня. Таким образом, ток разбаланса моста зависит от электрической емкости преобразователя и меняется с изменением уровня контролируемой среды.

Нуль шкалы показывающего прибора mA устанавливают опорным напряжением (переменный резистор R6), компенсирующим начальный разбаланс моста.

Приборы типа ЭИУ находят также применение для контроля уровня жидких сред (например, кислотных, соляных, щелочных растворов).

§ 9. Измерение концентрации растворов

Концентрацией раствора называется содержание вещества в единице объема воды, выраженное в процентах или в единицах массы (мг/л). В производственных условиях для непрерывного контроля концентрации растворов применяют специальные приборы, которые в зависимости от назначения и группы измеряемых веществ делятся на солемеры, по которым определяют концентрацию растворов солей, и концентратометры, по которым определяют концентрацию растворов кислот и щелочей.

Солемеры применяют в паросиловых установках для непрерывного контроля за соледержанием насыщенного пара. Насыщенный пар в пароперегревателе полностью испаряется, при этом соли, содержащиеся в котловой воде, осаждаются на трубках пароперегревателя и вызывают их перегорание. Некоторую часть солей пар уносит в паровую турбину, засоряя ими клапаны турбины и лопатки. Все это вызывает необходимость непрерывно контролировать соледержание пара.

Принцип действия солемера (рис. 33) основан на изменении электропроводности конденсата в зависимости от концентрации соли. Пар через пароотборное устройство 11 поступает в дегазационный холодильник 8. На входе в холодильник установлен патрубок 7 с большим числом мелких отверстий внутри (паровое сито), служащий для очистки пара от случайных механических примесей и обеспечивающий равномерное распределение его по всему сечению холодильника. Контроль за состоянием парового сита осуществляют по манометру 10. Увеличение разности между давлением пара в котле и холодильнике сигнализирует о загрязнении сита.

Холодильник соединен с пароотборным устройством стальной трубкой 14×2 мм. Длина трубки при измерении соледержания насыщенного пара 8—10 м, перегретого пара 14—16 м. Холодильник расположен ниже пароотборного устройства, а трубка, подво-

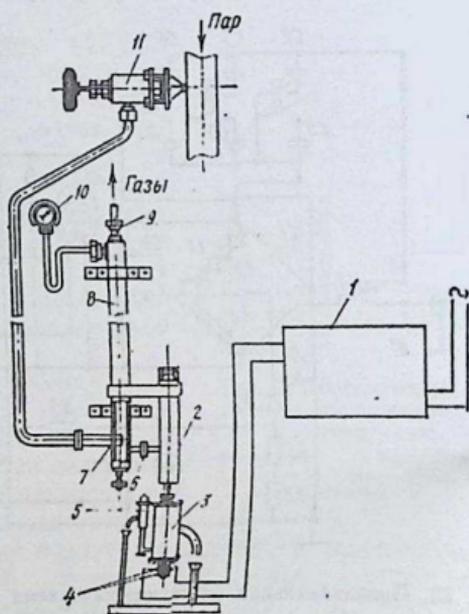


Рис. 33. Солемер:

1 — уравновешенный мост, 2 — расширитель, 3 — преобразователь, 4 — зажим, 5 — сливной бачок, 6, 9 — дроссели, 7 — патрубок, 8 — дегазационный холодильник, 10 — манометр, 11 — пароотборное устройство

дящая пар, соответственно наклонена, что обеспечивает скопление всего конденсата, образовавшегося в холодильнике, в нижней его части, откуда он через конденсаторное сито и дроссель 6 с проходным отверстием диаметром 0,5 мм попадает в расширитель 2, сообщающийся с атмосферой. На крышке холодильника установлен дроссель 9 для удаления скопляющихся в холодильнике газов. Вместе с газом выходит небольшое количество пара, что предотвращает чрезмерное накопление газов в холодильнике и ограничивает их растворение в конденсате.

При выходе из холодильника в расширитель температура конденсата снижается до 100°C . Из расширителя конденсат поступает в преобразователь 3, а пар, образующийся в расширителе и попадающий в него из холодильника, выходит в атмосферу через отверстие в верхней части расширителя. Конденсат заполняет в преобразователе кольцевое пространство между двумя цилиндрическими электродами, пар отделяется сепаратором и через трубку выводится в атмосферу, а конденсат — в сливной бачок 5, откуда удаляется через сливную линию. Бачок создает подпор, обеспечивающий заполнение междуэлектродного пространства конденсатом. Преобразователь снаружи закрыт теплоизолирующим экраном и включен проводами, присоединенными к зажимам 4, в одно из плеч вторичного прибора электронного уравновешенного моста 1.

Электрическое сопротивление преобразователя находится в определенной зависимости от концентрации солей в конденсате пара. При его изменении нарушается равновесие и появляется напряжение в диагонали моста, которое усиливается электронным усилителем до значения, достаточного для приведения в действие реверсивного электродвигателя. Электродвигатель, вращаясь, перемещает движок реохорда до наступления нового равновесия, после чего электродвигатель останавливается. С движком реохорда связана печатающая каретка с указателем. Так как каждому сопротивлению преобразователя соответствует определенное положение движка реохорда, при котором мост уравновешен, то положение указателя покажет содержание соли.

Концентраметры. Действие их основано на зависимости электрического сопротивления раствора от его концентрации. Рассмотрим схему установки для измерения концентрации серной кислоты (рис. 34). Из кислотопровода 1 серная кислота проходит по соединительной трубе 4 через вентиль 2 и фильтр 3 в преобразователь 5. Внутри чугунного корпуса преобразователя установлен открытый снизу стакан 6 с рядом отверстий. Вверху стакана находится перегородка, в ней закреплены два измерительных электрода 7 и сравнительный электрод 8, устраняющий влияние температуры раствора на показания прибора. Электрод 8 заполнен кислотой постоянной известной концентрации.

Измерительные и сравнительные электроды медными проводниками соединены с электрическими зажимами, расположенными на стакане. Для улучшения контакта измерительных электродов с

медными проводниками контактные трубки этих электродов заливают ртутью.

Кислота из преобразователя сливается через воронку 12 в кислотосборник (на рис. 34 не показан). Преобразователь соединен тремя проводами с измерительным устройством 9. При изменении концентрации раствора меняется его электрическое сопротивление. Это приводит к увеличению или уменьшению разности потенциалов между измерительными электродами, вследствие чего на измери-

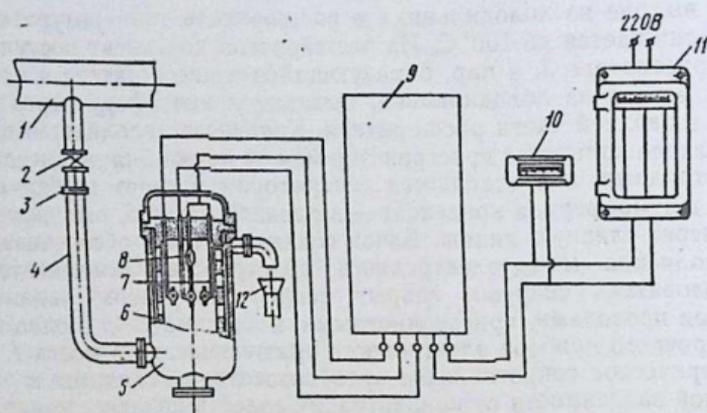


Рис. 34. Схема установки для измерения концентрации серной кислоты:

1 — кислотопровод, 2 — вентиль, 3 — фильтр, 4 — соединительная труба, 5 — преобразователь, 6 — стакан, 7 — измерительные электроды, 8 — сравнительный электрод, 9 — измерительное устройство, 10, 11 — милливольтметры, 12 — воронка

тельное устройство поступает соответствующий сигнал, который затем передается на показывающий 10 и самопишущий 11 милливольтметры. Шкалы этих приборов пересчитаны в единицах измерения концентрации раствора (мг/л).

§ 10. Контроль состава газов

Для правильного проведения различных технологических процессов необходимо определять содержание в газовой смеси углекислого газа, окиси углерода, водорода, кислорода, сероводорода, метана, хлора и других компонентов. Кроме того, воздух производственных помещений контролируют на содержание ядовитых и взрывоопасных примесей.

Состав газа выражают в процентах от общего объема газовой смеси. Приборы для контроля состава газовой смеси подразделяют на переносные неавтоматические газоанализаторы, используемые в лабораторной практике, а также для контрольных измерений и проверки стационарных автоматических газоанализаторов (в данном

учебнике они не рассматриваются), и стационарные автоматические (ГОСТ 13320—81), применяемые в промышленных условиях. По принципу действия стационарные газоанализаторы подразделяют на химические, электрические, магнитные и оптико-акустические. Последние применяют редко, поэтому они в учебнике не рассматриваются.

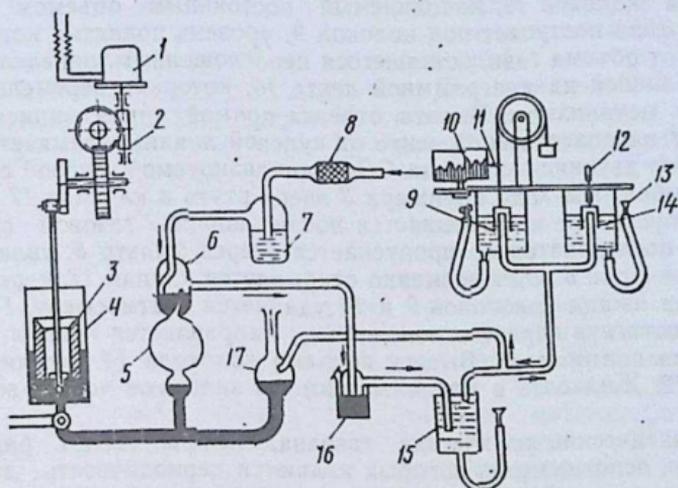


Рис. 35. Автоматический химический газоанализатор:

1 — электрический привод, 2 — редуктор, 3 — плунжер, 4 — цилиндр, 5 — волюметр, 6, 16, 17 — клапаны, 7 — увлажнитель, 8 — фильтр, 9, 14 — колокола, 10 — диаграммная лента, 11 — перо, 12 — винт, 13 — воронка, 15 — поглощающий сосуд

Химические газоанализаторы предназначены для определения процентного содержания отдельных компонентов в анализируемой газовой смеси. Их действие основано на поглощении компонентов газовой смеси соответствующими химическими реактивами. По сокращению объема смеси определяют процентное содержание в ней компонента. Горючие газы (например, сернистые) выделяют из смеси методом дожигания с последующим поглощением продуктов их сгорания реактивами.

Химический газоанализатор (рис. 35) для определения содержания углекислого газа CO_2 в анализируемой газовой смеси имеет электрический привод 1, который посредством редуктора 2 периодически перемещает вверх и вниз плунжер 3 в цилиндре 4. Перемещаясь вниз, плунжер вытесняет ртуть в сообщающийся с ним сосуд — волюметр 5 (для первичного отмеривания анализируемого газа) и в выхлопной клапан 17. Повышение уровня ртути в сосуде 5 заставляет газ из нижней и верхней его частей переходить через клапан 16 в поглощающий сосуд 15, в котором газ проходит через

раствор щелочи, поглощающий из него всю двуокись углерода, остальной газ удаляется в атмосферу через клапан 17.

Когда ртуть поднимется до суженной части в сосуде 5, она перекроет клапан 17 и анализируемый газ из верхней части сосуда 5, имеющий определенный объем, пропускается через поглощающий сосуд 15 и, пройдя через него, поступает под колокола 9 и 14 измерительной части прибора, находящиеся в жидкости. Первым поднимается колокол 14, наполняемый постоянным объемом газа. Остаток газа поступает под колокол 9, уровень поднятия которого зависит от объема газа, оставшегося непоглощенным, определяется прямой линией на диаграммной ленте 10, которая перемещается часовым механизмом. Высота отрезка прямой линии, записанной пером 11 на диаграммной ленте от нулевой линии, указывает концентрацию двуокиси углерода CO_2 в анализируемой газовой смеси.

При обратном ходе плунжера 3 вверх ртуть в клапане 17 и сосуде 5 опускается и засасывается новая порция газовой смеси, которая последовательно пропускается через фильтр 8, увлажнитель 7 и клапан 6. Одновременно открывается клапан 17, через который газ из-под колоколов 9 и 14 удаляется в атмосферу. Плунжер 3, достигнув верхнего положения, направляется вниз, и цикл измерения повторяется. Высоту подъема колокола 14 регулируют винтом 12. Жидкость в масляные камеры заливают через воронку 13.

Автоматические химические газоанализаторы имеют ряд недостатков, основными из которых являются периодичность действия и значительный расход реактивов, теряющих после нескольких анализов свою поглотительную способность, вследствие чего их приходится заменять новыми.

Электрические газоанализаторы на углекислый газ. Действие их основано на сравнении теплопроводности газовой смеси и воздуха при одинаковой температуре. Теплопроводность газовой среды изменяется в зависимости от содержания CO_2 , которое определяют измерением сопротивления нагретых проводников, помещенных в воздушную и газовую среды. Для определения содержания в газах суммы окиси углерода и водорода применяют газоанализаторы, принцип действия которых основан на измерении сопротивления электрического проводника, изменяющегося вследствие его нагревания при сгорании этих газов. Эти газоанализаторы применяют редко, поэтому в данном учебнике они не рассматриваются.

Электрические газоанализаторы при наличии в дымовых газах водорода и двуокиси серы дают значительную погрешность. Поэтому в некоторых приборах этого типа предусматривается дополнительная электропечь для дожигания несгоревшего водорода, а двуокись серы из анализируемой смеси удаляют с помощью сернистого фильтра.

Для правильной работы газоанализатора температура анализируемой смеси должна быть близка к температуре помещения, в котором установлен преобразователь прибора. Перед поступлением в преобразователь газовая смесь охлаждается в холодильнике, а

образующийся при этом конденсат удаляется в конденсационный сосуд.

Сравнение теплопроводности газовой смеси с теплопроводностью воздуха осуществляется специальным измерительным мостом (рис. 36), плечи которого выполнены из платиновой проволоки и имеют одинаковые сопротивления. Питание от источника тока поступает в одну из диагоналей моста, в другую диагональ включен измерительный прибор.

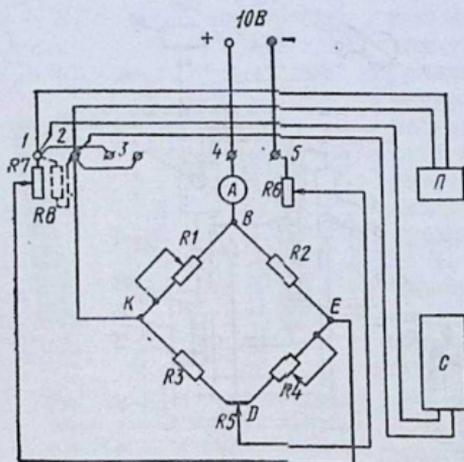


Рис. 36. Измерительный мост преобразователя электрического газоанализатора на углекислый газ:

$R1, R4$ и $R2, R3$ — переменные и постоянные резисторы, $R5$ — нулевой реостат, $R6$ — реостат, $R7$ — градуировочное сопротивление, $R8$ — добавочный резистор, Π — показывающий милливольтметр, C — самопишущий милливольтметр, A — амперметр; 1—5 — электрические контакты

Два плеча моста $R1$ и $R4$ помещены в камеры, через которые протекает газовая смесь, два других $R2$ и $R3$ находятся в герметически закрытых камерах, заполненных воздухом. Плечи моста нагреваются до определенной температуры проходящим через них электрическим током постоянного значения. Ток подводят от источника питания в диагональ к вершинам B и D моста. К вершинам K и E другой диагонали присоединены показывающий Π и самопишущий C милливольтметры. Мост будет находиться в равновесии при наличии во всех четырех камерах чистого воздуха. В этом случае ток в измерительной диаго-

нали KE моста отсутствует, так как отдача теплоты нагретыми проволоками и их сопротивление будут одинаковыми. При этом возможны небольшие отклонения от равновесия, для устранения которых служит нулевой реостат $R5$.

При протекании через газовые камеры газовой смеси, содержащей углекислый газ и обладающей меньшей теплопроводностью в сравнении с теплопроводностью воздуха, температура резисторов $R1$ и $R4$ возрастает, вследствие чего их электрическое сопротивление увеличивается и равновесие моста нарушается, что вызывает отклонение стрелки измерительного прибора. Стрелка отклоняется пропорционально содержанию углекислого газа в газовой смеси.

Последовательно с источником питания включены реостат $R6$ и амперметр A для регулирования тока. В измерительную диагональ моста введено градуировочное сопротивление $R7$, служащее для подгонки показаний газоанализатора при его градуировке. Вместо самопишущего милливольтметра C может быть включен добавоч-

ный резистор R8, эквивалентный сопротивлению самопишущего милливольметра. Газоанализатор питается от аккумуляторной батареи 10 В или специального источника, включенного в сеть переменного тока напряжением 220 В.

Комплект типовой установки электрического газоанализатора на углекислый газ показан на рис. 37.

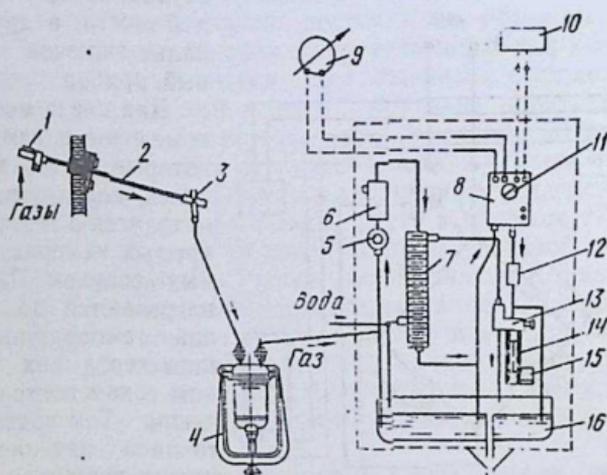


Рис. 37. Типовая установка электрического газоанализатора на углекислый газ:

1 — керамический фильтр, 2 — газозаборная трубка, 3 — газовый кран, 4, 5 — водяной и ватный фильтры, 6 — печь для дожигания водорода, 7 — холодильник, 8 — преобразователь для анализа газа на содержание CO_2 , 9 — показывающий прибор, 10 — источник питания, 11 — миллиамперметр, 12 — водяной предохранитель, 13 — водоструйный насос-эжектор, 14 — U-образный манометр, 15 — отвод для заливки воды, 16 — дренажный сосуд

Магнитные газоанализаторы на кислород применяют для непрерывного определения процентного содержания кислорода в продуктах горения промышленных печей и топок, в системах воздушно-кислородного дутья мартеновских и других печей, а также в газовой смеси на кислородных станциях. Работа этих приборов основана на так называемом парамагнитном свойстве кислорода втягиваться в магнитное поле в отличие от других газов (диамагнитных), обладающих значительно меньшей магнитной восприимчивостью. Магнитные газоанализаторы измеряют не саму магнитную восприимчивость, а ее изменение при повышении температуры.

Преобразователь (рис. 38) газоанализатора имеет в своей основе схему моста с двумя платиновыми резисторами: активным 1 и сравнительным 2. Два других плеча образуются из двух секций обмотки трансформатора, питающего схему. Резисторы помещены в камеру постоянного магнита NS, установленную таким образом, что в магнитном поле находится только активный резистор, а сравнительный находится вне его.

Анализируемая газовая смесь проходит через камеру с постоянной скоростью. Вследствие этого платиновые проволоки в двух плечах моста нагреваются электрическим током до определенной одинаковой температуры. Часть потока газовой смеси, содержащей кислород, притягивается магнитным полем к нагретому активному

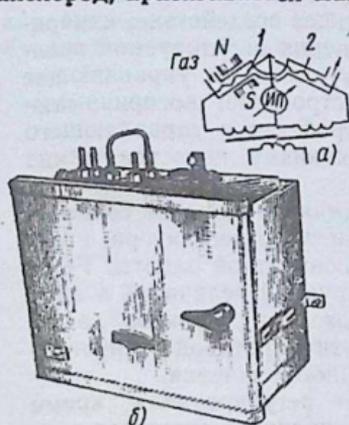


Рис. 38. Электрическая схема (а) и общий вид (б) преобразователя магнитного газоанализатора на кислород:

NS — постоянный магнит. ИП — измерительный прибор (автоматический электронный потенциометр); 1, 2 — активный и сравнительный платиновые резисторы

резистору. Кислород, нагреваясь, теряет свои магнитные свойства и выходит из камеры с общим потоком газа. Камера непрерывно пополняется новыми порциями анализируемой смеси. В результате температура активного резистора понижается. Степень его охлаждения будет тем больше, чем выше процентное содержание кислорода в анализируемой смеси.

С понижением температуры активного резистора понизится и его электрическое сопротивление, вследствие чего нарушится равновесие измерительного моста: в диагонали его появится напряжение разбаланса, соответствующее процентному содержанию кислорода в газовой смеси. Разбаланс измеряется автоматическим электронным потенциометром ИП, отградуированным в процентах содержания кислорода.

Кроме преобразователя и автоматического потенциометра в комплект газоанализатора входят стабилизатор напряжения, холодильник, конденсационный сосуд, керамический и контрольный фильтры, гидрокомпрессор (только для приборов со шкалой 0—10% кислорода), а также шланги, трубы и арматура.

Глава III

АВТОМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ И КОМПЛЕКТНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

§ 11. Основные сведения об автоматическом регулировании

Для обеспечения нормального хода технологических процессов в различных отраслях промышленности, поддержания или изменения по заданным законам таких величин, как температура, давление, расход, уровень и др., применяют автоматические регуляторы и комплектные системы автоматического регулирования (управления).

Автоматический регулятор реагирует на изменение регулируемой величины, характеризующей технологический процесс, и управляет этим процессом с целью поддержания заданного значения регулируемой величины или изменения ее по заданному закону. Автоматический регулятор состоит из задающего устройства — задатчика, создающего так называемое управляющее воздействие; измерительного устройства, измеряющего отклонения регулируемой величины от заданного значения и воздействующего на управляющее устройство регулятора; управляющего устройства, воспринимающего воздействие от измерительного устройства и управляющего подачей энергии к исполнительному механизму непосредственно или через усилитель.

Системой автоматического регулирования называется совокупность регулируемого объекта и автоматического регулятора, взаимодействующих друг с другом во время совместной работы. Регулируемый объект своим выходом (регулируемой величиной в виде соответствующего сигнала) воздействует на вход регулятора, а последний воздействует на вход объекта и этим противодействует отклонению регулируемой величины от заданного значения.

Простейшая система автоматического регулирования кроме структурных элементов автоматического регулятора включает в себя преобразователь, устанавливаемый непосредственно на регулируемом объекте и воспринимающий посредством чувствительного элемента изменения регулируемой величины; исполнительный механизм, получающий сигнал от управляющего устройства регулятора и воздействующий на регулируемый орган; регулируемый орган — клапан, клапан или шиббер, непосредственно поддерживающий заданное значение регулируемой величины (например, количество жидкости или газа в трубопроводе).

В зависимости от характера задающего воздействия системы автоматического регулирования подразделяют на следующие основные типы:

стабилизирующие — с постоянным заданным значением регулируемой величины;

программные, в которых заданное значение регулируемой величины не является постоянным, а изменяется во времени по установленному заранее закону — программе;

следающие, в которых заданное значение регулируемой величины заранее не установлено, а определяется какой-либо другой величиной, произвольно изменяющейся во времени;

оптимизирующие, в которых регулируемая величина задается и поддерживается регулятором на оптимальном значении — наиболее целесообразном с технико-экономической стороны, в том числе на максимально или минимально требуемом значении.

Все элементы структурной схемы системы автоматического регулирования изображаются прямоугольниками, которые связаны линиями связи со стрелками, указывающими путь передачи сигнала (рис. 39). Система регулирования образует контур из таких прямоугольников. Возмущающие и задающие воздействия входят в

контур извне. Каждый из элементов системы автоматического регулирования соединен с остальными так, что выходной сигнал его является входным сигналом следующего элемента.

При блочном построении систем автоматического регулирования некоторые структурные элементы конструктивно выполняют в виде самостоятельных блоков, применяемых в зависимости от выбранной системы регулирования в определенном сочетании.

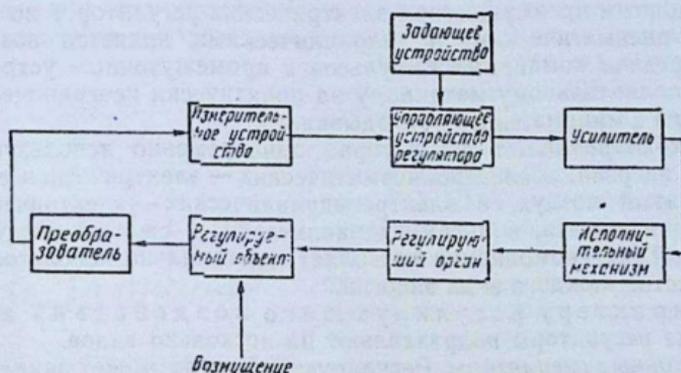


Рис. 39. Структурная схема системы автоматического регулирования

Автоматические регуляторы классифицируют по способу воздействия на регулирующий орган, виду энергии, приводящей их в действие, и характеру регулирующего воздействия.

По способу воздействия на регулирующий орган регуляторы бывают прямого и непрямого действия. В регуляторах прямого действия чувствительный элемент непосредственно воздействует на регулирующий орган, используя при этом энергию, получаемую от регулируемой среды. У них измерительное устройство и исполнительный механизм составляют одно целое с регулирующим органом и воздействуют на него посредством механических связей. Основным недостатком регуляторов прямого действия — непригодность к дистанционному управлению.

В регуляторах непрямого действия управление регулирующим органом производится с помощью энергии, получаемой от постороннего источника, при значительном удалении регулирующих органов от регулятора.

По виду энергии, приводящей их в действие, регуляторы подразделяют на пневматические, гидравлические, электрические и комбинированные. Для приведения в действие пневматических регуляторов используется энергия сжатого воздуха. Эти регуляторы надежны в работе и безопасны в пожарном отношении. В гидравлических регуляторах используется энергия жидкости (масла или воды). Они отличаются надежностью в работе и воз-

возможностью развивать большие перестановочные усилия на исполнительном механизме. Однако гидравлические регуляторы имеют ряд недостатков: ограниченный радиус действия, определяемый длиной импульсного трубопровода, зависимость рабочих характеристик от температуры и огнеопасность (в случае использования масла).

Наибольшее распространение получили *электрические* регуляторы, которые подразделяют на электромеханические и электронные. Основным преимуществом электрических регуляторов по сравнению с пневматическими и гидравлическими является возможность передачи командных импульсов к промежуточным устройствам и исполнительному механизму на практически неограниченные расстояния с минимальным запаздыванием.

В *комбинированных* регуляторах одновременно используются два вида энергии: в электропневматических — электрическая энергия и сжатый воздух, в электрогидравлических — электрическая энергия и жидкость, в пневмогидравлических — сжатый воздух и жидкость. Такая комбинация позволяет максимально использовать преимущества каждого вида энергии.

По характеру регулирующего воздействия автоматические регуляторы подразделяют на несколько видов.

Позиционные регуляторы. Регулирующий орган может занимать два или три определенных положения. Наибольшее применение получили двух- и трехпозиционные регуляторы.

Пропорциональные (статические) регуляторы. Регулирующий орган изменяет свое положение по такой же закономерности, по какой изменяется регулируемая величина, и скорость перемещения регулирующего органа пропорциональна скорости изменения регулируемой величины.

Астатические регуляторы. Регулирующий орган при отклонении регулируемой величины от заданного значения перемещается более или менее медленно и все время в одном направлении до тех пор, пока регулируемая величина не придет к заданному значению.

Издромные регуляторы. Совмещают свойства статического и астатического регуляторов и обеспечивают поддержание заданного значения регулируемой величины без остаточного отклонения. Регулирующий орган может занимать любое положение в пределах своего рабочего хода.

Регуляторы с предварением. Имеют дополнительное устройство, благодаря которому процесс регулирования протекает с учетом скорости изменения регулируемой величины. В этих регуляторах к пропорциональному действию добавляется дополнительное воздействие от скорости изменения регулируемой величины, которое заставляет перемещаться регулирующий орган с некоторым опережением, возрастающим с увеличением скорости изменения регулируемой величины. С уменьшением скорости изменения регулируемой величины это опережающее перемещение также уменьшается и полностью прекращается, когда регулируемая величина перестает изменяться,

§ 12. Пневматические регуляторы и системы регулирования

Пневматические регуляторы и системы автоматического регулирования широко применяют на предприятиях с взрывоопасными средами или медленно протекающими технологическими процессами (например, предприятия химической, нефтеперерабатывающей, газовой, деревообрабатывающей промышленности, а также нефтедобывающие установки). Наиболее широкое применение в промышленности получили пневматические приборы и регуляторы системы «СТАРТ» и агрегатная система пневмоавтоматики «Центр».

Пневматические приборы и регуляторы системы «СТАРТ» (ГОСТ 13053—76). Каждый из приборов этой системы создан из определенного сочетания нескольких элементов УСЭППА — унифицированных серийных элементов приборов пневмоавтоматики. К таким элементам относятся элементы сравнения, пневматические приборы прямого предварения, пневматические приборы обратного предварения, позиционные регуляторы и др. В отдельных случаях в приборах применяют также унифицированные элементы релейной

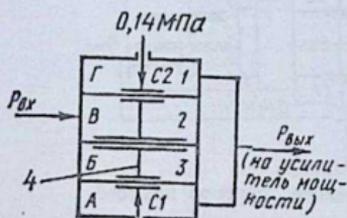


Рис. 40. Принципиальная схема элемента сравнения:

1—3 — мембраны, 4 — шток; А—Г — камеры

техники — выключающие реле.

Все приборы системы «СТАРТ» конструктивно выполнены по одному принципу. Элементы УСЭППА, из которых сконструирован каждый прибор, установлены на ножках (соединительных трубках) на плате (основании) из органического стекла. Связь между элементами осуществляется через отверстия в ножках и каналы в плате. Плата, в свою очередь, соединена внутри прибора со штуцерами внешних линий гибкими резиновыми шлангами. Рабочий диапазон входных и выходных сигналов 0,02—0,1 МПа. Питание приборов осуществляется сухим, очищенным от пыли и масла, воздухом давлением 0,14 МПа. Приборы обеспечивают передачу пневматических сигналов на расстояние по трассе до 300 м при внутреннем диаметре трубопровода линии связи 6 мм. Они рассчитаны на работу при температуре окружающего воздуха 5—50°С и относительной влажности не более 80%.

Ограниченный объем книги не позволяет рассмотреть все устройства и приборы, созданные на элементах УСЭППА, поэтому мы рассмотрим принцип действия лишь нескольких устройств и приборов, входящий в систему «СТАРТ».

Элемент сравнения (ТУ 25-02-380506—80Е). Представляет собой трехмембранное пневмореле (рис. 40), предназначенное для формирования на выходе дискретных пневматических сигналов 0 и 1. Состоит из реагирующего органа и двух пневматических контактов, выполненных в виде сопла с заслонкой.

Элемент сравнения работает так, что при подаче на него командного сигнала заслонка может занимать только два положения: либо полностью закрывать сопло, либо открывать его. Контакты реле противоположного действия: если один контакт замыкается, то одновременно размыкается другой.

Реагирующий орган выполнен в виде мембранного блока, состоящего из трех мембран 1—3, скрепленных общим штоком 4, торцы которого служат заслонками сопел $C1$ и $C2$. Эти сопла явля-

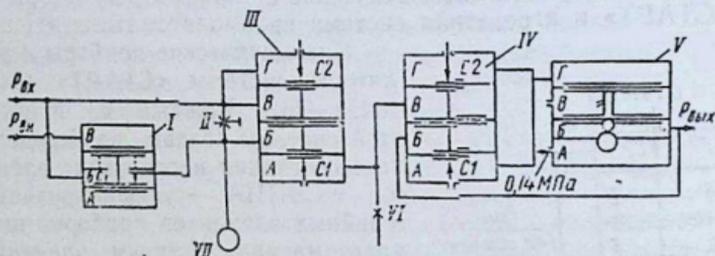


Рис. 41. Принципиальная схема пневматического прибора прямого предварения:

I — выключающее реле, II , VI — регулируемый и нерегулируемый дроссели, III , IV — элементы сравнения, V — усилитель мощности, VII — элемент объема (емкость)

ются одновременно упорами, ограничивающими перемещение штока. Мембраны закреплены по периферии в корпусе, образованном из четырех прямоугольных шайб. Шайбы стянуты вместе винтами.

К четырем пневматическим камерам A — $Г$ подводятся давление питания и командные давления. Две из этих камер B и B — глухие, а две — проточные, причем одна из них (обычно камера A) может непосредственно соединяться с атмосферой. Усилия, возникающие на мембранах в результате действия на них давлений, суммируются и обуславливают перемещение штока вверх или вниз в зависимости от знака результирующего усилия. Выходом элемента сравнения служит давление $P_{вых}$, которое может принимать только два дискретных значения 0 и 1.

Пневматическое устройство прямого предварения (ТУ 25-02-525—75). Предназначено для введения в цепь регулирования какого-либо процесса воздействия по скорости отклонения регулируемой величины от заданного значения.

Входной сигнал (рис. 41) в виде давления сжатого воздуха (от регулятора или преобразователя) действует на мембраны элемента сравнения III . При неизменном входном сигнале мембранный блок элемента сравнения находится в равновесии и на выход элемента (путем подачи питающего воздуха) поступает сигнал, равный входному.

Допустим, что давление начинает изменяться, например увеличиваться с постоянной скоростью. В этом случае равновесие прибора нарушается. Суммарное усилие на мембранах в камерах B и B

и Γ^{III} оказывается больше, чем усилие на мембранах B^{III} и A^{III} , так как перед камерой B^{III} стоит сопротивление — регулируемый дроссель II . Сопло $C1^{\text{III}}$ закрывается, и в камере A^{III} давление резко увеличивается. На выход поступает сигнал, который опережает давление, подаваемое на вход. Время опережения (предварения) настраивают вращением головки регулируемого дросселя предварения.

С выхода элемента сравнения III сигнал поступает на вход усилителя, состоящего из элемента IV и усилителя мощности V . Вы-

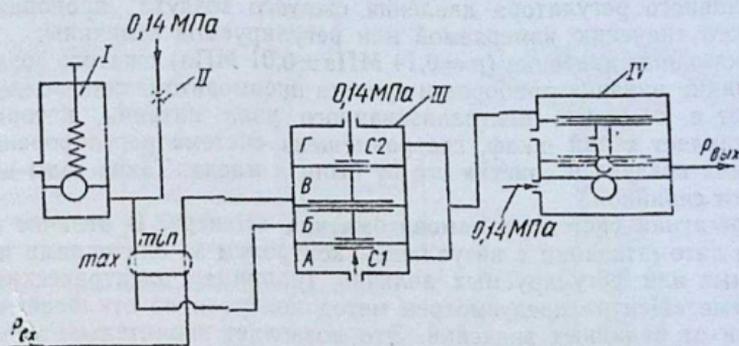


Рис. 42. Принципиальная схема позиционного регулятора:

I — задатчик, II — постоянный (нерегулируемый) дроссель, III — элемент сравнения, IV — усилитель мощности

ключающее реле I предназначено для отключения прибора прямого предварения. Для этого на реле подается командное давление $P_{\text{вк}}$. Сопло $C1^{\text{I}}$ при этом открывается и входной сигнал $P_{\text{вх}}$ через сопло $C2^{\text{III}}$ непосредственно поступает в камеру B^{III} .

Позиционный регулятор (ТУ 25-02-524—75). Предназначен для получения дискретных пневматических сигналов 0 и 1 в случаях повышения или понижения поступающего на вход регулятора давления сжатого воздуха, пропорционального регулируемой или измеряемой величине, когда последняя отклоняется от заданного значения.

Действие регулятора основано на сравнении двух давлений: давления, поступающего на вход (от измерительного прибора) и пропорционального значению измеряемой величины, и давления задания, устанавливаемого задатчиком. Регулятор может быть настроен на максимальное или минимальное значение измеряемой или регулируемой величины.

Рассмотрим работу регулятора при настройке на минимум (рис. 42). Входной сигнал от измерительного блока поступает в камеру B элемента сравнения III . Давление задания, установленное задатчиком I , подводится к камере B^{III} . Все время, пока входное давление остается больше давления задания, сопло $C2^{\text{III}}$ закрыто и сигнал на выходе элемента равен 0. Как только входной

сигнал станет меньше заданного, сопло $C2^{III}$ откроется и на выход будет подан сигнал 1.

В положении «максимум» давление задания подается в камеру B^{III} , а давление от измерительного блока — в камеру B^{II} . Если давление на входе, изменяясь, остается меньше давления задания, сопло $C2^{II}$ закрыто, сигнал на выходе 0. При давлении на входе, превышающем давление задания, сопло $C2^{III}$ откроется и на выходе элемента сравнения появится сигнал 1. Таким образом, на выходе прибора давление скачкообразно изменяется от 0 до 1 в за-

в
г
г

вения или понижения поступающего на вход
гора давления сжатого воздуха, пропорцио-
нмеряемой или регулируемой величины.

е ($p=0,14 \text{ МПа} \pm 0,01 \text{ МПа}$) сжатого возду-
и средств пневмоавтоматики поддер-
изованного узла питания, который
е размещена система регулирования
ли его от пыли и масла. Такие узлы вы-

Агрегатная система пневмоавтоматики «Центр». В отличие от систем автоматизации с визуальным контролем за значениями измеряемых или регулируемых величин (например, электрических) в системе «Центр» предусмотрен метод контроля по отклонениям величин от заданных значений. Это позволяет значительно упростить труд оператора и осуществить автоматическую регистрацию каждого нарушения установленных значений. Кроме того, в системе предусмотрена цифровая регистрация значений измеряемых или регулируемых величин, позволяющая существенно уменьшить число индивидуальных регистрирующих приборов и обеспечить автоматическое ведение вахтенного журнала. В результате значительно сократилась площадь, занимаемая щитами, а рабочее поле (зона обзора) оператора уменьшилось в 4—5 раз. Система может быть связана с электронной цифровой вычислительной машиной (ЭЦВМ) с помощью промежуточного носителя информации — перфоленты.

Систему «Центр» поставляют в виде готовых к установке блоков, каждый из которых осуществляет определенную функцию: блок обнаружения отклонений измеряемых или регулируемых величин типа БОВ, блок регулирующих устройств типа БР, устройство цифровой регистрации «Авторегистратор», пульт контроля и управления типа ПКУ и блок перфорирующих устройств типа АР-П.

Такой принцип построения системы позволяет при проектировании и внедрении автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) оперировать не отдельными приборами, а законченными функциональными блоками — агрегатами, поэтому эта система получила название агрегатной.

Автоматизированная агрегатная система на базе блоков «Центр» выполняет следующие функции: непрерывный контроль, автоматическую стабилизацию измеряемых и регулируемых величин, автоматическое обнаружение и сигнализацию отклонений этих

величин от заданных значений, автоматическую цифровую регистрацию измеряемых или регулируемых величин и заданий регуляторов, обработку информации, поступающей от первичных преобразователей расхода (сужающих устройств расходомеров), связь с ЭЦВМ.

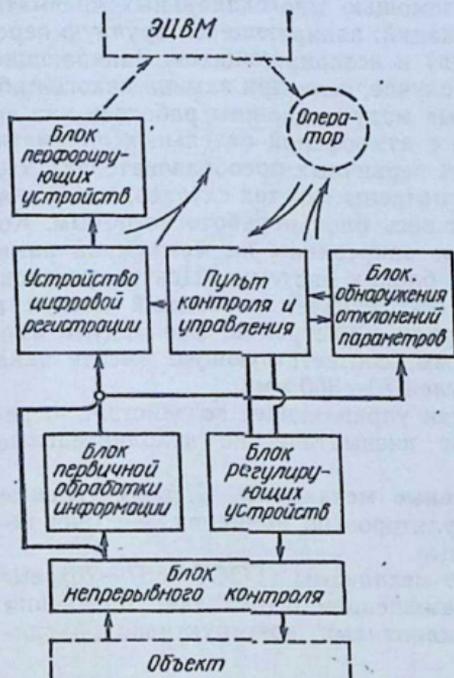


Рис. 43. Структурная схема системы пневмоавтоматики «Центр»

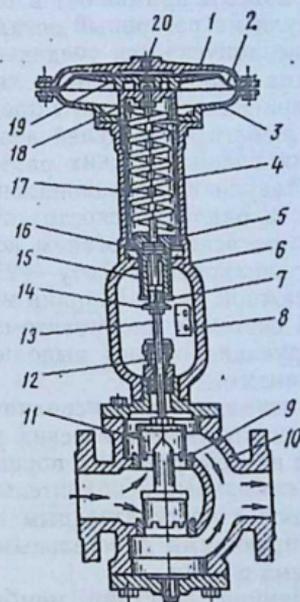


Рис. 44. Мембранный исполнительный механизм с регулирующим клапаном:

- 1, 3 — крышки, 2 — мембрана, 4 — пружина, 5 — опора, 6 — подвижный крошестей, 7, 15 — гайки, 8 — шкала, 9 — седло, 10 — корпус клапана, 11 — золотник, 12 — сальник, 13, 17 — штоки, 14, 19 — диски, 16 — подшипник, 18 — направляющий стакан, 20 — штуцер

Взаимодействие функциональных блоков системы поясняет структурная схема (рис. 43). Информация с объекта в виде унифицированных пневматических сигналов поступает на пульт контроля и управления и другие функциональные блоки системы. Оператор получает информацию о ходе технологического процесса с пульта и бланка регистрации, а также в виде совета ЭЦВМ и корректирует ход этого процесса, воздействуя с пульта на исполнительные механизмы, установленные на объекте.

Конструктивно каждый блок выполнен в виде шкафа с передней и задней двустворчатými дверями. Внутри каждого шкафа на унифицированной монтажной раме установлены так называемые функциональные модули. Каждый такой модуль представляет собой аппарат, состоящий из определенного набора элементов пневмоавтоматики, собранных на одной плате (основании). Присоединение модулей выполнено с помощью многоканальных пневматических разъемов двух модификаций: запирающихся вручную перед расстыковкой (снятием модуля) и незапирающихся. Запирающиеся разъемы применяют в том случае, если при замене какого-либо модуля на резервный остальные модули должны работать или если не допускается соединение с атмосферой отдельных пневматических линий (например, линий первичных преобразователей). Незапирающиеся разъемы предусмотрены для тех случаев, когда снятие любого из модулей делает весь блок неработоспособным. Колодки пневматических разъемов закреплены на монтажной раме.

Модули в функциональных блоках системы «Центр» установлены в одной плоскости, что обеспечивает свободный доступ к многочисленным органам контроля и настройки. Все модули имеют одинаковую высоту — 210 мм, соответствующую высоте окна монтажной рамы. Ширина модулей 70—350 мм.

В системах пневмоавтоматики управляющее воздействие на регулирующие органы выполняют пневматические исполнительные механизмы.

Пневматические исполнительные механизмы. Исполнительные механизмы пневматических регуляторов по принципу действия делятся на мембранные и поршневые.

Мембранные исполнительные механизмы (ГОСТ 9887—70) выполняют с поступательным перемещением штока для управления регулирующими дроссельными клапанами, конструктивно объединенными с ними.

Принцип действия мембранного исполнительного механизма (рис. 44) основан на том, что закрепленная между крышками 1 и 3 мембрана 2 прогибается в зависимости от разности давлений, создаваемых с одной стороны давлением воздуха от регулятора, а с другой — пружиной 4. Верхний конец пружины через металлический диск 19 и направляющий стакан 18 упирается в мембрану, нижний конец — в неподвижный кронштейн 6. Давление воздуха на мембрану подается через штуцер 20. К центру стакана прикреплен шток 17, соединяющийся посредством гайки 7 со штоком 13 золотника 11. Последний может перемещаться внутри седла 9 корпуса 10 клапана.

Давление воздуха на мембрану перемещает золотник вниз, отчего клапан закрывается. Если давление воздуха на мембрану отсутствует, то золотник под действием пружины поднимается вверх и клапан открывается. Диск 14 и шкала позволяют наблюдать за положением золотника. Гайка 15 предназначена для предварительного сжатия пружины 4. Для предотвращения скручивания мембраны и облегчения регулировки степени сжатия пружины испол-

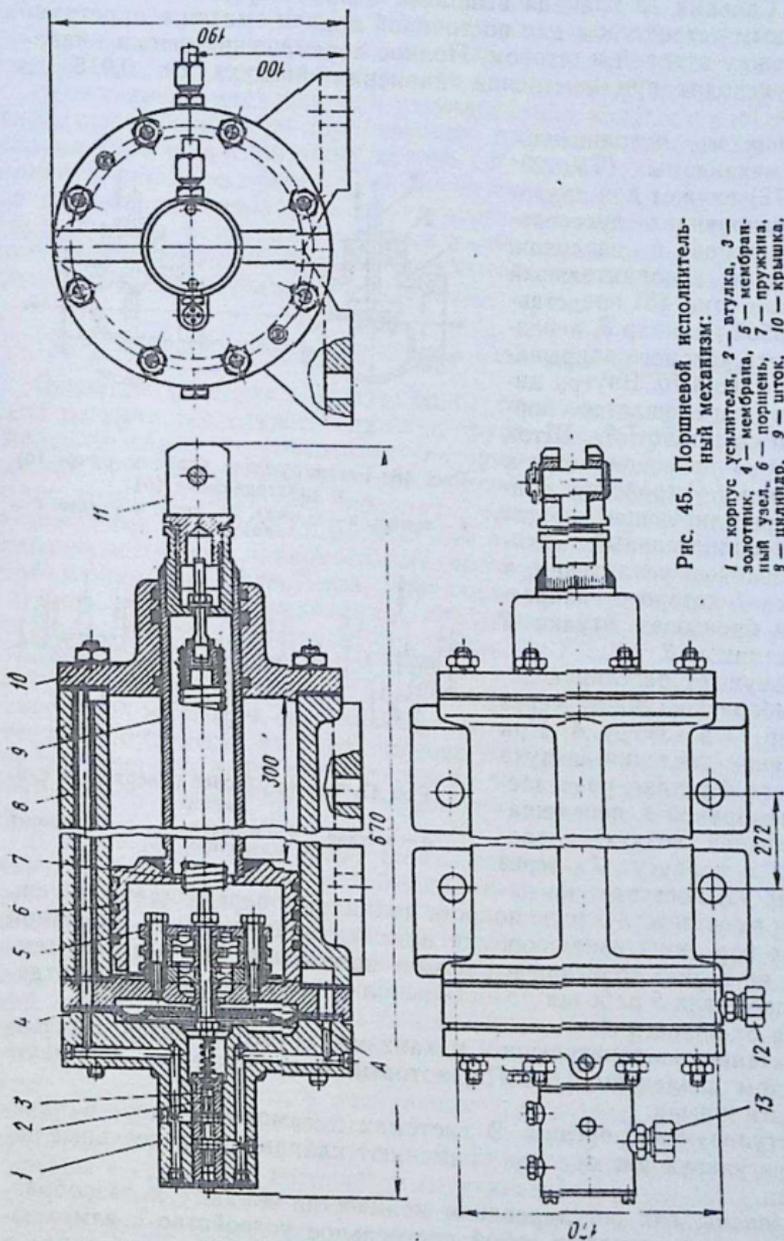


Рис. 45. Поршневой исполнительный механизм:

- 1 — корпус усилителя, 2 — втулка, 3 — золотник, 4 — мембрана, 5 — мембранный узел, 6 — поршень, 7 — пружина, 8 — цилиндр, 9 — шток, 10 — крышка, 11 — серва, 12, 13 — штуцера

нительный механизм снабжен шариковым подшипником 16 и опорой 5. Сальник 12 клапана выполнен с промежуточной втулкой и смазочным устройством для постоянной подачи смазки в пространство между втулкой и штоком. Полное перемещение штока клапана происходит при изменении давления воздуха от 0,015 до 0,095 МПа.

Поршневые исполнительные механизмы (ТУ 25-3705—78) служат для привода регулирующих дроссельных клапанов и заслонок. Поршневой исполнительный механизм (рис. 45) представляет собой цилиндр 8, передняя часть которого закрывается крышкой 10. Внутри цилиндра перемещается поршень 6 со штоком 9. Шток серьгой 11 присоединяется к рычажному устройству привода регулирующего органа. Исполнительный механизм снабжен усилителем, в корпусе 1 которого запрессована бронзовая втулка 2 с золотником 3.

Воздух от регулирующего прибора поступает через штуцер 13 в камеру А. При изменении давления воздуха в камере А усилии, развиваемое мембраной 4, перемещает золотник, воздух, подводимый к корпусу 1 через штуцер 12, поступает по каналам в соответствующую полость цилиндра и перемещает поршень до тех пор, пока изменяющееся натяжение пружины 7 обратной связи не вернет золотник в прежнее положение. С помощью мембранного узла 5 рабочая полость исполнительного механизма отделяется от полости А.

Питание исполнительного механизма осуществляется сжатым воздухом давлением 0,6 МПа, который предварительно очищают от влаги и пыли.

Регулирующие органы. В системах пневмоавтоматики в качестве регулирующих органов применяют клапаны и дроссельные заслонки.

Клапаны для регулирования количества жидких и газообразных сред представляют собой дроссельное устройство с изменяющейся площадью проходного сечения. Клапаны бывают одно-

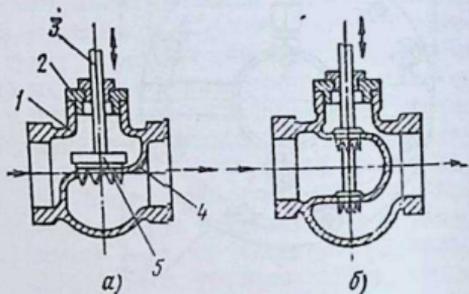


Рис. 46. Регулирующие клапаны одно- (а) и двухседельные (б):
1 — корпус, 2 — крышка, 3 — шток, 4 — седло, 5 — плунжер

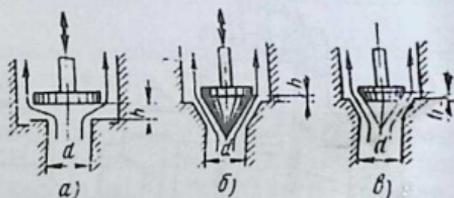


Рис. 47. Форма рабочей поверхности клапанов:
а — плоская, б — коническая, в — усеченный конус

двухседельные (рис. 46). Они могут иметь плоскую (рис. 47, а) или коническую (рис. 47, б) рабочую поверхность. Широко применяют также клапаны с рабочей поверхностью, выполненной в виде усеченного конуса (рис. 47, в). Клапаны, в которых угол конической рабочей поверхности 15—35°, называются игольчатыми.

Дроссельные заслонки для регулирования количества газа или пара, протекающего по трубопроводу, просты по конструкции. Заслонка помещена в чугунный корпус с приливом для крепления исполнительного механизма. Она вращается на двух полуосях, одна из которых выведена из корпуса через сальниковое уплотнение. На наружном конце этой полуоси укреплены стрелка для указания степени открытия заслонки и кривошип для соединения заслонки с тягой исполнительного механизма.

§ 13. Гидравлические регуляторы и системы регулирования

Основные сведения. Управляющим устройством в гидравлических регуляторах служит струйная трубка, поэтому их называют гидравлическими струйными регуляторами. Струйные регуляторы комплектуют из унифицированных элементов, определенное сочетание которых позволяет получать отдельные регуляторы или комплектные системы автоматического регулирования. Такими элементами являются измерительные преобразователи, задающие и стабилизирующие устройства, управляющие устройства (усилители), исполнительные механизмы, синхронизаторы, маслonaпорные установки и вспомогательные устройства.

Измерительный преобразователь, чувствительный элемент которого находится под непосредственным воздействием измеряемой величины, предназначен для преобразования ее в усилие, воздействующее на управляющее устройство регулятора. Преобразователи по виду измерительного элемента подразделяют на мембранные, сильфонные и с манометрической трубчатой пружиной.

В *мембранных* преобразователях мембрана выполнена из резиновой ткани толщиной 0,3—0,4 мм. Центральная часть мембраны стянута металлическими (из сплава алюминия) дисками, создающими жесткий центр. Такие преобразователи на различные пределы измерения выпускают с мембранами, имеющими разную площадь. В *сильфонных* преобразователях применен металлический сильфон. Мембранные и сильфонные преобразователи предназначены для восприятия импульсов давления.

В измерительных преобразователях с *манометрической трубчатой пружиной* пружина воспринимает импульсы давления или температуры. В первом случае пружина одним концом впаяна в держатель, присоединенный к источнику регулируемого давления, а другим соединена с передаточным механизмом, который воздействует на управляющее устройство регулятора. Во втором случае она герметично соединена с капилляром и термобаллоном и действует как манометрический термометр. При изменении темпера-

туры среды, в которой помещен термобаллон, изменяется положение конца пружины, усилие которой передается на струйную трубку регулятора.

Измерительные преобразователи гидравлических регуляторов предназначены для работы в непосредственном контакте с неагрессивными веществами. К мембранам из прорезиненной ткани можно подводить только газы, а к металлическим сильфонам и трубчатым пружинам — газы или жидкости. При работе с веществами, разъедающими полотно мембраны, металл сильфона или трубчатой пружины, применяют раздельные сосуды.

Задающее и стабилизирующее устройства предназначены для установки заданного значения регулируемой величины. Задающее устройство настраивают механизмом ручной настройки, воздействующим на задающую пружину управляющего устройства, или путем подачи на управляющее устройство переменного задания посредством механизма с лекальным элементом. Стабилизирующее устройство выполняет функции обратной связи.

Управляющее устройство (усилитель) преобразует регулируемую величину в давление масла, поступающего к исполнительному механизму по маслопроводам 2 и 3 (рис. 48). Основным элементом управляющего устройства является струйная трубка 7, закрепленная на горизонтальной полой оси 6. Трубка свободно качается в вертикальной плоскости, нижняя ее часть заканчивается сопловой насадкой 8. На некотором расстоянии от насадки расположена сопловая головка 9 с двумя приемными отверстиями 4 и 10.

В качестве рабочей жидкости используется масло, подаваемое под давлением в струйную трубку от специальной маслонапорной установки. Вся система регулятора, начиная от приемных отверстий сопловой головки и кончая исполнительным механизмом 1, заполнена маслом. Струя масла, выходящая под давлением из трубки 7, через насадку попадает в приемные отверстия 4 и 10 и преобразует часть своей кинетической энергии в потенциальную энергию давления, используемую для перемещения поршня исполнительного механизма. Шток исполнительного механизма при движении поршня в ту или другую сторону перемещает связанный с ним регулирующий орган.

При среднем положении трубки по отношению к сопловой головке струя масла поступает равномерно в оба приемных отвер-

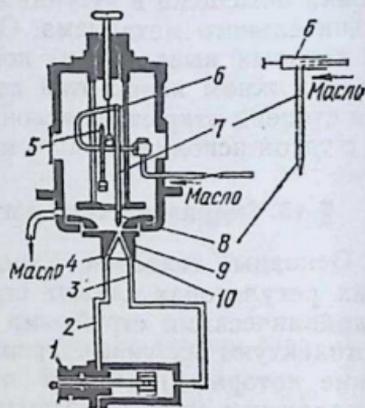


Рис. 48. Схема управляющего устройства (усилителя) и гидравлического исполнительного механизма:

1 — исполнительный механизм, 2, 3 — маслопроводы, 4, 10 — приемные отверстия, 5 — промежуточный рычаг, 6 — полая ось, 7 — струйная трубка, 8 — сопловая насадка, 9 — сопловая головка

стия. Поэтому давление по обе стороны поршня исполнительного механизма одинаково и поршень остается неподвижным. Когда трубка отклоняется от среднего положения, в одном из приемных отверстий, а следовательно, и в связанной с ним полости цилиндра исполнительного механизма давление возрастает и поршень начинает перемещаться в сторону меньшего давления. При этом скорость его перемещения и развиваемое усилие тем больше, чем больше отклонение струйной трубки от среднего положения. Они достигнут максимального значения, когда трубка будет занимать крайние положения.

Исполнительные механизмы получают сигнал от управляющего устройства (усилителя) и воздействуют на регулирующий орган (например, клапан, кран). Конструкция их рассмотрена в конце настоящей параграфа.

Синхронизаторы используют для управления несколькими регулирующими органами от одного регулятора, когда необходимо обеспечить их одинаковое перемещение. Синхронизатор состоит из преобразователя и двух, трех или четырех приемников. Преобразователь преобразует механическое перемещение, получаемое от задающего исполнительного механизма, на котором он смонтирован (при монтаже преобразователя на щите или пульте — от задающего механизма с лекальным элементом), в давление масла. Преобразователь посылает импульс давления одновременно двум, трем или четырем приемникам синхронизатора, обеспечивающим работу соответствующего числа исполнительных механизмов.

Маслонапорные установки, питающие гидравлическую систему регулирования маслом под давлением до 1,5 МПа, состоят из шестеренного масляного насоса и асинхронного электродвигателя, смонтированных на общей плате, которая установлена на крышке масляного бака. Промышленность выпускает маслонапорные установки производительностью 18; 35; 50 и 125 л/мин, рассчитанные соответственно на одновременное питание от одного-двух до пятнадцати струйных регуляторов.

К вспомогательным устройствам относятся: пружинный клапан для поддержания статического давления масла в трубопроводах; обратный клапан для предохранения от слива масла из рабочих и сливных трубопроводов при падении давления; клапан дистанционного управления для перехода на дистанционное ручное управление механизмом; переключающий золотник для переключения трубопровода с помощью клапана с одного поста на другой (например, с оперативного щита, установленного непосредственно у агрегата, на центральный щит); дроссельный масляный клапан для регулирования скорости перемещения поршня исполнительного механизма; запорные масляные клапаны на напорных маслопроводах.

Регуляторы давления автоматически поддерживают давление или разрежение в технологических трубопроводах и аппаратах. В струйную трубку 2 (рис. 49) подается под давлением масло, которое выходит с большой скоростью из ее сопла. На трубку дейст-

вует с одной стороны усилие от пружины 4 задатчика; а с другой стороны — усилие от мембраны 1. Натяжение пружины, которая противодействует усилию, развиваемому мембраной, можно регулировать винтом 3. Усилие, передаваемое от мембраны на струйную трубку, пропорционально значению регулируемого давления или разрежения. При заданном значении регулируемой величины (давления) усилие, действующее на струйную трубку со стороны мембраны, равно усилию, развиваемому пружиной. Поэтому струй-

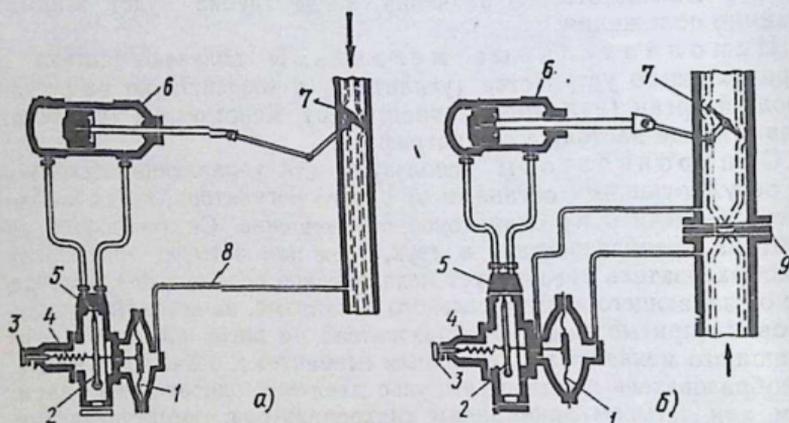


Рис. 49. Гидравлические регуляторы давления (а) и расхода (б):

1 — мембрана, 2 — струйная трубка, 3 — винт, 4 — пружина задатчика, 5 — сопловая головка, 6 — исполнительный механизм, 7 — регулирующий орган, 8 — импульсная трубка, 9 — диафрагма

ная трубка будет занимать среднее положение по отношению к сопловой головке 5 и поршень исполнительного механизма 6, а также кинематически связанный с ним регулирующий орган 7 будут находиться в покое.

При отклонении давления от заданного значения усилие, действующее со стороны мембраны, изменится, струйная трубка отклонится от среднего положения и поршень исполнительного механизма начнет перемещать регулирующий орган, отчего давление будет изменяться до тех пор, пока снова не установится на заданном значении. Тогда струйная трубка снова займет среднее положение и движение регулирующего органа прекратится. В случае регулирования разрежения импульсную трубку 8 присоединяют с другой стороны мембраны.

Регулятор расхода отличается от регулятора давления тем, что в нем на мембрану действует перепад давления на измерительной диафрагме 9, установленной в трубопроводе.

Усилие, передаваемое от мембраны 1 на струйную трубку 2, пропорционально перепаду давления на диафрагме. При заданном значении регулируемой величины (в данном случае расхода) усилие, действующее на трубку со стороны мембраны, равно усилию,

развиваемому пружинной задатчика. Трубка в этом случае занимает среднее положение и поршень исполнительного механизма *б* неподвижен. При отклонении расхода от заданного значения усилие, действующее со стороны мембраны, изменится, трубка отклонится от среднего положения и поршень начнет перемещать регулирующий орган *7* до тех пор, пока снова не установится заданное значение расхода. В этот момент трубка снова займет среднее положение и движение регулирующего органа прекратится.

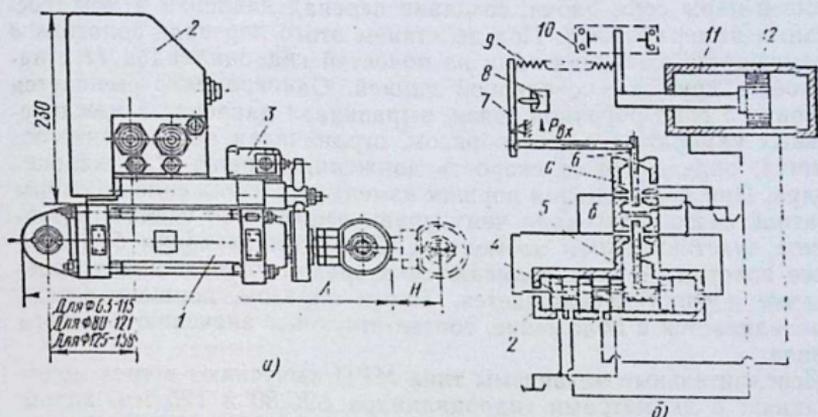


Рис. 50. Общий вид (а) и схема (б) гидравлического исполнительного механизма типа МГП в комплекте с позиционером и блоком концевых выключателей:

1 — исполнительный механизм, 2 — позиционер, 3 — блок концевых выключателей; *A* — общая длина исполнительного механизма, *H* — ход штока; 4 — золотник, 5, 6 — заслонки, 7 — рычаг, 8 — чувствительный элемент, 9 — пружина обратной связи, 10 — блок концевых выключателей, 11 — гидроцилиндр, 12 — поршень

Гидравлические исполнительные механизмы. В системах автоматического регулирования с гидравлическими струйными регуляторами часто используют гидравлические поршневые исполнительные механизмы (серводвигатели) типа МГП, а в комбинированных электронно-гидравлических системах — гидравлические исполнительные механизмы типа ГИМ (ГОСТ 10038—74).

Исполнительные механизмы типа МГП (рис. 50, а) для управления регулирующими органами поворотного (с углом не более 90°) или возвратно-поступательного движения могут быть использованы как с дополнительными блоками, так и без них. К дополнительным блокам относятся следующие: устройство, реализующее гидравлический, пневматический или электрический сигнал в пропорциональное перемещение выходного элемента механизма (позиционер); устройство для сигнализации конечных положений выходного элемента механизма (блок концевых выключателей); гидравлическое устройство, фиксирующее положение выходного элемента механизма при снятии командного сигнала (блокировочное

устройство), и преобразователь положения с электрическим выходным сигналом, пропорциональным положению выходного элемента механизма.

Управляющий гидравлический сигнал P_{yx} (рис. 50, б) подается на мембранный чувствительный элемент 8, нажимная игла которого создает на рычаге 7 усилие, пропорциональное значению входного сигнала. На рычаге производится сравнение усилий, создаваемых чувствительным элементом и пружиной обратной связи 9. Под действием разности этих усилий перемещается заслонка 6 управляющей пары сопл блока, создавая перепад давлений в междроссельных камерах а и б. Под действием этого перепада золотник 4 перемещается, соединяя одну из полостей гидроцилиндра 11 с напорной, а другую — со сливной линией. Одновременно смещается заслонка 5 сопл обратной связи, выравнивая давление в междроссельных камерах и, таким образом, ограничивая перемещение золотника, определяющее скорость движения поршня 12 гидроцилиндра. При перемещении поршня изменяется натяжение пружины обратной связи, благодаря чему уравнивается усилие, развиваемое чувствительным элементом. При этом заслонки 6 и 5, а также золотник 4 устанавливаются в средние положения и перемещение поршня прекращается. Таким образом, поршень всегда устанавливается в положение, соответствующее значению входного сигнала.

Исполнительные механизмы типа МГП выпускают в трех модификациях: с диаметрами гидроцилиндра 63; 80 и 125 мм, ходом штока соответственно 25—100; 63—200 и 200—400 мм и общей длиной А 375—1000 мм. Они развивают значительные усилия на штоке.

Гидравлический исполнительный механизм типа ГИМ для перемещения регулирующих органов и формирования сигналов обратной связи по положению серводвигателя состоит из гидравлического серводвигателя 1 (рис. 51, а), блока управления и обратной связи 3 и включающего электрогидравлического реле 2.

Когда катушки электромагнитов Э1 (рис. 51, б) и Э2 обесточены, клапаны К1 и К2 находятся в нижнем положении и закрывают слив. При этом вода из гидролинии под рабочим давлением поступает в обе полости цилиндра серводвигателя. В случае отклонения регулируемой величины от заданного значения на одной из обмоток Э1 или Э2 появляется напряжение, которое увеличивается по мере увеличения отклонения. По достижении определенного напряжения срабатывания соответствующий клапан перемещается из одного положения в другое. При этом подвод воды из гидролинии перекрывается и открывается слив из соответствующей полости серводвигателя, что приводит к перемещению штока серводвигателя.

Поступательное движение штока серводвигателя с помощью кривошипной передачи преобразовывается во вращательное перемещение вала и рычага, соединяемого с регулирующим органом. Поршень серводвигателя будет перемещать регулирующий орган до тех пор, пока напряжение на обмотке электромагнита не умень-

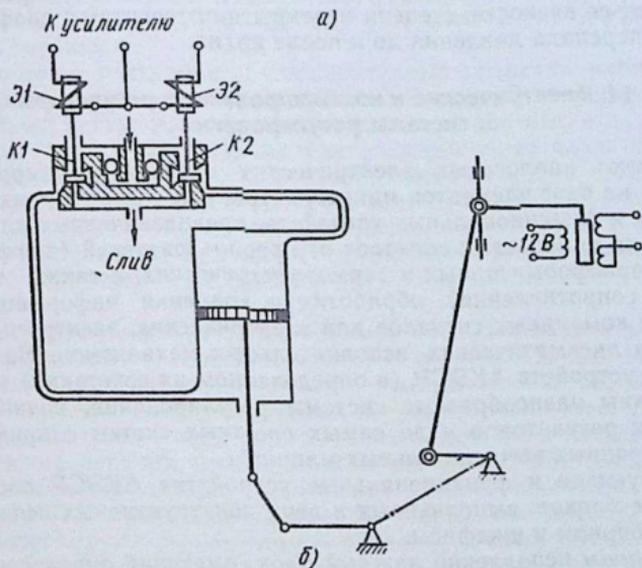
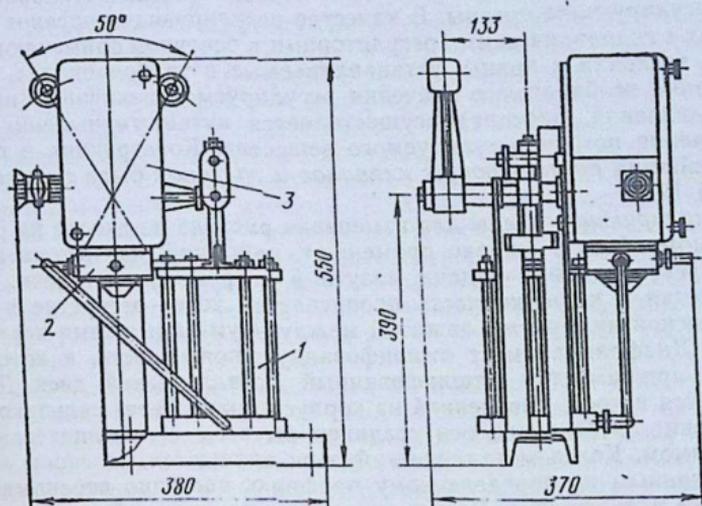


Рис. 51. Гидравлический исполнительный механизм типа ГИМ:
 а — общий вид, б — схема управления исполнительным механизмом; 1 — гидравлический серводвигатель, 2 — включающее электрогидравлическое реле, 3 — блок управления и обратной связи; Э1, Э2 — электромагниты, К1, К2 — клапаны

шится до напряжения отпускания: клапан перейдет в нижнее положение, слив воды прекратится и серводвигатель остановится.

Регулирующие органы. В качестве регулирующих органов в системах с гидравлическими регуляторами в основном применяют клапаны, заслонки и краны, устанавливаемые в трубопроводах. Поддержание необходимого значения регулируемой величины (например, давления, расхода) осуществляется путем уменьшения или увеличения потока регулируемого вещества. Конструкция и принцип действия *регулирующих клапанов и заслонок* были рассмотрены в § 12.

Регулирующие краны для изменения расхода жидкости на регулируемом объекте широко применяют, например, для автоматического регулирования подачи мазута в нагревательные печи. Поступающая в кран жидкость пропускается через отверстие в металлической диафрагме, зажатой между двумя крышками корпуса крана. Диафрагма имеет отшлифованную поверхность, к которой плотно прижимается отшлифованный металлический диск. Диск вращается на оси, выведенной из корпуса крана через сальниковое уплотнение. Этот конец оси соединен рычагом с исполнительным механизмом. Когда металлический диск вращается, то своим краем, срезанным по определенному профилю, частично перекрывает отверстие в диафрагме. Расход жидкости, проходящей через кран, зависит от ее вязкости, степени перекрытия отверстия в диафрагме, а также перепада давления до и после крана.

§ 14. Электрические и комбинированные регуляторы и системы регулирования

Комплекс аналоговых электрических средств регулирования (АКЭСР) на базе элементов микроэлектроники — это система регулирующих и функциональных устройств, предназначенных для преобразования аналоговых сигналов от преобразователей (дифференциально-трансформаторных и термоэлектрических, а также от термометров сопротивления), обработки и хранения информации и выработки командных сигналов для электрических, электрогидравлических и пневматических исполнительных механизмов. На базе отдельных устройств АКЭСР (в определенном их сочетании) могут быть созданы разнообразные системы регулирования, начиная с простейших регуляторов и до самых сложных систем с применением электронных вычислительных машин.

Регулирующие и функциональные устройства АКЭСР поставляют в виде блоков, выполненных в двух конструктивных исполнениях — приборном и шкафом.

В приборном исполнении каждый блок, имеющий определенное функциональное назначение, содержит автономный источник питания и заключен в корпус, рассчитанный на установку в щите. Габаритные размеры всех блоков приборного исполнения унифицированы и составляют 80×160 мм по фасаду, 480 мм в глубину от лице-

вой стороны щита и 25 мм для выступающей части блока перед лицевой стороной щита.

На лицевой панели каждого такого блока размещены оперативные средства управления, контроля и сигнализации. Все органы настройки расположены на правой боковой стенке выдвижного приборного шасси. С правой стороны в шасси вставляются функциональные модули (блоки определенного функционального назначения), выполненные на унифицированных печатных платах размером 40×120 мм с расположенными на них радиоэлектронными и электротехническими элементами. Каждый такой модуль вставляется в контактный разъем приборного шасси, размещенный на общей печатной плате межмодульных соединений. Последняя располагается с левой стороны шасси и завершается разъемом, который соединяется с левым кабелем с размещенной на задней стороне корпуса клеммной колодкой, к контактам которой подключают внешние электрические цепи.

В *шкафном* исполнении каждый блок выполнен в виде субблока, предназначенного для установки в блочные вставные каркасы, которые монтируют затем в навесных контейнерах, шкафах или пультах. Питаются вставные субблоки от групповых блоков питания (для данной системы регулирования), выполненных также в виде вставных субблоков. Габаритные размеры всех субблоков унифицированы: 60×160 мм по фасаду (лицевой части субблока) и 160 мм в глубину.

Все органы настройки и неоперативные средства управления размещены на лицевой части субблока. С правой стороны в каждый субблок вставляются унифицированные печатные платы (40×120 мм) функциональных модулей, соединяемые через контактные разъемы с общей печатной платой межмодульных соединений.

Кроме указанных выше блоков в комплект АКЭСР входят выносные устройства оперативного управления (задатчики и блоки ручного управления), которые предназначены для размещения на пультах операторов. Они отличаются малыми габаритами лицевой панели.

Электронно-гидравлическая система автоматического регулирования «Кристалл» — комплекс приборов и устройств для автоматизации теплотехнических процессов в промышленных, отопительных и энергетических котельных малой и средней мощности. Основные элементы системы — электронно-гидравлические регуляторы и гидравлические исполнительные механизмы типа ГИМ. Структурная схема такого регулятора в комплекте с исполнительным механизмом типа ГИМ показана на рис. 52. Первичные преобразователи *ПП* контролируют регулируемую величину, реагируют на ее изменение и преобразуют это изменение в соответствующие электрические сигналы. Последние вместе с сигналами задатчика *Зд* и устройства обратной связи *ОС* суммируются на устройстве *СУ* и усиливаются усилителем *У* до величины срабатывания электрогидравлического реле *ЭГР*, которое управляет исполнительным меха-

низмом ГИМ, воздействующим на регулирующий орган (шибер, заслонку, направляющий аппарат).

В качестве первичных преобразователей используются: электрические дистанционные манометры типа МЭД — для контроля давления газа; дифференциальные манометры типа ДМ — для контроля перепада давлений, расхода жидкости и газа, уровня жидкости; дифференциальные тягомеры типа ДТ-2 — для контроля разрежения в топках и газоходах, малых давлений и перепадов да-

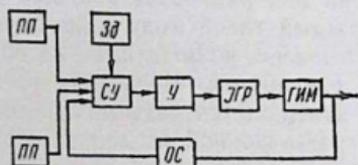


Рис. 52. Структурная схема регулятора системы «Кристалл»

лений газа и воздуха; термопреобразователи сопротивления — для контроля соотношения температур горячей воды и наружного воздуха.

Рассмотрим функциональную схему системы «Кристалл» применительно к котлам типа ДКВР (рис. 53). Автоматическое регулирование процесса горения осуществляется путем управления подачей газа и воздуха к горелкам 10 и регулирования разрежения в топке. Количество газа, поступающего к горелкам через отсечное устройство 8, зависит от требуемой паропроизводительности котла.

При работе должно сохраняться соответствие между количеством вырабатываемого и потребляемого пара. Показателем этого служит постоянство давления пара в барабане котла. При изменении давления пара в барабане котла манометр 11 с электрической дистанционной передачей подает соответствующий сигнал на усилитель 3б, воздействующий на электрогидравлическое реле 4б, а через него на исполнительный механизм 5б, который перемещает регулируемую заслонку 6. При повышении давления пара в барабане котла заслонка прикрывается, при снижении — открывается, увеличивая подачу газа. При нормальном давлении пара в барабане котла напряжение в электрической линии, соединяющей манометр 11 с усилителем 3б, равно нулю.

Давления в газо- и воздуховоде, характеризующие расходы газа и воздуха в горелках, измеряются соответственно дифференциальными тягомерами 7 и 9, сигналы с которых суммируются на усилителе 3а (регуляторе соотношения газа и воздуха).

При изменении положения регулирующей газовой заслонки 6 изменяется расход газа и давление в газопроводе за заслонкой. Электрический сигнал, пропорциональный отклонению расхода газа от заданного значения, от тягомера 7 подается на усилитель 3а, а оттуда в виде сигнала рассогласования через электрогидравлическое реле 4а на исполнительный механизм 5а, который, воздействуя на направляющий аппарат вентилятора 1, изменяет количество подаваемого воздуха.

Регулятор разрежения, первичным преобразователем которого является дифференциальный тягомер 16, регулирует тягу, т. е. поддерживает постоянное разрежение в верхней части топки котла. При изменении расхода газа и воздуха изменяется разрежение в топке котла, электрический сигнал подается на усилитель 3г, который через электрогидравлическое реле 4г и исполнительный механизм 5г воздействует на направляющий аппарат дымососа 15, восстанавливая разрежение до заданного значения.

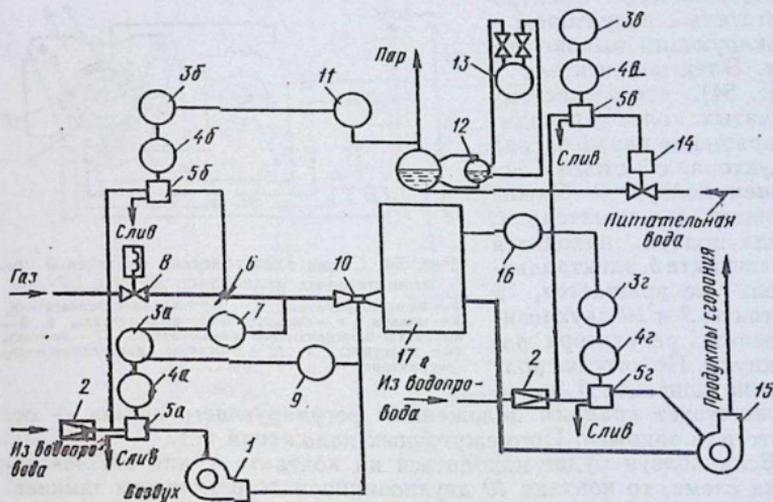


Рис. 53. Функциональная схема системы «Кристалл»:

1 — вентилятор, 2 — редукционный клапан, 3а—3г — усилители, 4а—4г — реле, 5а—5г — исполнительные механизмы, 6 — заслонка, 7, 9, 16 — тягомеры, 8 — отсечное устройство, 10 — горелка, 11 — манометр, 12 — уравнивательный сосуд, 13 — дифманометр, 14 — регулирующий клапан, 15 — дымосос, 17 — котел

Уровень воды в барабане котла поддерживается постоянным с помощью регулятора уровня (усилителя 3в), первичным преобразователем которого является дифманометр 13, подключаемый к барабану котла через двухкамерный уравнивательный сосуд 12. При изменении уровня воды в барабане котла на усилитель 3в поступает сигнал, который через электрогидравлическое реле 4в и исполнительный механизм 5в воздействует на регулирующий клапан 14, установленный на трубопроводе питательной воды. Вода для привода гидравлических исполнительных механизмов подается из линии через редукционные клапаны 2, поддерживающие давление воды в заданных пределах.

Исполнительные механизмы. Электрические исполнительные механизмы предназначены для перемещения регулирующих органов

в системах автоматического регулирования и дистанционного управления в соответствии с электрическими сигналами, поступающими от регулирующих устройств. Наибольшее применение получили электрические исполнительные механизмы типа ДР-М и ДР-1М, ПР-М и ПР-1, ИМТМ, ИМ, МЭО и МЭК. В данном учебнике рассмотрены первые четыре механизма.

Механизмы ДР-М и ДР-1М (ТУ 01-0505—77) предназначены для работы с двухпозиционными автоматическими регуляторами.

Механизм состоит из непереворачиваемого электродвигателя с редуктором и блокирующим выключателем. Электродвигатель 1 (рис. 54) через систему зубчатых колес приводит во вращение главный вал редуктора, с которым соединен ползун 3 блокирующего выключателя 4. Когда ползун находится на контакте 5, электродвигатель не вращается, а контакты 9 и 10 двухпозиционного регулятора разомкнуты. Положение ползуна на контакте 8 или 5 соответствует крайним положениям регулирующего органа — открыто или закрыто. Промежуточных положений нет.

Если ползун будет находиться на контакте 8, как это показано на схеме, то контакт 10 двухпозиционного регулятора замкнется и электродвигатель начнет вращаться потому, что замкнется электрическая цепь: фаза А — контакт 10 — контакт 8 — ползун — контактная пластина 7 — обмотка 2 электродвигателя — фаза А.

При вращении электродвигателя ползун сойдет с контакта 8 и одновременно соединится с контактной пластиной 6. Электродвигатель будет продолжать вращаться потому, что электрическая цепь теперь замкнута от фазы Б (минуя контакты регулятора) к контактной пластине 6, ползуну, контактной пластине 7, обмотке 2 электродвигателя и фазе А. Вращение электродвигателя будет продолжаться до тех пор, пока ползун не попадет на контакт 5 и электрическая цепь не разорвется. Теперь электродвигатель сможет вращаться только в том случае, если замкнется контакт 9 и цикл повторится.

Механизм ДР-М (рис. 55, а) имеет шток 1 и диск 2 для управления регулирующим органом с поступательным или поворотным перемещением, а механизм ДР-1М (рис. 55, б) снабжен только диском 2 и может управлять лишь поворотными регулирующими органами. Электродвигатель питается от сети переменного тока

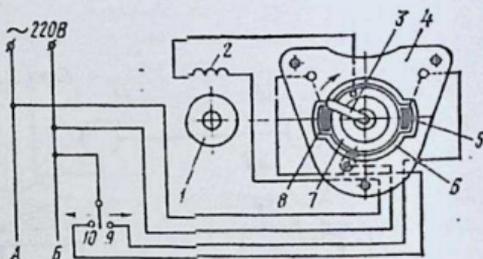


Рис. 54. Схема электрических соединений исполнительных механизмов ДР-М и ДР-1М:

1 — электродвигатель, 2 — обмотка электродвигателя, 3 — ползун, 4 — блокирующий выключатель, 5, 8 — контакты блокирующего выключателя, 6, 7 — контактные пластины, 9, 10 — контакты двухпозиционного регулятора

напряжением 220 В частотой 50 Гц и приспособлен для горизонтального расположения вала ротора.

Механизмы ПР-М и ПР-1М (ТУ 01-0504—77) предназначены для систем пропорционального (статического) автоматического регулирования и отличаются от исполнительных механизмов ДР-М и ДР-1М устройством выключателя, обеспечивающего возможность

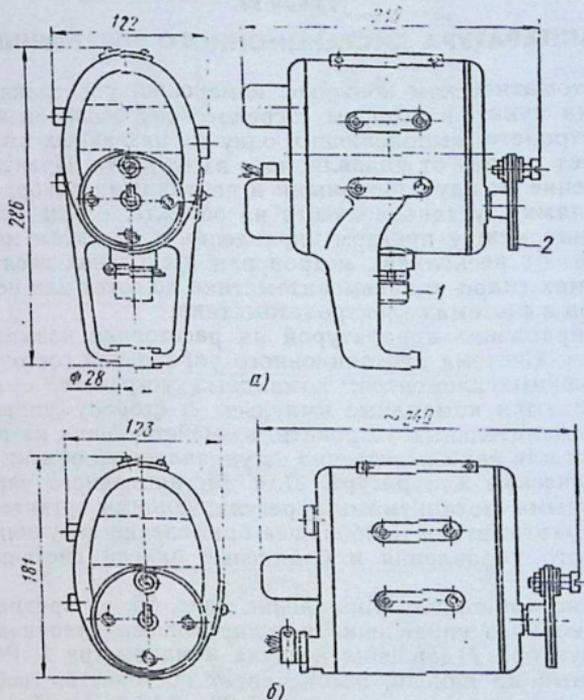


Рис. 55. Исполнительные механизмы ДР-М, ПР-М (а) и ДР-1М, ПР-1М (б):

1 — шток, 2 — диск

остановки механизма в любом промежуточном положении в пределах от 0 до 180°, а также наличием реостата обратной связи, подвижный контакт которого кинематически связан с выходным валом исполнительного механизма.

Регулирующие органы. Для работы с электрическими исполнительными механизмами используются дроссельные регулирующие органы (клапаны и поворотные заслонки) или электрические регулирующие органы. Конструкция и принцип действия дроссельных регулирующих органов были рассмотрены в § 12. В качестве

Электрических регулирующих органов применяют тиристорные преобразователи либо специальные приводы ПМУ, конструкция которых в настоящем учебнике не рассматривается, так как их монтаж выполняют рабочие другой профессии.

Глава IV

АППАРАТУРА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

ом контроле, измерении, управлении или пре-
котором сосредоточена основная часть при-
...ующих одну из поставленных выше задач,
...яемого им объекта. Практически та-
...ыми и первичными приборами (пре-
...ыми на объекте, всегда существует,
...актом управления и объектом могут быть
...нескольких метров или нескольких десятков мет-
ров в системах гидро- и пневмоавтоматики до сотен или нескольких
сотен метров в системах электроавтоматики.

Такое управление аппаратурой на расстоянии называется ди-
станционным. Система дистанционного управления состоит из сле-
дующих основных элементов: командных устройств, с помощью
которых подаются командные импульсы в сторону управляемого
объекта; исполнительных устройств, воздействующих на регулирую-
щие органы или непосредственно на управляемый объект.

Пневматическая аппаратура. Для дистанционного управления
исполнительными механизмами и регулирующими органами в систе-
мах пневмоавтоматики наибольшее применение получили панели
дистанционного управления и байпасные панели дистанционного
управления.

Панель дистанционного управления (рис. 56, а) предназначена
для дистанционного управления регулирующими клапанами и со-
стоит из редуктора 1 давления воздуха и манометра 2. Редуктор,
смонтированный на панели, обеспечивает постоянство любого за-
данного давления воздуха в пределах 0,02—0,16 МПа. Питание па-
нели осуществляется очищенным и осушенным воздухом давлением
0,2 и 1,0 МПа.

Байпасная панель дистанционного управления (рис. 56, б) поз-
воляет осуществлять переход с автоматического регулирования на
ручное дистанционное управление пневматическими исполнитель-
ными механизмами. На панели смонтированы редуктор 1 давления
воздуха, обеспечивающий постоянство любого заданного давления
воздуха в пределах 0,02—0,16 МПа, манометр 2, контролирующий
это давление, и кран-переключатель 3, рукоятка которого может
быть установлена в трех положениях: «автомат», «среднее» и «руч-
ное». Положение «автомат» соответствует управлению пневматиче-
ским клапаном от регулятора; «среднее» — перекрытию краном-
переключателем воздуха в линии к исполнительному механизму;

«ручное» — ручному дистанционному управлению пневматическим клапаном с помощью редуктора.

Гидравлическая аппаратура. К гидравлической аппаратуре, нашедшей широкое применение для дистанционного управления, от-

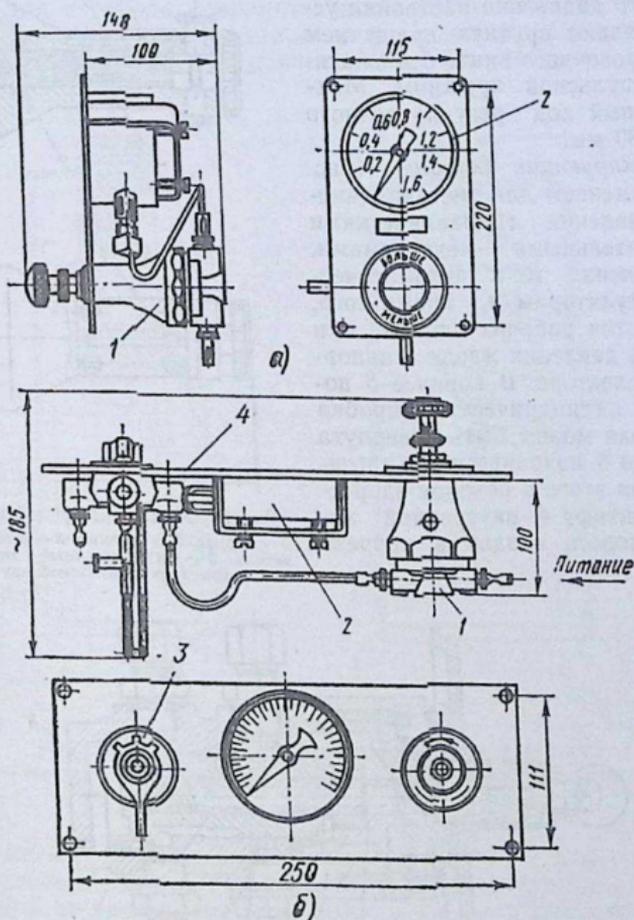


Рис. 56. Панель (а) и байпасная панель (б) дистанционного управления:

1 — редуктор давления воздуха, 2 — манометр, 3 — край-переключатель, 4 — крышка пульта

носятся задающие устройства (механизмы ручной настройки), блокирующие клапаны и переключающие устройства.

Механизм ручной настройки (рис. 57) воздействует на задающую пружину управляющего устройства (усилителя). Его устанавливают на корпусе гидравлического усилителя или мембранного

чувствительного элемента. В корпусе механизма предусмотрен специальный сальник 2 для герметизации полости мембранного чувствительного элемента. Задание регулятору в пределах соответствующего диапазона настройки устанавливается вручную вращением регулировочного винта 5 и сжатием импульсной пружины. Максимальный ход регулировочного винта 30 мм.

Блокирующие клапаны (рис. 58) применяют для дистанционного управления гидравлическими исполнительными механизмами, подключения их к автоматическим регуляторам и, кроме того, перекрытия рабочих линий при падении давления масла в напорном коллекторе. В корпусе 3 помещена цилиндрическая пробка 2, которая может быть повернута поводком 5, находящимся в крышке 6. Для этого в поводок запрессован штифт 4, внутренний конец которого входит в прорезь пробки.

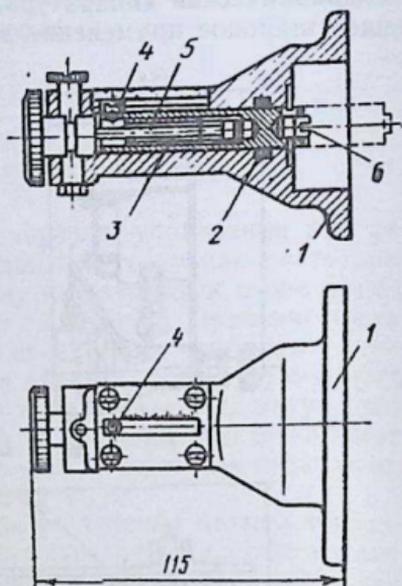


Рис. 57. Механизм ручной настройки:
1 — корпус, 2 — сальник, 3 — шток, 4 — указатель, 5 — регулировочный винт, 6 — пружина импульсной пружины

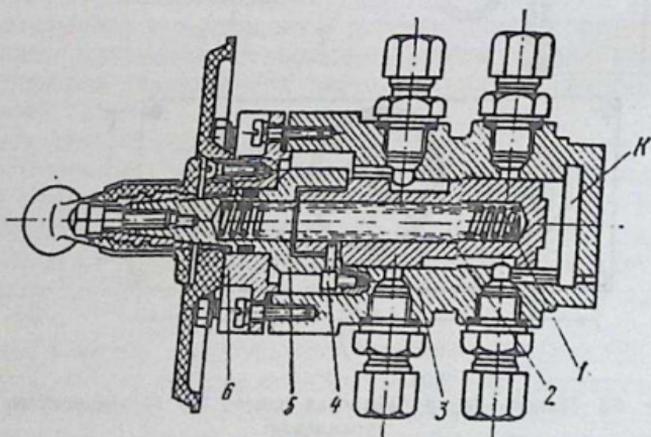


Рис. 58. Блокирующий клапан:
1 — пружина, 2 — пробка, 3 — корпус, 4 — штифт, 5 — поводок, 6 — крышка

При отсутствии давления в напорной линии пружина 1 удерживает пробку в крайнем правом положении и рабочие линии, подходящие к исполнительному механизму, перекрыты. При появлении

давления в напорном коллекторе масло, поступающее через канал в корпусе клапана в полость *K*, сжимает пружину и перемещает пробку в крайнее левое положение.

Электромагнитные переключающие устройства (рис. 59) предназначены для перевода исполнительных механизмов с автоматического регулирования на дистанционное управление. В корпусе *1* на опорных подшипниках установлены рычаг *5* с гнездами для на-

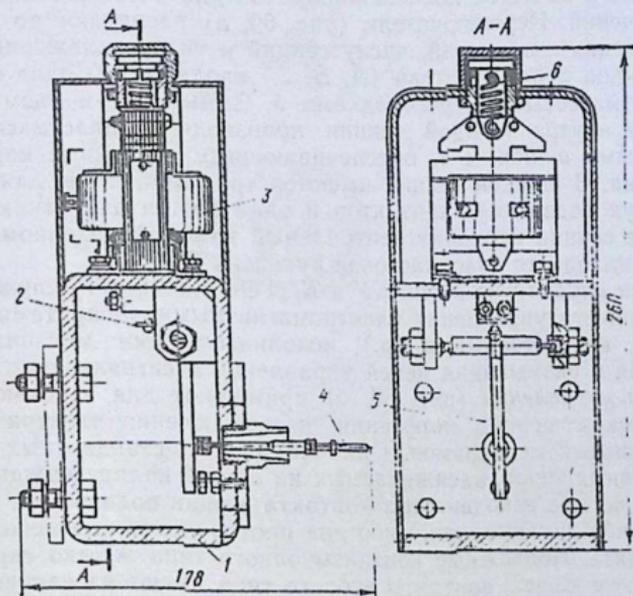


Рис. 59. Электромагнитное переключающее устройство:
 1 — корпус, 2 — импульсное устройство, 3 — электромагнит, 4 — нажимная игла, 5 — рычаг, 6 — пружина

жимной иглы *4* и иглы импульсного устройства *2* или пружины. При отсутствии тока в катушке якорь электромагнита *3* поднят пружиной *6* до упора. При этом рычаг не мешает передаче воздействия от задающего устройства на усилитель. При получении сигнала (появлении тока в катушке электромагнита) якорь воздействует на импульсное устройство и через него отклоняет струйную трубку усилителя в одно из крайних положений.

Электрическая аппаратура. Для дистанционного управления применяют универсальные переключатели, кнопки и ключи управления, щеточные и джековские переключатели, панели с роликовыми ключами, шаговые искатели, командоаппараты, магнитные пускатели, конечные и путевые выключатели, аппаратуру телуправления и др.

Ограниченный объем настоящей книги не позволяет полностью и подробно рассмотреть устройство и принцип действия всей названной выше аппаратуры. Поэтому ниже будут приведены краткие сведения лишь об аппаратуре, нашедшей наиболее широкое применение при автоматизации теплотехнических процессов и дистанционном управлении ими в промышленности.

Универсальные переключатели серии УП (ГОСТ 16708—77) применяют в качестве командоаппаратов для несчастных включений и выключений. Переключатели (рис. 60, а) различают по схемам электрических соединений, числу секций и числу положений рукоятки. Секции переключателя (А, Б, ...) изолированы одна от другой пластмассовыми перегородками 5. Замыкание и размыкание контактов внутри каждой секции производится пластмассовыми кулачковыми шайбами 4, обеспечивающими различные варианты соединения. В каждой секции имеются три шайбы: две для включения двух подвижных контактов и одна общая для отключения. Через все секции проходит центральный валик 3, на одном конце которого находится пластмассовая рукоятка 2.

Кнопки управления серий КУ и К (ГОСТ 2492—77) служат для дистанционного управления электромагнитными аппаратами (пускателями, контакторами и др.), исполнительными механизмами, замыкания и размыкания цепей управления и сигнализации.

Ключи управления (рис. 60, б) применяют для переключения электрических цепей, включения и выключения электрических исполнительных механизмов. Они набраны из стандартных пакетов различных типов, насаживаемых на общий валик. Каждый пакет имеет четыре неподвижных контакта и один подвижный, замыкающий либо два соседних, либо два противоположных неподвижных контакта. Подвижные контакты одного типа жестко скреплены с валиком ключа, контакты второго типа имеют на валике свободный ход на разные углы. Валик ключа жестко связан с рукояткой и может поворачиваться на различные углы, величина которых определяется положением ограничителей хода. Ключи выполняют как с фиксацией рукояток в определенных положениях, так и с самовозвратом рукоятки в исходное положение. Первые служат для переключения электрических цепей, а вторые для включения и выключения исполнительных механизмов.

Многоточечные щеточные переключатели ПМТ (рис. 60, в) предназначены для работы в схемах с термоэлектрическими термометрами и термопреобразователями сопротивления. Их выпускают на 4; 6; 8; 12 и 20 точек. Провода присоединяют через прямой или угловой штепсельный разъем.

Пластинчатые переключатели ПД (рис. 60, г) двухполюсные используют для включения цепей в схемах с термоэлектрическими термометрами и термопреобразователями сопротивления. Рукоятка переключателя фиксируется в трех положениях (оба крайних и одно среднее).

Панели с роликовыми ключами ПДП-ТП (рис. 60, д) предназначены для поочередного подключения к показывающим прибо-

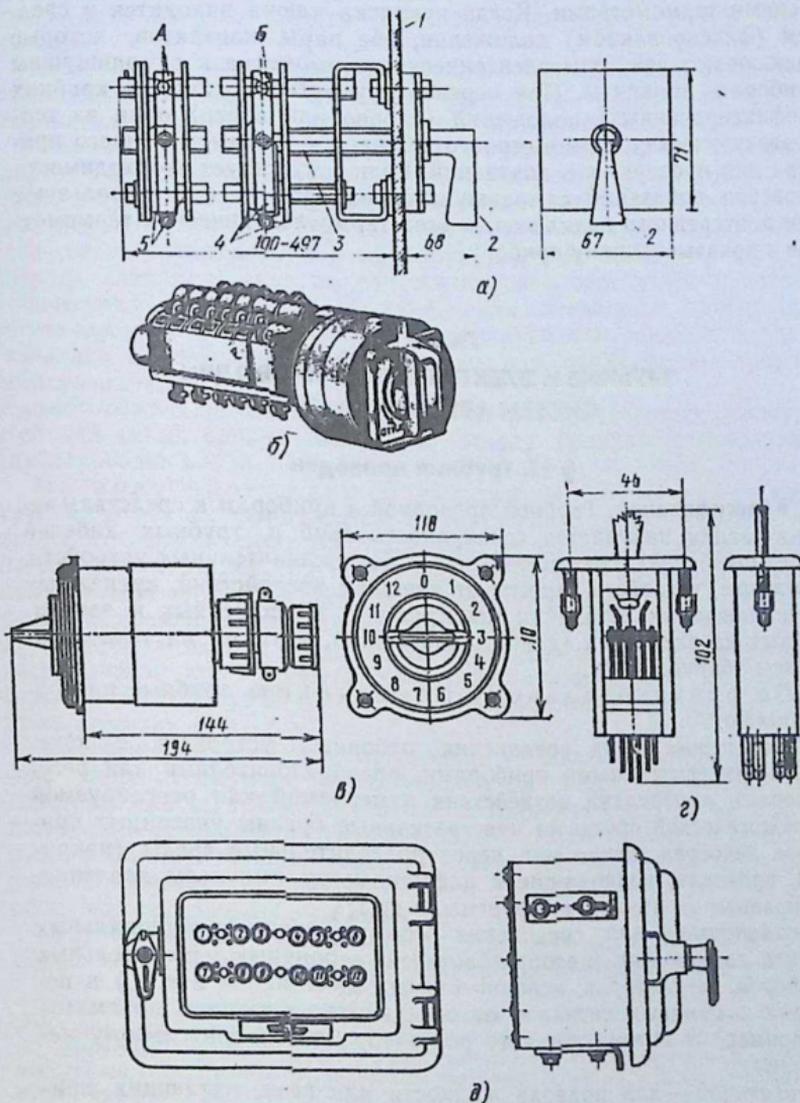


Рис. 60. Электрическая аппаратура дистанционного управления:
 а — универсальный переключатель серии УП, б — ключ управления, в — многоточечный штепсельный переключатель ПМТ с прямым штепсельным разъемом, г — пластинчатый переключатель ПД, д — панель с роликовыми ключами типа ПДП-ТП; 1 — стенка панели (крышка пульта), 2 — рукоятка, 3 — валик, 4 — шайбы, 5 — перегородки; А, Б — секции

рам термоэлектрических термометров и для проверки показаний самопишущих приборов, подключенных в схемах с термоэлектрическими термометрами. Когда рукоятка ключа находится в среднем (фиксированном) положении, обе пары контактов, которые подключают два термоэлектрических термометра к самопишущим приборам, замкнуты. При переводе рукоятки в одно из крайних (нефиксированных) положений (вправо или влево) один из термоэлектрических термометров отключается от самопишущего прибора для проверки его показаний. Если отсутствует необходимость проверки показаний самопишущих приборов, панели используют для поочередного подключения всех термоэлектрических термометров к показывающему прибору.

Глава V

ТРУБНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОВОДКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

§ 15. Трубные проводки

Классификация. Трубной проводкой к приборам и средствам автоматизации называется совокупность труб и трубных кабелей (пневмокабелей), соединительных и присоединительных устройств, арматуры, устройств защиты от внешних воздействий, крепежных и установочных деталей и конструкций, проложенных и закрепленных на элементах зданий, сооружений, а также на технологическом оборудовании.

По функциональному назначению трубные проводки бывают:

Импульсные — для соединения отборных устройств с контрольно-измерительными приборами, преобразователями или регуляторами и передачи воздействия измеряемой или регулируемой технологической среды на чувствительные органы указанных приборов непосредственно или через разделительные среды (например, проводки, подводящие к дифманометру импульсы давления, отбираемые до и после диафрагмы, и др.);

командные — для соединения между собой функциональных блоков автоматики (преобразователей, вторичных измерительных приборов, регуляторов, исполнительных механизмов и т. д.) и передачи командных сигналов от передающих блоков к приемным (например, от автоматического регулятора к исполнительному механизму);

питающие — для подвода жидкости или газа, питающих приборы и средства автоматизации вспомогательной энергией (например, проводки, подводящие сжатый воздух к пневматическим регуляторам от центрального узла питания, или маслопроводы, подводящие масло к гидравлическим регуляторам от маслонасосных станций);

обогревающие — подводящие и отводящие теплоноситель (воздух, вода, пар) к устройствам обогрева отборных устройств, измерительных приборов, средств автоматизации, щитов и трубных проводок;

охлаждающие — для подвода (отвода) охлаждающей среды к устройствам охлаждения отборных устройств, преобразователей, исполнительных механизмов и других средств автоматизации;

вспомогательные — для подвода к импульсным проводкам инертных веществ; для предохранения отборных устройств от засорения, а приборов от действия измеряемых агрессивных сред; для параллельной подачи продукта, ускоряющей его поток из технологического трубопровода к прибору, который удален от трубопровода (например, для подачи жидких нефтепродуктов к автоматическому анализатору), а также для подвода к приборам, регуляторам и импульсным трубным проводкам жидкостей или газов для их периодической промывки или продувки во время эксплуатации;

выбросные (дренажные) — для сброса отработанных жидкостей или газов, слива конденсата, отвода продуктов продувки трубопроводов и т. п.

По виду прокладки и условиям эксплуатации трубные проводки разделяются на внутренние, прокладываемые в закрытых отопляемых и неотапливаемых зданиях и сооружениях, не подверженных действию атмосферных осадков и непосредственному воздействию температуры наружного воздуха, и наружные, прокладываемые по наружным стенам зданий и сооружений и между ними, а также под навесами, по эстакадам и другим наружным сооружениям. Эти проводки могут быть подвержены действию осадков, они работают в условиях изменяющихся температур наружного воздуха.

Внутренние проводки в зависимости от способа их выполнения могут быть открытыми, проложенными по стенам, перекрытиям и конструкциям зданий и сооружений, в открытых каналах, по технологическим установкам и трубопроводам, или скрытыми, проложенными в конструктивных элементах зданий (стенах, полах, перекрытиях, технологических каналах, фундаментах и т. д.), а также за обшивкой технологических аппаратов.

Трубы и трубные пневмокабели. Для трубных проводок к приборам и средствам автоматизации применяют следующие трубы:

стальные водогазопроводные, неоцинкованные и оцинкованные (ГОСТ 3262—75) обыкновенные и легкие с условным проходом 8; 15; 20; 25; 40 и 50 мм; бесшовные холоднокатаные и холоднокатаные из углеродистых и легированных сталей (ГОСТ 8734—75) наружным диаметром 8; 10; 14 и 22 мм и толщиной стенки не менее 1 мм;

бесшовные холоднокатаные, холоднокатаные и теплокатаные из коррозионно-стойкой стали (ГОСТ 9941—81) наружным диаметром 8; 10; 14 и 22 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. Кроме того, для трубных проводок высокого давления могут применяться трубы наружным диаметром 15; 25 и 35 мм;

медные (ГОСТ 617—72) наружным диаметром 6; 8 и 10 мм и толщиной стенки не менее 1 мм;

полиэтиленовые из полиэтилена низкой плотности (ГОСТ 18599—73) размером 6×1 и $8 \times 1,6$ мм и высокой плотности наружным диаметром 10; 12; 16; 20 и 25 мм.

В отдельных случаях применяют трубы алюминиевые и из алюминиевых сплавов (ГОСТ 18475—73) наружным диаметром 8 и 10 мм и толщиной стенки не менее 1 мм, а также поливинилхлоридные размером 6×1 ; 9×2 и 11×2 мм и резиновые трубы (ГОСТ 5496—78) внутренним диаметром 8 мм и толщиной стенки 1,25 мм.

Использование полиэтиленовых труб вместо металлических предпочтительно в условиях агрессивных сред (как транспортируемых по трубам, так и окружающих трубные проводки), в сырых помещениях, а также при наличии вибрации и сотрясений. Применение полиэтиленовых труб дает возможность значительно сократить расход медных и стальных труб и, кроме того, позволяет снизить стоимость монтажных работ по прокладке трубных проводок. Значительно сокращается также потребление соединительных частей в связи с большой длиной (до 200 м и более) пластмассовых труб, поставляемых в бухтах. Повышается качество и надежность работы пневматических приборов контроля и аппаратуры автоматического регулирования благодаря тому, что воздух, поступающий к ним, не загрязняется продуктами коррозии труб. Сокращаются транспортные расходы и исключается периодическая окраска труб для защиты их от коррозии и атмосферных воздействий. Полиэтиленовые трубы можно применять при температуре окружающей среды от -60 до $+50^\circ \text{C}$.

Полиэтиленовые трубы для большей стойкости против старения под действием солнечного света стабилизированы газовой сажей и имеют черный цвет. Поливинилхлоридные трубы окрашивают в двенадцать цветов, при этом большей стойкостью к старению обладают трубы светло-синего и черного цветов.

Недостатки пластмассовых труб — невысокая механическая прочность; резкое ухудшение механических свойств при повышении температуры; большой коэффициент линейного расширения; нестойкость по отношению к нефти и нефтепродуктам (бензину, керосину, минеральным маслам); подверженность порче грызунами; горючесть (особенно полиэтиленовых труб).

При монтаже систем пневмоавтоматики вместо разрозненных металлических и пластмассовых труб применяют многотрубные пневмокабели. Промышленность выпускает пневмокабели с пластикатовой оболочкой и бронированные стальными лентами. Первые (рис. 61, а) получили наибольшее применение. Внешне они не отличаются от обычного электрического кабеля с пластикатовой оболочкой, но внутри него вместо проводников электрического тока заложено 7 или 12 полиэтиленовых труб наружным диаметром 6 или 8 мм, толщиной стенок 1 или 1,6 мм — проводников пневматических импульсов. Трубы скручены в определенном порядке, обеспечивающем гибкость и эластичность пневмокабеля, и обмотаны тканевой или миткалевой лентой или полиамидной пленкой 3, покрыты амортизирующей оболочкой 4 из невулканизированной резины и оболочкой 5 из поливинилхлоридного пластика

толщиной 2,5 мм, что обеспечивает достаточную прочность пневмокабеля этой марки.

У бронированных пневмокабелей (рис. 61, б) полиэтиленовые трубы 2 обмотаны лентой 6 из полиамидной или триацетатной пленки, покрыты оболочкой 5 из поливинилхлоридного пластика и поверх нее броней 7 из стальных лент.

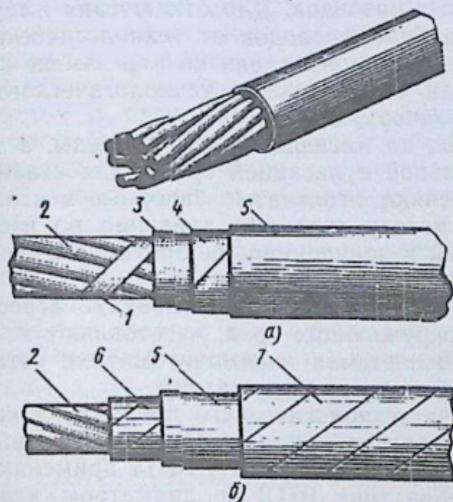


Рис. 61. Пневмокабели с оболочкой из пластика (а) и бронированный (б):

1 — обмотка тканевой лентой, 2 — полиэтиленовые трубы, 3 — ниткаевая лента или полиамидная пленка, 4 — армирующая оболочка из невулканизированной резины, 5 — оболочка из поливинилхлоридного пластика, 6 — обмотка лентой из полиамидной или триацетатной пленки, 7 — броня из стальных лент

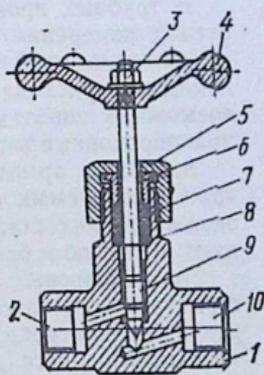


Рис. 62. Вентиль повышенного давления ВВД:

1 — корпус, 2, 10 — проходы, 3, 5 — гайки, 4 — маховик, 6 — прокладка, 7 — гайка, 8 — кольцо, 9 — шпindel

Трубы пневмокабеля для удобства монтажа и эксплуатации могут быть окрашены в разные цвета.

Широко применяют пневмокабели следующих марок: ТПО (в поливинилхлоридной оболочке), ТПОБГ (то же, и в броне из стальных лент с противокоррозионной защитой), ТПОБО (то же, и во второй поливинилхлоридной оболочке). Кроме того, выпускают пневмоэлектрокабели, в которых наряду с полиэтиленовыми трубами предусмотрены медные жилы для цепей сигнализации или передачи электрических импульсов. К последним относятся пневмоэлектрокабели марок ТПОС (из полиэтиленовых труб и медных изолированных поливинилхлоридом жил в поливинилхлоридной оболочке), ТПОСБГ (то же, но в броне из стальных лент с противокоррозионной защитой), ТПОСП (то же, и в панцирной оплетке из стальных оцинкованных проволок).

Пневмокабели применяют при температуре окружающей среды до 50°С и допустимом рабочем давлении не более 0,6 МПа. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с трубными проводками из

отдельных металлических или пластмассовых труб, так как не требуют предварительной заготовки и сборки. Благодаря этому и сравнительно простым операциям по прокладке применение пневмокабеля позволяет значительно повысить производительность труда при монтаже трубных проводок, сократить сроки, а также снизить расход металлических труб (в том числе труб из цветных металлов).

Арматура для трубных проводок. Для отключения импульсных, командных и других трубных проводок от технологических аппаратов и трубопроводов при ремонте, ревизии или замене приборов и средств автоматизации без остановки технологического оборудования устанавливают запорную арматуру.

В трубных проводках, не имеющих протока среды, а также в схемах измерения с сильной пульсацией среды для сглаживания резких колебаний применяют игольчатые запорные вентили, при измерении расхода по методу перепада давлений во избежание возможных запаздываний и закупоривания проходного сечения — полнопроходные вентили.

Запорную арматуру, работающую в условиях агрессивных транспортируемых или окружающих сред, изготавливают из коррозионно-стойких сталей. В системах пневмоавтоматики устанавливают чугунную и бронзовую запорную арматуру.

На импульсных линиях технологического контроля в качестве герметического запорного органа при неагрессивных газовых средах с температурой до 200°C и давлением 4 МПа применяют вентили повышенного давления типа ВПД с диаметром условного прохода 6 или 15 мм (рис. 62). В корпусе 1 вентиля расположен шпindel 9, который уплотнен асбестовой сальниковой набивкой 7, помещенной между стальным кольцом 8 и грядбуксой 6. Набивку затягивают накидной гайкой 5. Открывают и закрывают вентиль с помощью алюминиевого маховика 4, закрепленного на шпindel гайкой 3. Проходы 2 и 10 вентиля, имеющие внутреннюю резьбу, подключают к трубопроводу.

На импульсных трубных проводках с агрессивными средами (например, при измерении расхода нефтепродуктов или в системах газового анализа при температуре до 120°C и рабочем давлении 16 МПа) устанавливают запорные игольчатые муфтовые вентили типа ВИ-160 с условным проходом 6; 15; 20 и 25 мм. Широко применяют также вентили высокого давления типа ВВД (для неагрессивных газовых сред температурой до 400°C и рабочим давлением 16 МПа), малогабаритные запорные вентили типа ЗВ-2М (на трубах для воды и воздуха температурой до 100°C и рабочим давлением 1,6 МПа).

В качестве запорных органов трубных проводок для агрессивных газовых сред применяют пластмассовые диафрагмовые вентили типа ВПД-3 и ВПД-4, а также угловые диафрагмовые вентили типа ВПДУ-4, рассчитанные на рабочее давление до 0,6 МПа при температуре до 60°C .

§ 16. Электрические проводки

Классификация. Электрическими проводками к приборам и средствам автоматизации называется совокупность проложенных и закрепленных на элементах зданий, сооружений или на технологическом оборудовании проводов и кабелей с относящимися к ним соединительными муфтами, концевыми заделками, соединительными и протяжными коробками, креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

В зависимости от места прокладки и условий эксплуатации электрические проводки, так же как и трубные, подразделяют на внутренние и наружные, а по способу выполнения — на открытые и скрытые. В отличие от трубных скрытые электрические проводки могут быть проложены в земле (кабели).

Электрические проводки переменного и постоянного тока выполняют проводами или кабелями с медными или алюминиевыми жилами.

Провода и кабели. Для электрических проводок к приборам и средствам автоматизации применяют установочные и компенсационные провода, силовые и контрольные кабели.

Установочные провода. При монтаже электрических проводок в основном применяют провода следующих марок:

ПР — провод установочный одножильный с медной жилой в резиновой изоляции, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнистым составом; АПР — то же, но с алюминиевой жилой; ПРТО — провод установочный многожильный и одножильный с медными жилами в резиновой изоляции, в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнистым составом; АПРТО — то же, но с алюминиевой жилой; ПРВ — провод установочный с медной жилой в резиновой изоляции с поливинилхлоридной оболочкой; АПРВ — то же, но с алюминиевой жилой (ГОСТ 20520—80);

ПВ — провод установочный одножильный с медной жилой в поливинилхлоридной изоляции; АПВ — то же, но с алюминиевой жилой; ПГВ — провод установочный одножильный с гибкой медной жилой и поливинилхлоридной изоляцией (ГОСТ 6323—79).

Установочные провода применяют в соответствии с проектами в зависимости от условий их прокладки. В условиях образования конденсата используют установочные провода в поливинилхлоридной или стойкой к влаге изоляции.

Компенсационные термоэлектродные провода и кабели. Предназначены для соединения термоэлектрических термометров с потенциометрами или милливольтметрами (для отнесения свободных концов термоэлектрического термометра в зону с постоянной температурой). Каждой паре жил присваивается буквенное обозначение, а каждому проводнику придают определенную расцветку, для чего используют оплетку из цветной пряжи или цветные опознавательные нити, проложенные в проводе или кабеле.

Промышленность выпускает *термоэлектродные провода* следующих марок:

ПКВ — провод с поливинилхлоридной изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой с сечением жилы 2,5 мм²; предназначен для прокладки в сырых и сухих

помещениях и в местах, где возможно воздействие химических реагентов; ПКГВ — провод гибкий с поливинилхлоридной изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой с сечением жил 1; 1,5; 1,8 или 2,5 мм²; применяют в местах, где требуется повышенная гибкость (ГОСТ 24335—80Е); ПКВП — провод с поливинилхлоридной изоляцией и поливинилхлоридной оболочкой в оплетке из стальных проволок, экранированный, с сечением жилы 1 мм², применяют для всех видов прокладки при необходимости экранирования.

В табл. 2 приведены обозначения, материалы и отличительная расцветка токоведущих жил компенсационных проводов.

Таблица 2. Обозначения, материалы и отличительная расцветка токоведущих жил термоэлектродных проводов

Обозначение	Материалы пары жил		Отличительная расцветка
	+	-	
М	Медь	Константан	Коричневая
МК	>	Копель	Желтая
П	>	Сплав ТП	Зеленая
ХК	Хромель	Копель	Фиолетовая

Многожильные термоэлектродные кабели предназначены для замены пучков компенсационных проводов, прокладываемых в одном направлении. Промышленность выпускает термоэлектродные кабели следующих марок:

КМТВ — кабель многожильный с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой; КМТВЭВ — то же, с экраном из медной фольги; КМТВП — то же, с экраном в виде оплетки из стальных оцинкованных проволок.

Кабели имеют 8; 14; 20 или 26 жил с сечением 1,5 или 2,5 мм². Пары токопроводящих жил кабелей изготавливают из следующих металлов: медь-константан (М) или хромель-копель (ХК).

Силовые кабели. При прокладке силовых линий применяют двух- и трехжильные силовые кабели с резиновой изоляцией и с сечением медных жил 1; 1,5 и 2,5 мм², а алюминиевых — 2,5 и 4 мм². Кабели больших сечений применяют редко. Наиболее часто применяют силовые кабели следующих марок (ГОСТ 433—73):

ВРГ — с медными жилами в поливинилхлоридной оболочке; АВРГ — то же, с алюминиевыми жилами; ВРБ — с медными жилами в поливинилхлоридной оболочке, бронированной двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем; АВРБ — то же, с алюминиевыми жилами; НРГ — с медными жилами в резиновой (наиритовой) негорючей оболочке; АНРГ — то же, с алюминиевыми жилами; НРБ — с медными жилами в резиновой (наиритовой) негорючей оболочке, бронированной двумя стальными лентами, с защитным наружным слоем; АНРБ — то же, с алюминиевыми жилами.

Контрольные кабели предназначены для присоединения к электрическим приборам, аппаратам и средствам автоматизации с номинальным напряжением до 400 В переменного и 440 В постоянного тока. Контрольные кабели имеют от 4 до 37 жил сечением 0,75—6 мм² (медные) и 2,5—10 мм² (алюминиевые). Марки

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ И МОНТАЖ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Современная технология работ по монтажу приборов и систем автоматизации основана на максимальном применении блоков и конструкций, предварительно изготовленных на предприятиях или в монтажно-заготовительных мастерских, т. е. вне монтажной зоны. Работы по предварительному изготовлению монтажных деталей и сборке блоков и конструкций называются заготовительными, а установка приборов, аппаратуры, конструкций, сборочных единиц, блоков и соединительных трубных и электрических проводок в соответствии с чертежами проектов — монтажными.

Глава VI

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ ЗАГОТОВКА И СБОРКА УЗЛОВ И БЛОКОВ

§ 17. Рабочие чертежи

Заготовительные работы и монтаж приборов и систем автоматизации производят по рабочим чертежам проектов автоматизации: функциональным схемам автоматизации; общим видам щитов и пультов; схемам внешних электрических и трубных проводок; плану расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок (чертежи трасс).

На функциональной схеме автоматизации условными изображениями показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, средства автоматизации и взаимные связи между ними. В схеме на изображениях технологических коммуникаций и оборудования обозначают основные запорные и регулирующие органы, расположение отборных устройств и первичных приборов.

Для удобства чтения функциональной схемы и увязки ее с другими чертежами проекта применяют цепную нумерацию приборов и аппаратуры. Например, если точке измерения какой-либо величины на схеме присвоен номер (позиция) 10, то первичный прибор для этой точки измерения будет иметь номер 10а, преоб-

разователь 10б, вторичный прибор 10в, регулятор (командный прибор) 10г, исполнительный механизм 10д, регулирующий орган 10е и т. д. Эта же нумерация дается в спецификации, смете и всех других материалах проекта.

Чертежи общих видов щитов и пультов выполняют в виде задания заводу-изготовителю или монтажно-заготовительной мастерской. Чертеж общего вида содержит вид спереди (фронтальную плоскость), вид на внутренние плоскости; таблицу надписей на табло и в рамках, таблицы соединений и подключений электрических и трубных проводок, а также перечень составных частей щита. В последнем в соответствии с позициями на чертеже общего вида различных деталей, стандартных изделий, приборов, аппаратуры и материалов указывают их наименование, тип, число и номер монтажного установочного чертежа.

Схемы внешних электрических и трубных проводок являются сводными чертежами, на которых показывают трубные и электрические проводки, прокладываемые вне щитов между отдельными приборами, средствами автоматизации и щитами (пультами) монтируемой установки. На этих схемах условно в виде монтажных символов обозначают: отборные устройства и первичные приборы, щиты, пульты, пункты контроля, регулирования, сигнализации и питания, проставляя их наименования и номера чертежей монтажных схем; устанавливаемые вне щитов приборы, регуляторы, исполнительные механизмы, клапаны, электроприводы, источники электропитания, воздухо- и маслоснабжения, к которым подводятся кабели, провода или трубы с указанием их номеров по спецификации и номеров их монтажных чертежей. Они содержат также таблицу условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами.

На планах расположения средств автоматизации, электрических и трубных проводок показывают и координируют: контуры здания или промышленной площадки, технологического оборудования и основных технологических трубопроводов; электрические провода и кабели в защитных трубах, лотках, коробах и без них и трубопроводы к приборам и средствам автоматизации, прокладываемые по каркасам технологических агрегатов, на стенах, потолках, колоннах и в полах зданий, в каналах, траншеях, туннелях и на эстакадах; проходы электрических и трубных проводок через стены и перекрытия зданий и сооружений; отборные устройства, первичные приборы и регулирующие органы, расположенные на технологическом оборудовании и трубопроводах; приборы, регуляторы, исполнительные механизмы, электроаппаратуру и другое оборудование, устанавливаемые вне щитов (на стенах и колоннах зданий, на каркасах технологических агрегатов и т. д.); щиты, пульты, соединительные и протяжные коробки, коробки свободных концов термоэлектрических термометров. В них также приводится перечень примененных монтажных материалов и изделий.

§ 18. Заготовка труб и подготовка их к сборке

Трубиные проводки низкого давления (до 10 МПа). Все отобранные на складе стальные трубы до передачи их на обработку и сборку подвергают тщательному внешнему осмотру для выявления видимых дефектов (раковин, трещин, плен, заусенцев), которые снижают прочность и сокращают продолжительность эксплуатации труб, а также овальности (свыше 10% от диаметра трубы) и вмятин (глубиной более 0,5 мм). Трубы, имеющие такие дефекты, считают непригодными для монтажа.

Трубы, признанные годными, проверяют на прямолинейность, а затем очищают от грязи и коррозии внутри и снаружи.

В последние годы все большее распространение получает химическая антикоррозионная обработка труб, которая не только значительно повышает производительность труда, но и обеспечивает высокое качество последующей покраски труб, а следовательно, надежность эксплуатации и долговечность службы трубных проводок. Пакет из стальных водогазопроводных труб опускают в специальную ванну, заполненную ортофосфорной или ингибированной соляной кислотой. После некоторой выдержки пакет труб промывают в ванне с водой, а затем опускают в ванну с раствором тринатрийфосфата и каустической соды, предназначенным для нейтрализации действия кислоты.

Медные трубы, поступающие со склада в бухтах, вначале осматривают и продувают сжатым воздухом. Затем бухты погружают в водяную ванну и проверяют на плотность сжатым воздухом при давлении 0,2 МПа в течение 5 мин. Если продувка и опрессовка показывают полную проходимость воздуха в трубе на всей ее длине, отсутствие пропусков и других дефектов, то труба считается пригодной для монтажа. Как правило, медные трубы поступают с завода-изготовителя отожженными. В этом случае выпрямлять их не представляет труда. Если трубы поступили в неотожженном виде, их перед выпрямлением отжигают: свернутые в бухты трубы нагревают до светло-вишневого каления и быстро охлаждают в ванне с водой. Выпрямляют медные трубы, натягивая их специальной лебедкой.

Обработка металлических труб включает в себя разметку, резку, гнутье, нарезку (только для стальных водогазопроводных труб) и подготовку торцов для соединения труб. Разметку труб выполняют мерным инструментом, резку — механизированным инструментом или на трубоотрезных стапках. В качестве механизированного инструмента для резки труб применяют электрошлифовальные машинки Э-2102 и Э-2103 (рис. 63), которые имеют шлифовальный круг 1 диаметром 180 или 230 мм, наполовину закрытый защитным кожухом 2. Мощность электродвигателя машинок соответственно 1,6; 2 кВт при напряжении электрического тока 36 В и частоте 200 Гц.

Плоскости среза трубы должны быть перпендикулярны ее оси, отклонение не должно превышать 0,5 мм. Заусенцы должны

быть сняты с внутренней и наружной сторон обреза. Отклонение линейных размеров заготовленных отрезков труб от заданных по чертежам не должно превышать 2 мм.

Гнут трубы в холодном состоянии (без набивки песком) на трубогибочных станках СТГ-1м (диаметр условного прохода труб от 14 до 38 мм) или ТГС-2 (25—50 мм) или, если их нет, на гидравлических трубогибах с электрическим или ручным приводом.

Гидравлический трубогиб с ручным приводом (рис. 64, а) предназначен для стальных водогазопроводных труб диаметром условного прохода от 15 до

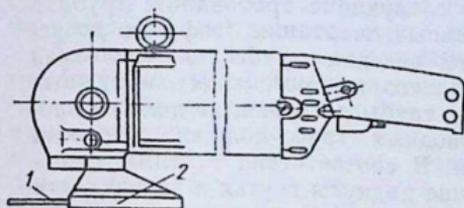


Рис. 63. Электрошлифовальная машинка:
1 — шлифовальный круг, 2 — защитный кожух

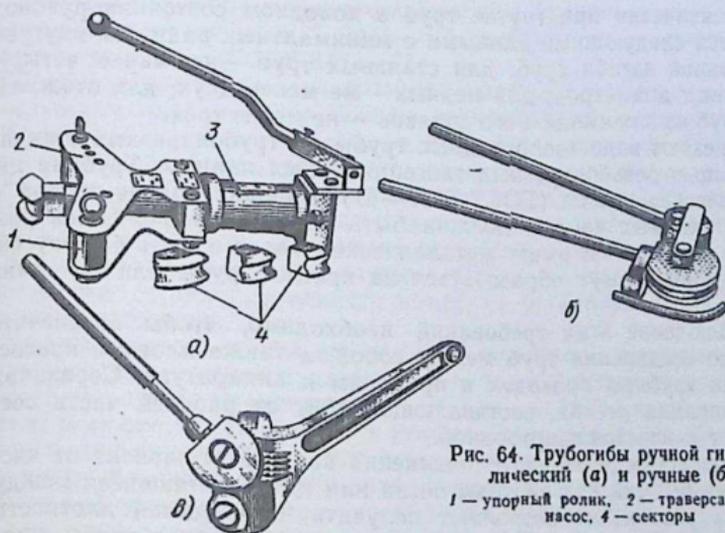


Рис. 64. Трубогибы ручной гидравлический (а) и ручные (б, в):
1 — упорный ролик, 2 — траверса, 3 — насос, 4 — секторы

50 мм. Трубогиб состоит из поршневого масляного насоса 3, траверсы 2 с упорными роликами 1 и трех сменных секторов 4 (для различных диаметров изгибаемых труб). Устанавливают сектор в соответствии с диаметром изгибаемой трубы и помещают на него изгибаемую трубу. Затем устанавливают на траверсе упорные ролики в зависимости от угла изгиба трубы и насосом создают давление в цилиндре. При этом шток, на конце которого находится сектор, выдвигается из цилиндра и изгибает трубу. Для возвращения штока в первоначальное положение открывают всасывающий клапан, снимают упорные ролики и извлекают изогнутую трубу. Гидравличес-

кий трубогиб два раза в год промывают керосином и заменяют в насосе масло.

Принципы работы гидравлического ручного трубогиба и трубогиба с электрическим приводом аналогичны, только давление в насосе у последнего создается электрическим приводом.

Медные трубы гнут ручными трубогибами (рис. 64, б и в).

При гнутье труб соблюдают следующие требования: труба в месте изгиба должна иметь плавные очертания (гофр не допускается); овальность поперечного сечения трубы, определяемая как отношение разности наибольшего и наименьшего наружных диаметров к наружному диаметру трубы до гибки, не должна превышать 10%; шов водогазопроводных труб должен сохранять прочность и не деформироваться. В соответствии с этими требованиями рекомендуются следующие радиусы гнутья в зависимости от диаметров условных проходов труб:

Диаметр условного прохода, мм	8	15	20	25	32	40	50
Радиус гнутья труб, мм	40	60	80	100	125	150	200

Практически при гнутье труб в холодном состоянии руководствуются следующими данными о минимальных радиусах внутренней кривой изгиба труб: для стальных труб — не менее четырех наружных диаметров; для медных — не менее двух; для отожженных труб из алюминия и его сплавов — не менее трех.

Нарезают водогазопроводные трубы на трубонарезных станках с помощью резьбонарезных тангенциальных плашек. Трубная цилиндрическая резьба (ГОСТ 6357—81), выполненная на трубах и соединительных частях, должна быть полного профиля, без разрывов, чистой, т. е. иметь металлический блеск и быть без заусенцев, которые могут образоваться на кромке трубы или на самих витках.

Соблюдение этих требований необходимо, чтобы обеспечить плотные соединения труб между собой, а также плотные присоединения трубных проводок к приборам и аппаратуре. Сорванная или неполная резьба, составляющая 10% от рабочей части соединения, считается непригодной.

Надежность резьбового соединения во многом зависит от чистоты резьбы, так как частицы песка или грязи, оставшиеся между витками резьбы, не позволяют получить необходимой плотности соединения. Поэтому перед нарезанием резьбы конец трубы тщательно очищают от грязи и ржавчины, а после нарезания резьбы — от стружки и оставшихся частиц грязи.

Пластмассовые трубные проводки также предварительно заготавливают в мастерских монтажных управлений. Здесь отдельные пластмассовые трубы собирают в пучки. Для придания пучкам гибкости трубы свивают с шагом свивки 600—800 мм. Свитые пучки перевязывают шпагатом или тканевой лентой с шагом 600—700 мм. Для транспортирования к месту монтажа пучки свертывают в бухты диаметром 0,5—1 м.

При заготовке и монтаже пластмассовые трубы оберегают от попадания нефти, нефтепродуктов, растительного масла и жиров.

Участки труб, на которых обнаружены надрезы, глубокие царапины и другие механические повреждения, вырезают.

В процессе заготовки и прокладки пластмассовые трубы приходится изгибать. Пластмассовые трубы гнут в холодном или горячем состоянии в зависимости от требуемого радиуса изгиба. При изгибании в холодном состоянии радиус изгиба должен составлять у полиэтиленовой трубы низкой плотности не менее восьми и высокой плотности не менее девяти ее наружных диаметров.

Для изгибания в горячем состоянии пластмассовые трубы нагревают в кипящей воде или потоке горячего воздуха. В первом случае трубу опускают в сосуд с кипящей водой и выдерживают в нем в течение нескольких минут, пока стенки трубы не прогреются до 100°C . Радиус изгиба должен составлять не менее трех диаметров трубы.

Трубные проводки высокого давления (≥ 10 МПа) собирают из труб, предусмотренных проектом и выбранных в соответствии с параметрами и свойствами сред, заполняющих и окружающих их. Для таких трубных проводок применяют бесшовные трубы из легированных сталей (ГОСТ 9941—81), а также из углеродистой стали марок 10 и 20 (ГОСТ 8734—75).

Обрабатывают трубы для проводок высокого давления по технологическим картам, разработанным монтажной организацией. Трубы из легированных сталей, не подвергающиеся после резки термической обработке, разрезают только механическим путем, причем температура нагрева трубы не должна превышать 200°C . Трубы из углеродистой стали режут электрошлифовальной машинкой или ножовкой. На конце отрезанной трубы выбивают клейма с указанием номера партии, материала, из которого она изготовлена, ее индивидуального номера и организации, производившей ее заготовку.

Каждый отрезок трубы должен быть проверен на соответствие наружного и внутреннего диаметров и толщины стенки в месте разреза размерам, установленным ГОСТом или техническими условиями, а также на отсутствие в металле расслоений, трещин, закатов и других дефектов. При установлении несоответствия указанным требованиям отрезки труб считаются не пригодными для монтажа. Концы труб под линзовые уплотнения обрабатывают в соответствии с требованиями ГОСТ 9400—81.

Кромки на трубах, предназначенных для сварки, готовят механической обработкой. При механической обработке (нарезке резьбы, обработке торцов, подготовке кромок под сварку) следят за качеством металла по стружке и по вновь образовавшимся поверхностям с целью выявления внутренних дефектов при снятии верхних слоев металла.

Нарезку резьбы на трубах выполняют по ГОСТ 6357—81 с последующим внешним осмотром поверхности и проверкой мерительным инструментом длины резьбы, длины сбегов и наружного диаметра резьбы, а также калибрами — среднего диаметра резьбы. Правильность обработки торцов труб под

сварку проверяют угольником. Зазор между торцом трубы и прилегающей стороной угольника не должен превышать 0,5 мм. Правильность разделки кромки трубы проверяют специальным шаблоном, которым контролируют угол скоса и форму разделки. Отклонение угла не должно превышать значений, указанных в чертеже или технологической карте.

Трубы, концы которых обработаны для сборки на фланцах, должны быть укомплектованы фланцами. При этом на боковой поверхности каждого фланца наносят номера труб и их концов, а также клеймо монтажной организации.

Каждая заготовленная труба с комплектующими деталями для проводок высокого давления перед выдачей в монтаж должна пройти гидравлические испытания пробным давлением в соответствии с ГОСТ 356—80 и выдержкой времени в течение 5 мин. Гидравлические испытания заготовок труб и деталей на рабочее давление выше 10 МПа должны производиться в монтажно-заготовительных мастерских на специально оборудованных рабочих местах, удаленных от мест возможного скопления людей и от проходов, по которым возможно появление людей.

В качестве испытательной среды применяют воду или индустриальное масло. Трубы и детали для трубных проводок, заполняемых кислородом, допускается испытывать только водой. При проведении испытаний трубных заготовок и деталей по манометру следят за давлением в испытываемых трубах и деталях. Если в течение 5 мин не наблюдается падения давления, то давление снижают до рабочего, осматривают трубы и детали и выявляют возможные дефекты (выпучины, затевания и т. п.).

§ 19. Сборка труб в блоки

На современных промышленных предприятиях системы контроля и автоматического регулирования с централизованным управлением технологическими процессами включают в себя до 250—300 трубных проводок в одном потоке, общая длина их до 50—60 тыс. м.

Для сокращения сроков монтажа трубных проводок, повышения качества и снижения стоимости работы выполняют блочно-узловым методом. Этот метод позволяет перенести наиболее трудоемкие операции по изготовлению трубных блоков в монтажно-заготовительные мастерские (МЗМ) монтажной организации. В связи с этим операции, выполняемые непосредственно на строящемся объекте, максимально упрощаются и сводятся к прокладке готовых блоков и сборке их в трубные потоки. Трубные блоки, изготовленные в мастерских, легко собирать, закреплять и опробовать на месте монтажа.

Трубным блоком называется определенное число труб необходимой длины и конфигурации, уложенных и закрепленных в определенном порядке на несущих конструкциях (каркасах) или опор-

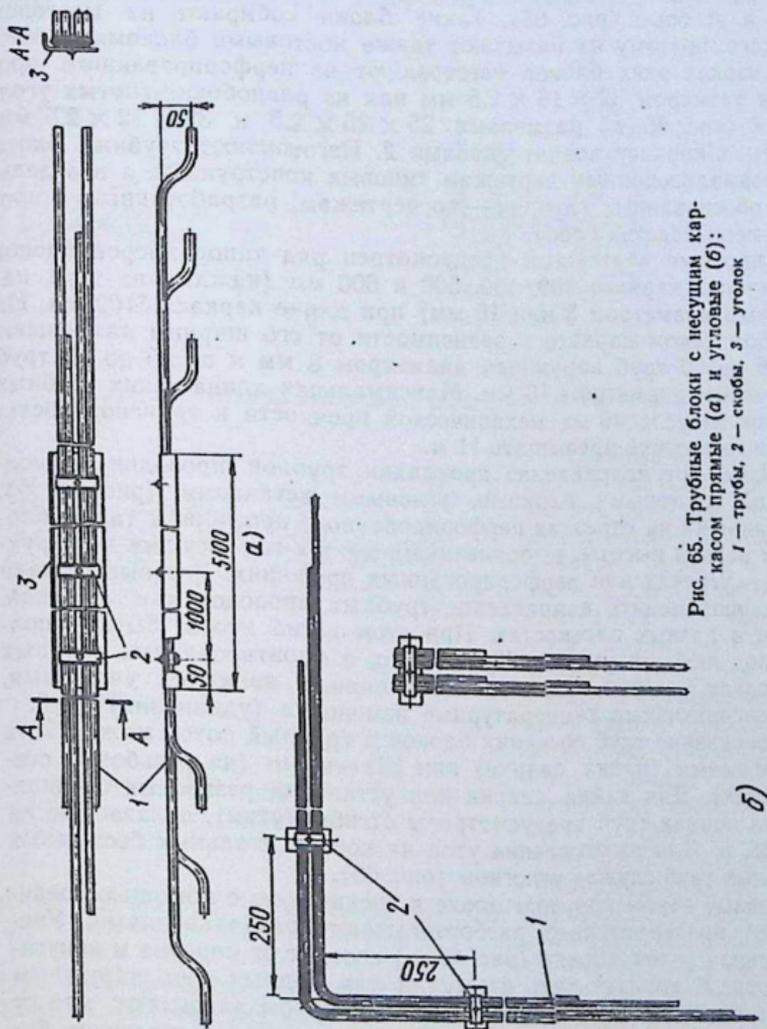


Рис. 65. Трубные блоки с несущим кар-
касом прямыми (а) и угловыми (б):

1 — трубы, 2 — скобы, 3 — уголок

б)

ных деталях (обоймах) и полностью подготовленных к соединению со смежными элементами трубной проводки.

Конструкции трубных блоков унифицированы, т. е. на них разработаны типовые чертежи. Унифицированные трубные блоки подразделяют на блоки с несущим каркасом и бескаркасные.

Трубные блоки с несущим каркасом бывают прямые и угловые (рис. 65). Такие блоки собирают на мостовом каркасе, поэтому их называют также мостовыми блоками. Мостовой каркас этих блоков изготовляют из перфорированного профиля размером $32 \times 16 \times 2,5$ мм или из равнобоких гнутых уголков 3 (рис. 65, а) размерами $25 \times 25 \times 2,5$ и $32 \times 32 \times 2,5$ мм. Трубы к каркасу крепят скобами 2. Изготавливают трубные блоки по нормализованным чертежам типовых конструкций, а в отдельных обоснованных случаях — по чертежам, разработанным в проекте производства работ.

Типовыми чертежами предусмотрен ряд типоразмеров блоков с шириной каркаса 300, 450, 500 и 600 мм (каждый из труб наружным диаметром 8 или 10 мм) при длине каркаса 5100 мм. На каждом таком каркасе в зависимости от его ширины размещают от 26 до 56 труб наружным диаметром 8 мм и от 20 до 42 труб наружным диаметром 10 мм. Максимальная длина таких трубных блоков из условий их механической прочности и транспортабельности не должна превышать 11 м.

Изменяют направление прокладки трубной проводки, выполненной мостовыми блоками, угловыми вставками (рис. 65, б), собранными на отрезках перфорированного профиля, а также блоками разной высоты, выполненными на тех же несущих конструкциях — уголках или перфорированных профилях. Угловые вставки позволяют менять направление трубных проводок как в одной, так и в разных плоскостях. При этом изгиб может быть выполнен под любыми углами. Кроме того, в смонтированных трубных проводках угловые вставки одновременно являются участками, компенсирующими температурные изменения (удлинения) труб.

Соединение труб соседних блоков в трубный поток может быть неразъемным (пайка, сварка) или разъемным (на резьбовых соединениях). Для пайки, сварки или установки резьбовых соединений на концах труб предусмотрены отгибы (утки), показанные на рис. 65, а. Для изготовления уток на концах стальных бесшовных и медных труб служат утокогибы (рис. 66).

Медные трубы при подготовке к соединению с помощью соединителей предварительно разбортовывают развальцовками. Универсальная развальцовка (рис. 67, а) состоит из корпуса и конуса-пуансона. В корпусе пять отверстий для медных труб наружным диаметром 6; 8; 10; 12 и 14 мм. Конец трубы зажимают между губками в отверстии соответствующего диаметра с помощью барашков. Затем ввертывают винт с пуансоном, который нажимает на торец трубы. Угол конусности пуансона 60° . Для медных труб наружным диаметром 8 мм предназначена специальная развальцовка (рис. 67, б). Конец трубы зажимают губками разваль-

повки. При сближении рукояток пуансон, находящийся в средней ее части, совершает поступательное движение и, углубляясь в конец трубы, разбортовывает его.

Соединения располагают со смещением, чтобы обеспечить место между соседними трубами для выполнения пайки, сварки или работы гаечным ключом при резьбовых соединениях.

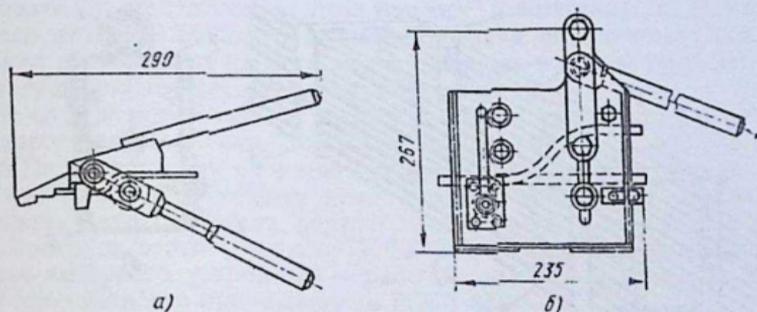


Рис. 66. Утгогибы для медных (а) и стальных (б) труб

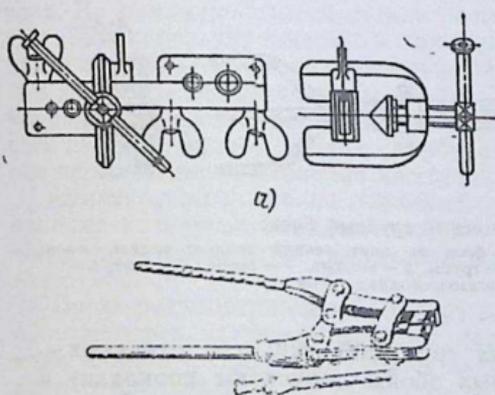


Рис. 67. Развальцовки универсальная (а) и для медных труб диаметром 8 мм (б)

Трубные блоки с несущим каркасом рекомендуется применять для проводок высокого давления 10 МПа и выше или для проводок с небольшим числом труб, преимущественно разных диаметров, а также в случаях, когда по условиям прокладки или эксплуатации трубную проводку необходимо механически усилить каркасом. В остальных случаях следует применять более экономичные бескаркасные трубные блоки.

Бескаркасные трубные блоки бывают двух типов — на прямоугольных и пакетных обоймах или на перфорированном уголке.

Блок на *прямоугольной* обойме (рис. 68, а) собирают из медных труб 1, укладываемых на двух противоположных сторонах обоймы 2, и закрепляют нормализованными скобами 3. Две другие стороны обоймы используют для крепления к соседним блокам или для крепления воздушного коллектора из водогазопроводных

труб 6 (рис. 68, б). Прямоугольные обоймы размером 120×120 мм изготовлены из перфорированной стальной полосы размером 4×30 мм.

Блоки на пакетных обоймах (рис. 68, в) собирают из медных или стальных труб 1 наружным диаметром 8 мм. Расстояние

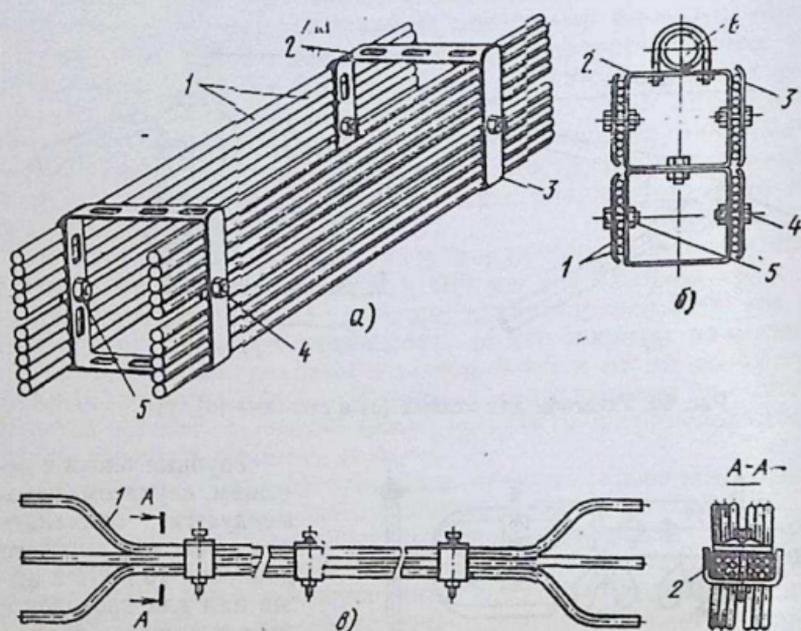


Рис. 68. Бескаркасный трубный блок:

а — секция трубного блока, б — трубный блок из двух секций (вид с торца), в — на пакетных обоймах (пакетный блок); 1 — трубы, 2 — обойма, 3 — скоба, 4 — болт, 5 — гайка, 6 — водогазопроводная труба

между обоймами 2 для медных труб 500—600 мм, стальных — 600—1000 мм. Размеры пакетных обойм допускают прокладку в них до трех рядов труб, что дает возможность собирать блоки с большим числом труб.

Блоки из стальных труб наружным диаметром 14 и 22 мм собирают на перфорированном уголке. Максимальная длина такого блока, принятая по типовым чертежам, 11 м, однако в отдельных случаях она может быть больше.

Для изменения направления трубных проводок (поворот из плоскости и поворот в плоскости) служат угловые блоки с отгибом одного конца соответственно направлению поворота. Число блоков, набираемых в один поток по горизонтали и вертикали, не ограничено, поэтому из них можно собрать трассу с любым числом труб в потоке.

§ 20. Подготовка арматуры к монтажу

Объем работ по подготовке арматуры к монтажу зависит от условного давления, на которое она рассчитана, и гарантийного срока, указанного в ее паспорте.

Арматуру на условное давление менее 10 МПа, передаваемую в монтаж до истечения гарантийного срока, который указан в ее паспорте, в монтажно-заготовительных, мастерских подвергают только ревизии. После расконсервирования ее тщательно осматривают и проверяют на легкость открывания и закрывания. Затвор арматуры должен перемещаться без заеданий.

В случае истечения гарантийного срока, указанного в паспорте завода-изготовителя, арматуру на условное давление менее 10 МПа до передачи ее в монтаж подвергают ревизии и предварительному гидравлическому испытанию на прочность и плотность. Испытание на прочность корпусов арматуры производят пробным давлением в соответствии с ГОСТ 356—80; испытание на плотность запорного устройства — рабочим давлением, при этом нормы герметичности принимают по ГОСТ 9544—75.

Гидравлические испытания вентилей и кранов с диаметром условного прохода от 15 до 50 мм производят на специальных стендах, представляющих собой рамную конструкцию шкафового типа. На накладной части стенда расположены два крана КДУБ-1 дистанционного управления и три манометра, из которых один — для измерения давления в воздушной линии и два — для измерения пробного давления воды. Краны КДУБ-1 предназначены для управления сервоприводами: один производит зажим испытываемых изделий, второй создает пробное давление воды. Максимальное испытательное давление на стенде 2,5 МПа.

Арматуру на условное давление свыше 10 МПа независимо от наличия паспортов заводов-изготовителей до передачи в монтаж подвергают ревизии и гидравлическому испытанию на прочность и плотность.

После расконсервации арматуру в процессе ревизии разбирают на отдельные части, промывают керосином, тщательно осматривают клапан и седло, проверяют их притирку на краску, осматривают и проверяют состояние резьбы и чистоту подлинзовых гнезд, а также наличие клеев, после чего арматуру собирают.

Гидравлическое испытание арматуры высокого давления производят пробным давлением в соответствии с нормами, установленными ГОСТ 356—80 и 9544—75, с выдержкой в течение 5 мин. Кроме того, плотность закрытия клапана проверяют подачей под него пробного давления, равного рабочему давлению. После гидравлического испытания арматуру продувают, наружную неокрашенную поверхность покрывают натуральной олифой или антикоррозионным покрытием, а уплотнительные поверхности — солидолом (кроме кислородной арматуры). Арматуру высокого давления, если после ревизии она не передается в монтаж, упаковывают в ящики.

Для трубных проводов, заполняемых кислородом, аммиаком и агрессивными средами, допускается наряду с установкой арматуры, предназначенной для работы на этих средах, применение арматуры общего назначения при условии ее подготовки для монтажа в соответствии с требованиями специальной инструкции. Результаты ревизии и гидравлического испытания арматуры оформляют соответствующим актом.

§ 21. Заготовка проводов и кабелей

Предварительная заготовка проводов и кабелей в МЗМ является одним из резервов повышения производительности труда и сокращения продолжительности монтажных работ. Для отмера установочных или компенсационных проводов, сборки их в жгут с намоткой на барабан для последующей прокладки в коробах или затяжки в защитные трубы применяют жгутовальные машины.

В монтажной практике применяют разнообразные конструкции жгутовальных машин. Жгутовальная машина состоит из трех основных узлов: пермоточного механизма со счетным устройством, бобины и приспособлениями для смотки провода с барабанов; стенда с катушками и намоточного агрегата. Как правило, провод поставляют в бухтах или барабанах, поэтому перед жгутованием его перематывают на катушки.

Пермоточный механизм (рис. 69, а) представляет собой металлическую плату 10, на которой закреплены электродвигатель 8, педаль пуска 9 и кронштейн. Электродвигатель снабжен специальным фрикционом с регулирующим устройством. Вращение электродвигателя с помощью клиноременной передачи передается оси, на которой крепится катушка 7 для намотки провода. Запуск двигателя производится с помощью педали пуска 9. Для равномерной укладки провода по всей длине катушки служит подвижное устройство 6. Счетное устройство состоит из откидывающегося кронштейна, на котором установлен мерный диск 3, соединенный с осью цифрового счетчика 5. Если требуется перемотать провод с бухты 1, то последнюю укладывают на бобину 2 с центральным конусом. Для смотки провода с барабана устанавливают специальную раму с гнездами для оси барабана (на рисунке не показана). Пермотку выполняют со скоростью до 1 м/с.

Стенд (рис. 69, б) представляет собой сварную раму с вертикальными стойками. К каждой стойке приварены горизонтальные оси для катушек 18. Оси на стойках смещены между собой так, чтобы при сматывании проводов не было трений и зацепов с соседними катушками. Стенд закрепляют к стене или колонне здания. На основании 13 намоточного агрегата установлены электродвигатель 11 с редуктором и стойка для оси 16 барабана 15. Ось редуктора соединена с устройством вращения барабана. Электродвигатель включают педалью 12. С помощью подвижного устройства 17 готовый жгут 14 проводов равномерно укладывается по всей длине барабана.

Рассмотрим работу жгутовальной машины. Провод с бухты на бобине или с барабана продевают через направляющее отверстие счетного устройства и закрепляют на катушке, установленной на оси перемоточного механизма. Оператор включает механизм, и начинается перемотка провода одновременно с его отмером,

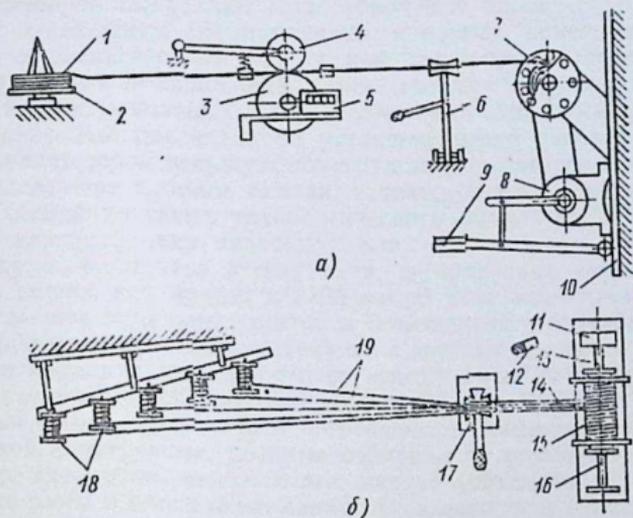


Рис. 69. Жгутовальная машина:

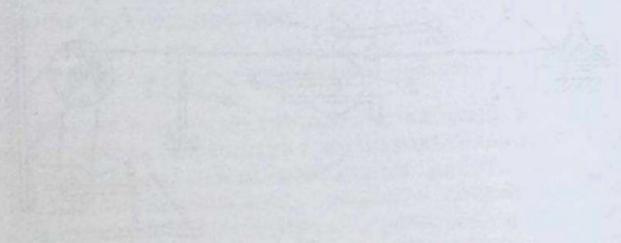
а — перемоточный механизм, б — стенд и намоточный агрегат; 1 — бухта, 2 — бобина, 3 — мерный диск, 4 — прижимной ролик, 5 — счетчик, 6, 17 — подвижные устройства, 7, 18 — катушки, 8, 11 — электродвигатели, 9, 12 — педали пуска, 10 — плата, 13 — основание, 14 — жгут, 15 — барабан, 16 — ось, 19 — провода

К мерному диску 3 провод прижимается роликом 4. При отсчете необходимой длины оператор выключает механизм, обрезает провод. Специальный фрикцион, установленный на электродвигателе, обеспечивает безопасность работ при укладке провода и исключает его обрыв. Намотанную катушку снимают с перемоточного механизма и надевают на ось стенда.

При наборе на стенде нужного количества отмеренных проводов 19 все концы от катушек собирают в один жгут и связывают изоляционной лентой. Концы жгута крепят на барабане и включают намоточный агрегат. Провода, смотываясь со всех катушек одновременно, образуют жгут. На машине работает один человек, который может жгутовать 10—12 км провода в день. Производительность труда при работе на такой машине в шесть раз выше по сравнению с ручной жгутовкой.

Предмонтажная заготовка кабелей состоит из мерной резки, маркировки и в необходимых случаях жгутовки и намотки в бухты. Для удобства размотки барабаны с кабелем устанавливают на кабельные домкраты.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
RESEARCH REPORT NO. 1000
BY
J. H. GOLDSTEIN AND
R. F. W. WILSON
1955



The apparatus shown in the diagram is used for the study of the reaction between carbon monoxide and nickel carbonyl. The reaction is carried out in the central tube, which is maintained at a constant temperature. The reactants are introduced from the left-hand vessel, and the products are collected in the right-hand vessel. The reaction is exothermic, and the heat evolved is measured by a thermopile. The rate of reaction is determined by measuring the amount of product formed over a given period of time. The results show that the reaction is first order with respect to carbon monoxide and zero order with respect to nickel carbonyl. The activation energy for the reaction is found to be 12.5 kcal/mole.

The reaction between carbon monoxide and nickel carbonyl is a complex process, and the mechanism of the reaction is still under investigation. It is generally believed that the reaction proceeds via a series of steps, the first of which is the formation of a nickel carbonyl complex. This complex then reacts with carbon monoxide to form a nickel tetracarbonyl complex. The final step is the decomposition of this complex to form nickel and carbon monoxide. The rate of reaction is determined by the rate of formation of the nickel tetracarbonyl complex, which is in turn determined by the concentration of carbon monoxide. The results of the present study show that the reaction is first order with respect to carbon monoxide, which is consistent with the proposed mechanism. The activation energy for the reaction is 12.5 kcal/mole, which is also in agreement with the proposed mechanism. The present study thus provides further evidence for the proposed mechanism of the reaction between carbon monoxide and nickel carbonyl.

(ГОСТ 3244—68), предназначен для защиты приборов от возможных повреждений. Такие щиты используют, например, для установки местных приборов (преобразователей). Шкафные щиты выпускают с правой или левой дверью, с задней дверью открытые с двух сторон, с передней и задней дверями. Для ограниченного числа приборов выпускают малогабаритные щиты.

Панельные щиты устанавливают в чистых помещениях (например, в диспетчерском пункте или операторском помещении). Конструктивно они выполнены в виде панели с каркасом (остовом щита). Каркас панельных щитов может быть одиночным или блочным. Одиночный рассчитан на установку одной панели, блочный представляет собой несущую конструкцию, на которой могут быть установлены две и более панели, а также панель мнемонической схемы (линсйная схема технологического процесса), предназначенные для установки навесных или встраиваемых приборов, аппаратуры, элементов коммутации, сигнализации и мнемосхем. Высота щитов, как правило, 2200 мм. В виде исключения допускается высота панельных щитов в помещениях с низкими потолками 2000 мм, а для комплектования с другими щитами — 2400 мм. Ширина панели в зависимости от монтируемых на ней приборов и аппаратуры может быть 600; 800; 1000 или 1200 мм.

В последние годы начато изготовление унифицированных щитов новой конструкции, которые собирают из ограниченного ряда типовых элементов, включающих каркас (объемный и плоский), опорные рамы и плоские элементы панельного типа (боковые стенки, лицевые панели, дверные блоки и крышки). Например, унифицированный панельный щит с каркасом (рис. 71, а) собирают путем установки типового объемного каркаса на типовую опорную раму и навески на каркас типовой лицевой панели.

Для сборки унифицированного щита шкафного типа (рис. 71, б) применяют типовую опорную раму, на которую устанавливают типовый объемный каркас, а на последний навешивают типовые элементы: лицевую панель, боковые стенки и задний дверной блок, после чего накрывают и крепят на щите типовую крышку.

Внедрение унифицированных щитов, собираемых из типовых элементов, позволяет внедрить передовую поточную технологию их производства, заготовку типовых элементов «на склад», т. е. независимо от паличи заказов на щиты, и в конечном счете значительно увеличить их выпуск.

По месту установки щиты бывают внутренней установки (неутепленные) и наружной (утепленные обогреваемые). Все рассмотренные выше конструкции щитов относятся к щитам внутренней установки в отапливаемых помещениях. Утепленные обогреваемые щиты предназначены для наружной установки или для монтажа в неотапливаемых помещениях с температурой от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$. На них устанавливают один или два преобразователя расхода или давления с рабочим интервалом температур от 5 до 50°C .

ческими процессами в системах автоматизации предусмотрены пульты, которые устанавливают в производственных или щитовых (оперативных) помещениях (см. рис. 70).

Пультом называется корпус, имеющий форму стола с наклонной плоскостью, на котором установлена аппаратура управления и электрическая и трубная проводки, подготовленные к подключению внешних цепей. Пульты выполняют приставными к щитам или отдельно стоящими. На пультах устанавливают универсальные и пакетные переключатели к приборам, выключатели, оперативную аппаратуру управления и сигнализации (кнопки управления, пакетные ключи, арматуру сигнальных ламп). Применение пультов уменьшает число панелей на центральном щите и значительно облегчает труд оператора.

Изготовление щитов и пультов. Щиты и пульта изготовляют в соответствии с ГОСТ 3244—68 «Щиты и пульта автоматизации производственных процессов» и ОСТ 36.13—76 «Щиты и пульта систем автоматизации технологических процессов». Сложные по конструкции и схеме щиты изготовляют промышленные предприятия, оснащенные поточными механизированными линиями. Однако значительное число щитов и пультов еще изготовляют в монтажно-заготовительных мастерских монтажных организаций.

Все основные детали конструкций щитов изготовляют из листовой стали 10КП или из стали равноценной марки. Листовой металл, поступающий в монтажно-заготовительные мастерские, вначале подвергают правке. Затем металл подают на разметочные столы. При первоначальной разметке наносят лишь габариты заготовок для последующей обрезки листов. При изготовлении одинаковых по размерам металлоконструкций щитов и пультов металл размечают по специальным шаблонам. Размеченные листы обрезают на гильотинных ножницах. Затем заготовки вновь поступают на разметочные столы, где по чертежам намечают отверстия под приборы и аппаратуру. Для пробивки отверстий и окон в заготовках используют кривошипные прессы, оборудованные специальными матрицами и пуансонами, или фигурно-высечные ножницы. По окончании пробивки отверстий заготовки по рольгангам подают для отбортовки на кромкогибочный пресс или листогибочный станок. Отбортованные заготовки собирают в щиты.

Сборку щитов панельного типа и щитов по ОСТ 36.13—76 выполняют на болтовых соединениях. Щиты шкафного типа, как правило, сваривают, но иногда собирают и на болтовых соединениях. После сварки все наплывы, потеки, брызги металла, а также шлак и окалину с поверхности свариваемых деталей удаляют, не нарушая прочности и целостности сварного шва и основного материала щитов.

Центральные щиты собирают из многих панелей, поэтому отверстия для их совместного соединения выполняют овальной формы, что позволяет при установке передвигать панели в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Собранные металлоконструкции щитов и пультов поступают на

разметку под монтаж электрических и трубных проводок, приборов и аппаратуры. После этого внутри щитов и пультов точечной сваркой устанавливают скобы для крепления проводок.

Металлоконструкции щитов и пультов окрашивают в покрасочном отделении мастерских. Перед окраской металлоконструкции щитов и пультов очищают от коррозии, напылов и других неровностей вращающимися металлическими щетками или абразивными кругами, затем обезжиривают, протирая уайт-спиритом или другим специальным растворителем. Применять бензин для обезжиривания металла не следует, так как в случае неосторожного обращения с огнем в мастерских может возникнуть пожар.

Покраску производят быстросохнущими лакокрасочными материалами с помощью покрасочного распылителя, к которому подведен сжатый воздух. Сушат окрашенные щиты и пульта в сушильной камере. В целях удобства эксплуатации щиты и пульта окрашивают матовыми красками светлых тонов, наиболее часто используют серый и салатный цвета. Лакокрасочное покрытие многопанельного щита должно быть однотонным.

К проводкам щитов и пультов относятся все электрические и трубные линии, подходящие к приборам и аппаратуре, включая все конструктивные элементы. На щитах и пультах применяют провода следующих марок:

- для монтажа цепей измерения, регулирования, управления и сигнализации напряжением до 400 В — провода ПВ и ПГВ сечением 0,75; 1 и 1,5 мм²; при этом провод ПВ применяют для проводок к приборам и аппаратуре, установленным на неподвижных частях щитов и пультов, а провода ПГВ и ПМВГ — к приборам и аппаратуре, установленным на подвижных частях (дверях, поворотных рамах и т. п.), а также к приборам, которые подключают посредством штепсельных разъемов;

- для монтажа слаботочных цепей управления и сигнализации напряжением до 60 В — провода с поливинилхлоридной изоляцией ПМВГ сечением 0,75 мм².

Провода должны быть чистыми, без следов повреждения изоляции. Сращивать провода из двух и более кусков не допускается.

Отдельные провода объединяют в плотные пакеты (жгуты). Вертикальные жгуты прокладывают в стойках каркасов щитов (рис. 73), а ответвления от них — по деталям внутрищитового монтажа (рейкам, струнам, держателям и др.). На рейках 1 и 2 крепят блоки зажимов, к струнам 3 — электрические проводки, внутри держателей 4 размещают жгуты проводов, которые скрепляют бандажами из поливинилхлоридной перфорированной ленты с кнопками. Жгуты крепят к опорным конструкциям унифицированными крепежными изделиями: скобами, хомутами, перфорированной лентой. На поворотах их закрепляют по обеим сторонам угла на равном расстоянии от его вершины (рис. 73, б).

Блоки зажимов типа БЗ (рис. 73, в) для соединения внутрищитовой проводки с внешними проводками, а также для проводок, соединяющих отдельные приборы с вспомогательной аппара-

турой внутри щита, имеют небольшие габариты, обладают повышенной надежностью контактного соединения и предназначены для бескольцевого (штыревого) присоединения медных проводов и жил кабеля сечением 1,5—2,5 мм² и алюминиевых — сечением 2,5—4,0 мм².

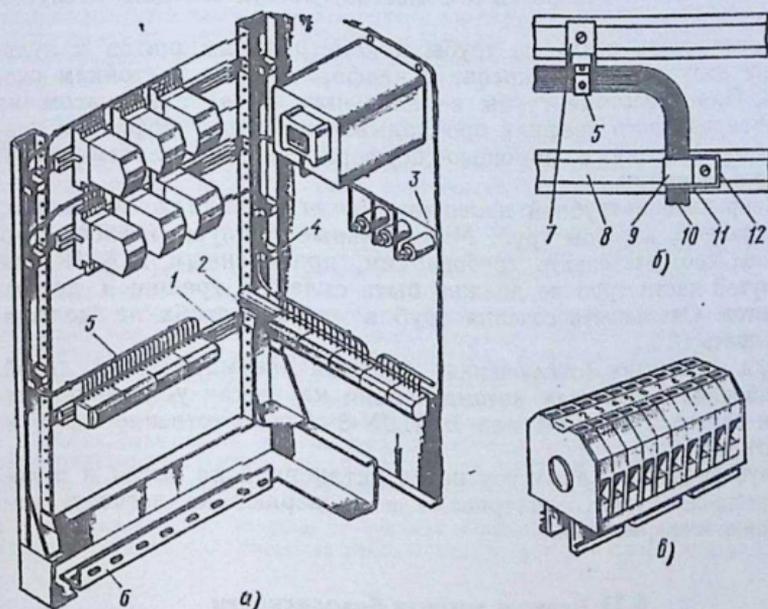


Рис. 73. Примеры прокладки проводов в каркасе щита (а), крепления жгута проводов на повороте (б) и блок зажимов (в):

1, 2, 8 — рейки, 3 — струна, 4 — держатель, 5 — лента, 6 — уголок, 7 — крошштейн, 9 — скоба, 10 — жгут, 11 — прокладка, 12 — шайба

Зажимы группируют по следующим признакам: по технологическим агрегатам и аппаратам; по системам измерения, регулирования, управления и сигнализации; по напряжениям прокладываемых цепей.

На всех жилах кабелей и проводов в местах их подключений выполняют маркировку, соответствующую обозначениям в таблицах соединений и подключений проекта.

Непосредственно жилы кабелей и проводов к зажимам присоединяют следующим образом: к блокам зажимов при выполнении проводок одно- или многопроводными медными проводами сечением до 2,5 мм² — штырем; в случае присоединения к контактам приборов и аппаратуры — пайкой, с помощью наконечников или винтов. Наконечники и пистоны закрепляют на жилах проводов и кабелей пайкой или опрессовкой. Перед пайкой жилы облуживают, а перед опрессовкой смазывают кварцевазелиновой

пастой. Провода к полупроводниковым приборам припаивают приемом ПОС-61, а к остальным приборам и аппаратуре — приемом ПОС-40 (ГОСТ 21930—76).

Трубы внутри щитов и пультов прокладывают по кратчайшим расстояниям, параллельно контурам щита или пульта, с минимальным числом поворотов и в местах, доступных для обслуживания.

Приваривать стальные трубы к конструкциям щитов и пультов не допускается, их крепят к перфорированным стойкам скобами. Пластмассовые трубы в панельных щитах с каркасом из перфорированного профиля прокладывают внутри профиля и крепят к последнему с помощью перфорированной пластмассовой ленты с кнопками.

Направление трубной проводки при ее прокладке изменяют, как правило, изгибом труб. Минимальные радиусы изгиба труб должны соответствовать требованиям, приведенным в § 18. На изогнутой части труб не должно быть складок, трещин и других дефектов. Овальность сечения труб в местах изгиба не должна превышать 10%.

Для включения (отключения) трубных пневматических линий к приборам и средствам автоматизации на щитах устанавливают блоки вентиля ВПДУ-4 или БВПДУ-8 (соответственно на 4 и 8 вентилях).

Трубопроводную арматуру перед установкой на щиты и пульты расконсервируют, осматривают и проверяют на легкость открывания и закрывания.

§ 23. Правила техники безопасности

При правке, резании, гибке, рубке и опиливании металла, нарезании резьбы, сборке отдельных элементов конструкций в т. п. разрешается пользоваться только исправным инструментом. Запрещается применять инструменты с плохо оснащенными ручками (молотки, напильники и др.), с дефектами в виде забоя, заусенцев, выщербины, с плохим креплением (тиски, трубоприжимы, дрели, ножовочные полотна) в станках.

Станки, ножницы и другое оборудование мастеровских обеспечивают специальными устройствами, надежно защищающими работающего и окружающих от стружки, искр, осколков поломанного инструмента и брызг охлаждающей жидкости. Эти устройства закрепляют на столе, суппорте и других частях станков. Все открытые вращающиеся части станков и механизмов закрывают глухими кожухами, плотно прикрепленными к станине или другой неподвижной части станка.

К работе с электрифицированными и пневматическими инструментами допускаются лица, прошедшие специальное обучение. Напряжение переносного электроинструмента должно быть не выше 220 В — в помещениях без повышенной опасности; не выше 42 В — в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и вне помещений.

Перед началом работы с электроинструментом проверяют затяжку витов, крепящих узлы и детали электроинструмента; исправность редуктора путем поворачивания рукой шпинделя (при отключенном электродвигателе); состояние провода электроинструмента, исправность изоляции, отсутствие излома жил; исправность выключателя и заземления.

При выдаче электроинструмента в присутствии рабочего проверяют на стенде или с помощью мегаомметра исправность заземляющего провода и отсутствие

замыкания на корпус. При пользовании электронным инструментом с заземляемым корпусом штепсельную розетку снабжают специальным контактом для присоединения заземляющего проводника.

При обнаружении каких-либо неисправностей работу с электронным инструментом прекращают. В случае прекращения подачи тока или перерыва в работе электронным инструментом от электросети. Рабочим, пользующимся электронным инструментом, запрещается: держаться за провод электронного инструмента и касаться вращающейся режущей части; удалять руками стружку или опилки во время работы инструмента до полной его остановки; работать с приставных лестниц; разбирать электронный инструмент и производить какой-либо ремонт как самого электронного инструмента, так и проводов, штепсельных соединений и т. п.

Перед началом работы с пневматической сверлилкой проверяют ее исправность, обращая особое внимание на надежность соединения шлангов и исправность сверла, которое должно быть правильно заточено, не иметь трещин, выбоин, заусенцев и других дефектов. Хвостовик сверла должен быть плотно пригнан, правильно отцентрирован и не иметь неровностей. Воздушный шланг должен быть исправен и надежно закреплен. Нельзя допускать «переламывания» шлангов, что приводит к прекращению подачи воздуха. Работа с пневмоинструментом должна, как правило, производиться в отапливаемых помещениях при температуре не ниже 14—16° С. Исправлять пневмоинструменты во время работы категорически запрещается.

Каждый работающий должен быть обеспечен удобным рабочим местом, не стесняющим его движений. Рабочее место содержать в чистоте, пол предохраняют от загрязнения маслом, охлаждающей жидкостью, стружкой, обрезками и другими отходами. Под ногами у работающего должен быть исправный деревянный решетчатый настил с расстоянием между планками 25—30 мм. Запрещается загромождать проезды материалами и готовыми изделиями.

Рабочих, занятых на очистке труб, снабжают резиновыми перчатками и предохранительными очками, а при обезжиривании арматуры и труб для кислородо-проводов четыреххлористым углеродом — противогазами и спецодеждой.

Электро- и газосварочные аппараты, в том числе газогенераторы и керосиновые резы, устанавливают в стороне от прохода и проездов. Рабочие места электросварщиков отделяют от смежных рабочих мест и проходов экранами (ширмами),

Глава VII

ПОДГОТОВКА И ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

§ 24. Подготовка к производству монтажных работ.

Проект производства работ

Монтаж систем автоматизации выполняют в соответствии с проектно-сметной документацией, передаваемой проектной организацией через заказчика монтажной организации. Заказчик или генеральный подрядчик (строительная организация) согласно заявочным спецификациям и ведомостям обеспечивает монтажную организацию основными материалами (металлопрокатом, трубами, кабелем, проводом), запорной арматурой, приборами и средствами автоматизации. Оборудование и приборы, необходимые для монтажа систем автоматизации, рабочие чертежи и сметы, а также техническую документацию заводов-изготовителей, материалы и изделия заказчик или генеральный подрядчик передают монтажной организации в порядке и в сроки, установленные соответствующими правилами и согласованными графиками.

Рабочие чертежи, передаваемые монтажной организацией, должны иметь отметку заказчика о принятии их к производству. В техническую документацию, получаемую от заводо-изготовителей, входят паспорта и монтажно-эксплуатационные инструкции на приборы и средства автоматизации, паспорта на арматуру, чертежи и спецификации на системы автоматизации, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием, и др.

К началу монтажных работ должны быть выполнены в необходимом объеме строительная и технологическая части объекта, а также в соответствии со строительными чертежами — проемы, отверстия, проходы в стенах, перегородках, перекрытиях с установкой в них закладных частей для крепления приборов и средств автоматизации и прокладки трубных и электрических проводок.

К объектам, сдаваемым под монтаж приборов и средств автоматизации, должны быть проложены постоянные или временные электрические сети, водопровод и сети сжатого воздуха с устройствами для подключения электрических или трубных проводок.

Приборы и средства автоматизации, щиты, трубные и электрические проводки, монтируемые в производственных помещениях, должны быть защищены от влияния атмосферных осадков, грунтовых вод и низких температур, от загрязнения и повреждений.

К началу монтажа щитов должны быть закончены работы по сооружению фундаментов под щиты и пульты, кабельных каналов и их перекрытий, проемов для ввода в помещение трубных и электрических проводок, а также по устройству отопления, вентиляции и электрического освещения. Вводы электрической энергии, сжатого воздуха и воды должны быть выполнены по постоянным схемам, предусмотренным проектом. Кроме того, в производственных помещениях к началу монтажа щитов и пультов с установленными на них приборами (при полноразборном методе монтажа) необходимо обеспечить температуру воздуха не ниже 5°C при условии, если заводы — изготовители приборов в инструкциях и технических условиях не оговаривают других значений нижнего предела температуры окружающей среды.

Производственное помещение и фундаменты, сдаваемые под монтаж приборов и средств автоматизации, должны быть освобождены от опалубки, очищены от мусора, освобождены от строительных лесов, не требующихся для монтажа систем автоматизации.

До начала монтажа систем автоматизации работники участка подготовки производства (УПП) монтажного управления разрабатывают проект производства работ (ППР), который наряду с рабочими чертежами является основной технической документацией для выполнения работ по монтажу приборов и систем автоматизации. ППР предусматривает повышение организационно-технического уровня монтажа на базе использования новейших достижений науки и техники, обеспечивающих высокую производительность труда, снижение себестоимости монтажных работ, сокращение продолжительности и повышение качества монтажа.

При составлении ППР учитывают характерные особенности данного объекта и местные условия монтажа приборов и средств автоматизации, применение наиболее прогрессивных форм планирования, организации и управления, сокращение трудоемкости и снижение трудовых затрат за счет выполнения работ полнороботным индустриальным методом; широкое использование унифицированных и типизированных трубных и кабельных блоков, конструкций и т. д. ППР включает в себя следующее:

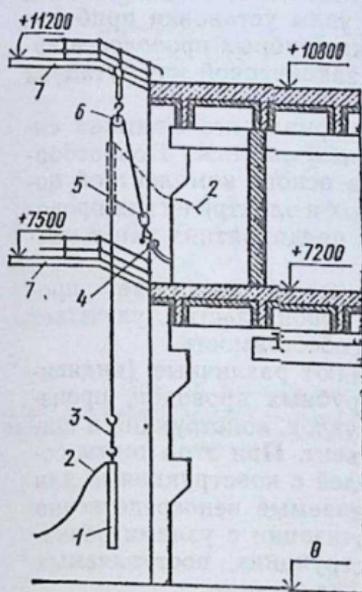


Рис. 74. Фрагмент схемы такелажно-транспортных работ (подъем щитов КИП на отметку +7200): 1 — щит, 2 — канат, 3, 4 — стропы, 5 — лебедка, 6 — блок, 7 — площадка котла

видов монтажных работ; указания по перемещению и подъему тяжелых и крупногабаритных блоков и конструкций, а также указания о необходимых мероприятиях по технике безопасности, специфических для данного объекта.

Технологическая схема такелажно-транспортных работ представляет собой схему маршрута перемещения, мест доставки, разгрузки и складирования изготовленных и собранных узлов, конструкций, стенов приборов, блоков труб, баб, рабатов с кабелем, щитов, исполнительных механизмов и т. п. В этой же схеме указывают механизмы и приспособления, необходимые для выполнения такелажных и транспортных работ, последовательность перевозки и перемещения монтажных блоков, щитов и т. п. Фрагмент схемы такелажно-транспортных работ показан на рис. 74.

В зависимости от сложности объекта ППР может быть выполнен в полном или сокращенном виде.

пояснительную записку; ведомости физических объемов работ; спецификацию на металлоконструкции и монтажные изделия, изготавливаемые в монтажно-заготовительных мастерских; рабочие чертежи по уточнению привязки трасс трубных и электрических проводов, а также на негипсовые и неунифицированные узлы и конструкции; спецификации на материалы, поставляемые заказчиком, генподрядчиком и самим монтажным управлением; спецификацию отборных устройств и приборов, устанавливаемых на технологическом оборудовании и трубопроводах; спецификацию на щиты и пульты; чертежи или эскизы блоков трубных и электрических проводов, протяжных коробок, трубных отводов и т. п.; перечень строительных сооружений и закладных деталей для монтажа приборов и средств автоматизации; сетевой график на выполнение монтажа приборов и средств автоматизация; по крупным объектам — технологическую схему такелажно-транспортных работ.

Пояснительная записка содержит краткую характеристику объекта; описание и обоснование произведенных уточнений мест и способов прокладки трасс трубных и электрических проводов с ссылкой на рабочие чертежи ППР, а также мест установки щитов, пультов, выщитовой аппаратуры, первичных приборов, отборных устройств и регулирующих органов; обоснование замены материалов и изменений конструктивных решений, предусмотренных в проекте автоматизации; описание технологии отдельных

§ 25. Понятие об индустриальном и полносборном монтаже

Работы по монтажу систем автоматизации характеризуются *высокой степенью индустриализации*. Индустриализация монтажа предполагает переход от малоэффективных методов производства работ с выполнением всех заготовительных работ непосредственно на строительной площадке к монтажу узлов и блоков, изготовленных и собранных на специализированных предприятиях или в монтажно-заготовительных мастерских (МЗМ). К таким узлам и блокам относятся несущие конструкции, узлы установки приборов с трубной и электрической обвязкой, блоки трубных проводок и кабельных конструкций, щиты и пульты с законченной коммутацией и т. д.

Наиболее прогрессивной формой индустриального монтажа систем автоматизации является *полносборный монтаж*. Полносборным называется монтаж, выполненный на основе комплектной поставки конструкций, узлов и блоков трубных и электрических проводок и щитов, собранных и испытанных на предприятиях или в мастерских.

Полносборный монтаж систем автоматизации повышает производительность труда, сокращает сроки строительства, улучшает качество монтажных работ и снижает их себестоимость.

МЗМ монтажных управлений изготавливают различные (индивидуальные) металлоконструкции, блоки трубных проводок, производят укрупнение поступающих с заводов узлов, конструкций и щитов и отправляют их на монтируемый объект. При этом щиты собирают в виде блоков из нескольких панелей с конструкциями для их установки. Местные приборы, устанавливаемые непосредственно у оборудования, а также средства автоматизации с узлами обвязки монтируют на унифицированных конструкциях, поставляемых на монтажную площадку в готовом для монтажа виде.

Полносборный монтаж систем автоматизации, основанный на высоком уровне индустриализации работ, предусматривает определенные требования к состоянию строительной и технологической готовности объекта. Эффективность полносборного монтажа систем автоматизации может быть достигнута лишь в том случае, если такие работы на объекте будут проводиться в основном после окончания строительной части объекта и монтажа технологического оборудования. При этом должны быть выполнены предусмотренные проектом автоматизации и ППР монтажные проемы, установлены закладные элементы, сужающие и отборные устройства, регулирующие органы и т. д.

§ 26. Комплектная контейнерная поставка изделий и материалов на монтажную площадку

При полносборном монтаже систем автоматизации наиболее прогрессивным методом материально-технического обеспечения является комплектная контейнерная поставка. Комплектуют материалы и изделия на центральных складах, где создают постоянный запас регулярно применяемых монтажных изделий, материа-

лов, поставляемых заказчиком и генеральным подрядчиком, и оборотной тары — контейнеров (рис. 75).

Поставка материалов, монтажных изделий, приборов и аппаратуры осуществляется на основании комплекточных ведомостей и спецификаций, входящих в состав ППР.

Работники участка подготовки производства следят за получением и доставкой на склад монтажного управления либо непосредственно на объект приборов, аппаратуры и материалов; обеспечивают комплектацию и передачу в мастерские приборов, аппаратуры и материалов; контролируют своевременное комплектование и выполнение заказов в мастерских, а также пополнение на складе запаса монтажных изделий.

Контейнеры комплектуют работники группы комплектации участка подготовки производства, соблюдая определенную технологическую последовательность:

определяют типы и число контейнеров с учетом объема монтажных работ на объекте и характера материалов и изделий;

определяют склад, на котором данный контейнер должен комплектоваться, при этом заранее учитывают возможность частичной загрузки контейнера на одном из складов и последующей его загрузки на другом складе;

выписывают накладные (требования) отдельно по каждому складу и оформляют в соответствии

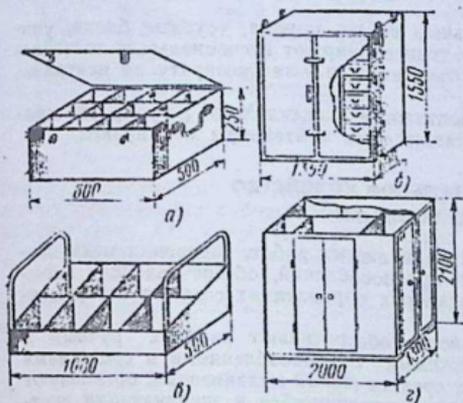


Рис. 75. Контейнеры:

а, б — для мелких изделий закрытого и открытого типа, в — со смешанными ящиками, г — контейнер-склад

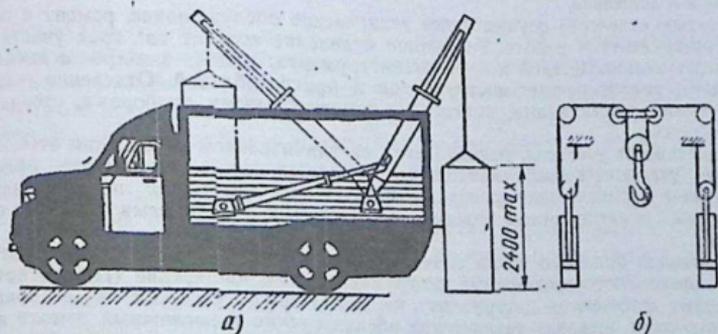


Рис. 76. Автомобиль-самогрузчик НИИГАТ-П404:

а — схема погрузки, б — блочно-тросовый механизм

вни с установленным в управлении порядком. В накладные, вписываемые для получения изделий и материалов со склада, включают и сам контейнер;

укомплектовывают контейнер согласно накладным на центральном складе и хранят вместе с остальным комплектом изделий и материалов для данного объекта.

Для погрузки и разгрузки контейнеров грузовые автомобили оборудуют порталными кранами или кранами консольного типа. Автомобиль-самогру-

чик (рис. 76, а), оборудованный порталным краном, может быть использован для погрузки, перевозки и разгрузки контейнеров массой до 1,25 т. Погрузку и разгрузку контейнеров осуществляют через задний борт автомобиля. Грузовая подвеска имеет специальную каретку, которая может перемещаться вправо и влево (поперек платформы), что позволяет устанавливать контейнеры в любом месте по длине и ширине кузова (рис. 76, б).

Применяют также гидравлические краны консольного типа, устанавливаемые на раму автомобилей ЗИЛ-130 и ЗИЛ-130Г между платформой в кабине. С помощью такого крана все погрузочно-разгрузочные работы шофер может выполнять один.

Крупногабаритные изделия (кабельные мосты, кораба, трубные блоки, унифицированные узлы обвязки приборов) транспортируют в специальных контейнерах. Контейнеры, освободившиеся на объектах, подлежат возврату на центральный склад.

При комплектовании объекта все монтажные изделия МЗМ регулярного применения, укрупненные узлы, блоки, а также сами контейнеры маркируют.

§ 27. Инструментальное хозяйство монтажного управления

Для повышения уровня механизации монтажных работ, внедрения механизированного инструмента, оборудования и приспособлений, обеспечивающих повышение производительности труда, в монтажных управлениях создают инструментальные хозяйства.

Работники инструментального хозяйства обеспечивают рабочих ручным и механизированным инструментом, монтажными приспособлениями и средствами такелажа, занимаются внедрением новых средств малой механизации, организуют учет и хранение инструмента, поддерживают находящийся в эксплуатации инструмент в исправном состоянии.

Основное подразделение инструментального хозяйства — центральная инструментальная кладовая (ЦИК) с ремонтным отделением, где комплектуют инструмент для бригад, монтажных участков, отдельных монтажников, хранят резервный запас инструмента, принимают вновь поступающий инструмент, учитывают его наличие и движение.

Ремонтное отделение осуществляет техническое обслуживание, ремонт и подготовку инструмента к работе. Ремонтное отделение состоит из трех участков: изготовление мелких деталей и заточка инструмента; ремонт электро- и пневмоинструмента; ремонт ручных инструментов и приспособлений. Отделение оснащают станками, механизмами, контрольно-измерительными приборами, стендами и инструментами.

На монтажных участках, находящихся на значительном расстоянии от ЦИК, организуют участковые инструментальные кладовые, где осуществляют прием, хранение, учет и выдачу инструмента. В помещениях кладовых поддерживают температурный и влажностный режим в соответствии с правилами хранения инструмента.

При наличии большого числа значительно удаленных участков или бригад при ЦИК организуют передвижные инструментальные мастерские (ПИМ), которые заменяют изношенный инструмент на монтажных участках и в бригадах, периодически проводят техническое обслуживание и несложный ремонт инструмента на рабочих местах. ПИМ размещают в кузове на одно- или двухосном прицепе.

Для обеспечения бригад и отдельных рабочих центральные и участковые инструментальные кладовые укомплектовывают так называемыми бригадными поршопакетами инструмента (наборы инструмента на бригаду). Контейнеры, предназначенные для транспортировки и хранения бригадных нормокомплектов, одновременно выполняют роль рабочих мест на монтажной площадке, на них устанавливают трубогибы, тиски и другую оснастку (рис. 77).

В случае значительного удаления ЦИК и УИК от объектов монтажа на базе одно- или двухосного прицепа создают передвижные рабочие места бригады (ПРМБ) для доставки и хранения бригадных инструментальных нормокомплектов и одновременно выполнения отдельных слесарно-заготовительных операций,

Для улучшения организации труда, повышения качества работ и сокращения трудовых затрат при выполнении работ на отдаленных объектах, а также для хранения и транспортирования бригадного нормокомплекта инструментов, механизмов и приспособлений применяют передвижные мастерские контейнерного типа. Такие мастерские, выполненные в виде контейнера и транспортируемые на объектах в кузове автомашины ЗИЛ-130, оборудуют маятниковой пилой, заточным станком, трубогибом и слесарными тисками. Откидной столик с установленным на нем

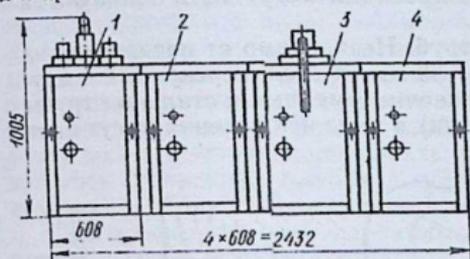


Рис. 77. Компонировка контейнеров инструментов, образующих рабочие места для обработки труб (1), сварщика (2), слесаря (3) и электромонтажника (4)

трубогибом и предусмотренные в станках мастерской проемы позволяют обрабатывать длинномерные материалы (например, трубы, уголки). При необходимости в мастерской размещают сварочный пост. Оснащенность оборудованием и инструментами позволяет бригаде слесарей-монтажников выполнять максимальный набор заготовительных работ непосредственно на объекте монтажа.

Глава VIII.

МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДК

§ 28. Прокладка трубных проводок

Прокладка трубных проводок — одна из наиболее трудоемких и ответственных операций, от качества выполнения которой зависит правильность работы и надежность эксплуатации системы.

Трубная проводка должна образовывать непрерывную и механически прочную линию с плотными соединениями. Недостаточная плотность проводки при передаче импульса давления приводит к заниженным, а при контроле разрежения — к завышенным показаниям приборов. Кроме того, трубные проводки должны обеспечивать свободное прохождение импульса с наименьшим запаздыванием. Запаздывание, а в отдельных случаях и прекращение импульса давления может быть вызвано резкими перегибами труб, внутренним их загрязнением, образованием воздушных мешков, водяных пробок и др.

Трубные проводки систем автоматизации прокладывают по кратчайшим расстояниям между соединяемыми приборами с минимальным числом поворотов и пересечений, в местах, обеспечивающих удобство их монтажа и обслуживания, а также свободный доступ к соединениям и опорным конструкциям. Они должны быть удалены на возможно большее расстояние от технологического и электротехнического оборудования, от мест, где возможны сотрясения и вибрация, защищены от механических повреждений и вред-

ного воздействия окружающей среды. Окружающий воздух не должен иметь резких перепадов температуры, вызывающих температурные колебания труб. Трубные проводки могут быть одиночными и групповыми.

Проводки из металлических труб. Независимо от назначения их прокладывают на расстоянии 25—30 мм от стен, перекрытий и других элементов зданий. Однако одиночные медные и стальные трубы (кроме труб из нержавеющей стали) в виде исключения могут быть

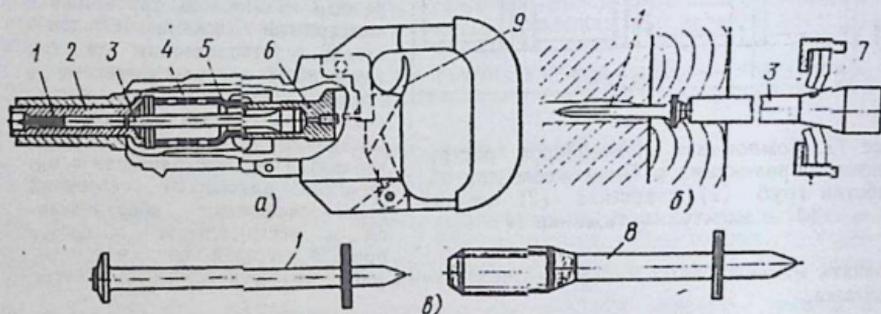


Рис. 78. Поршневой монтажный пистолет ПЦ52-1:

а — схема действия, б — схема торможения поршня амортизатором, в — дюбеля; 1 — дубель-гвоздь, 2 — направлятель, 3 — поршень, 4 — муфта, 5 — рассекатель, 6 — ствол, 7 — лентка-амортизатор, 8 — дубель-винт, 9 — спусковой рычаг

расположены непосредственно на стальных, бетонных или кирпичных основаниях и прикреплены к ним стальными крепежными деталями.

Трубные проводки монтируют по рабочим чертежам проекта, в которых определены их направления (трассы) и даны примерные координаты, а также по материалам обмеров, выполненных на месте представителями монтажной организации и учитывающих конкретные условия. Будущую трассу трубной проводки размечают с помощью шнура, натянутого вдоль нее. После этого устанавливают опорные (несущие) конструкции и размечают места крепления скоб.

Несущие конструкции и детали крепят с помощью поршневых монтажных пистолетов ПЦ 52-1: крепежные детали-дюбеля (гвозди или винты) забивают (встреливают) в бетонные, кирпичные, шлакобетонные, керамзитобетонные, стальные и другие строительные основания. Пистолетом ПЦ 52-1 можно производить глухое несъемное крепление без предварительного сверления отверстия в закрепляемом изделии путем «пристрелки» и прибивки дюбелями-гвоздями к строительному основанию; съемное крепление путем предварительной пристрелки дюбелей-винтов в строительное основание с последующим закреплением на гайках деталей и конструкций.

Пистолет ПЦ 52-1 (рис. 78, а) работает на принципе использования энергии расширяющихся пороховых газов. Дюбель 1, нахо-

дящийся в направителе 2, забивается под действием удара поршня 3, который разгоняется по стволу 6 под давлением пороховых газов. Поршень под давлением на участке 10—12 мм разгоняется до скорости 50—90 м/с, после чего пороховые газы через рассекатель 5 сбрасываются в расширительные полости муфты 4. Дальнейшее движение поршня в стволе пистолета и забивка дюбеля происходят по инерции, при этом в конечный момент за счет сопротивления строительного основания скорость дюбеля падает до нуля. Если к моменту полного углубления дюбель (рис. 79, б) и поршень не остановились (большая избыточная энергия), последний остановится за счет выгиба лепестков-амортизаторов 7.

Для предотвращения случайных выстрелов в воздух, что возможно при неполностью запертом пистолете, при чрезмерной деформации амортизаторов, а также при падении пистолета с высоты, пистолет снабжен специальным блокировочным устройством.

Диаметр стержня дюбеля 3,5; 4,5 и 6,8 мм. Общая длина дюбелей-гвоздей 20—100, а дюбелей-винтов 20—70 мм. Те и другие на конце имеют шайбы (рис. 78, в) для центровки и фиксации в направителе 2.

В качестве источника энергии для пистолетов ПЦ 52-1 используют беспульные патроны калибра 6,9 мм, заряженные бездымным порохом. Заряжать пистолет патроном и дюбелем разрешается только у места забивки после полной подготовки к выстрелу. Пистолет берут левой рукой за муфту блокировки, а правой — за рукоятку, занимают устойчивое положение, устанавливают наконечник (или прижим) пистолета в точку пристрелки под прямым углом к основанию и нажимают на рукоятку. Затем, не ослабляя давления на рукоятку, оттягивают до отказа спусковой рычаг 9 (см. рис. 78, а), после чего происходит выстрел.

Работая с пистолетом ПЦ 52-1, необходимо выдерживать определенные расстояния от точки забивки дюбеля до края строительного основания и пристреливаемой к нему детали во избежание скола основания (например, края колонны). Забивка считается правильной, когда дюбель-гвоздь своей шляпкой поджал пристреливаемую деталь, а дюбель-винт заглубился до начала резьбы.

Пистолеты ПЦ 52-1 повышают производительность труда по сравнению с механизированным инструментом, применяемым для просверливания отверстий с последующей вмазкой крепежных деталей, более чем в 3,5 раза, а по сравнению с ручной пробивкой и вмазкой крепежных деталей — в 7—8 раз. Они обладают большой маневренностью, так как не требуют для работы электроэнергии или энергии сжатого воздуха.

Одиночные трубные проводки прокладывают (рис. 79) на стойках — опорных скобах из полосовой стали или перфорированной лосы, опорных кронштейнах или кабельных полках, прикрепляемых к стене дюбелями или привариваемых к металлическим конструкциям, а также на подвесках, заделываемых в перекрытия.

Групповые трубные проводки прокладывают (рис. 80) на опорных конструкциях — кронштейнах, прикрепляемых к стене дюбелями.

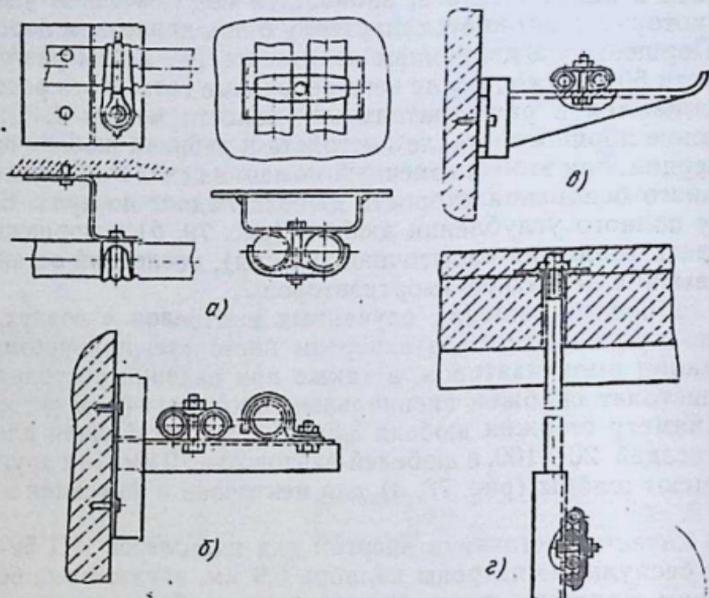


Рис. 79. Прокладка одиночных трубных проводов на стойках — опорных скобах (а), опорных кронштейнах (б), кабельных полках (в) и подвесках (г)

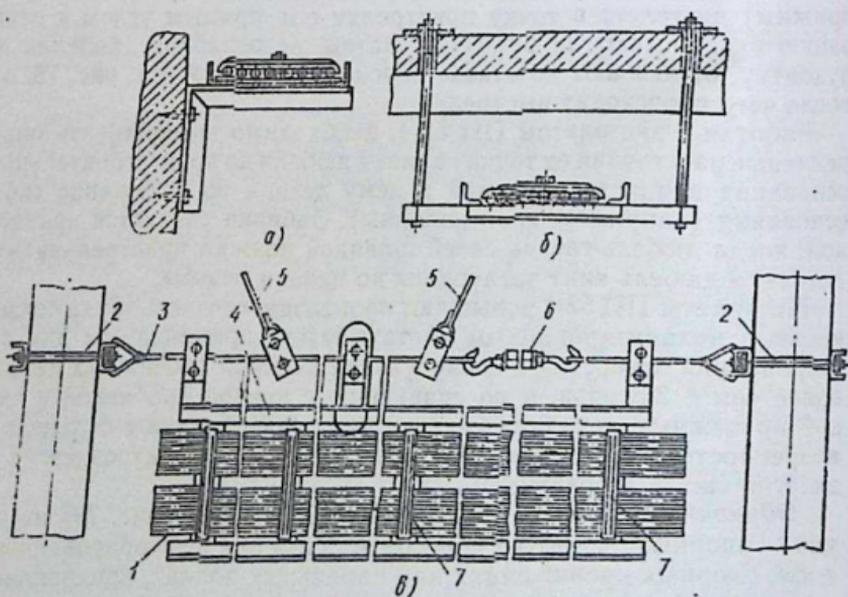


Рис. 80. Прокладка групповых трубных проводов на кронштейнах, прикрепляемых к стене дюбелями (а), подвесках, закрепляемых к потолку (б), и тросах, закрепляемых между колоннами здания (в):

1 — трубы, 2 — хомут, 3 — трос, 4 — мост, 5 — подвески, 6 — устройство для натяжения троса, 7 — скоба

ми или привариваемых к металлическим колоннам; на подвесках, закрепляемых к потолку; на тросах 3, закрепляемых между колоннами здания. Трубные проводки должны ложиться на несущую конструкцию без перекосов. Забивать клинья между трубой и поверхностью несущей опоры с целью устранения перекосов запрещается.

Для обеспечения стока конденсата и отвода воздуха или газов трубные проводки устанавливаются с определенным уклоном. Как правило, направление и уклон указывают в рабочих чертежах проекта. Минимально допустимые уклоны зависят от назначения трубных проводок: к манометрам для всех статических давлений, мембранным или трубным тягомерам, к газоанализаторам, пневматическим регуляторам — 1 : 50; импульсные линии расходомеров пара, жидкости, воздуха и газа, импульсные линии регуляторов уровня, сливные самотечные линии гидравлических струйных регуляторов и общие выбросные (сливные) линии — 1:10. Трубные проводки, заполняемые сухим воздухом или газом, прокладывают без уклона.

Если на общих несущих конструкциях закрепляют трубные проводки с различными заданными уклонами, то выбирают наибольший уклон, для того чтобы обеспечить сток конденсата по всем проводкам и параллельность проложенных рядом трубных проводок.

При измерении давления, разрежения и на линиях к газоанализаторам уклоны должны быть в сторону сборника конденсата или отбора газа; при измерении расхода жидкостей и пара — в сторону дифманометра; при измерении расхода воздуха или газов — в сторону сужающего устройства; в трубопроводах, заполненных газом, — в сторону движения газа; в трубопроводах, заполненных жидкостью, — в сторону противоположную движению жидкости.

В самых низких точках трубных проводок, заполненных воздухом или газом, устанавливают устройства для спуска конденсата. В самых высоких точках линий, заполняемых жидкостями, располагают газосборники для сброса воздуха или выделяющихся из жидкостей газов.

Трубы из цветных металлов, проложенные на высоте менее 2,5 м от пола, защищают от механических повреждений с помощью ограждений. При температуре заполняющей среды выше 80°C трубы ограждают от возможного прикосновения к ним людей.

Если трубы прокладывают по нагретым или охлажденным поверхностям, а также через зоны, температура которых отличается от температуры окружающего воздуха, то линию надежно защищают экранами от излучателей тепла.

В помещениях с нормальной (непожаро- и невзрывоопасной) средой проходы трубных проводок через стены и перекрытия выполняют в соответствии с проектом открытыми. В открытых проходах (рис. 81) устраивают обрамление 1, чтобы предохранить их от разрушения в процессе эксплуатации.

Проводки из полиэтиленовых труб. Допускается прокладывать только в помещениях с невзрыво- и непожароопасной средой.

Прокладывают их в металлических коробах или перфорированных лотках, кроме того, допускается прокладывать их путем подвески на стальной проволоке, а также в защитных стальных трубах и в гибких металлических рукавах. Способ прокладки зависит от области применения пластмассовых труб.

Открытый способ. В металлических коробах. Внутренние и наружные проводки при опасности механических повреждений и нагреве до 30° С и более.

С подвеской на стальной проволоке или на прижимах ПКТ. Внутренние проводки, когда отсутствует опасность механических повреждений.

На мостах, в лотках из перфорированного профиля и т. п. с креплением скобами и металлическими полосками. Внутренняя и наружная проводки по элементам зданий и конструкциям в местах, где отсутствуют опасности механических повреждений, длительного воздействия прямых солнечных лучей и нагрева до 30° С и более.

В защитных стальных трубах. Внутренние и наружные проводки пучков труб наружным диаметром 6, 8 и 10 мм вблизи от технологического оборудования и трубопроводов, а также подключение к приборам.

В гибких металлических рукавах. Внутренняя проводка по технологическому оборудованию, станциям машин, элементам зданий с большим числом выступающих деталей, а также подключение к приборам.

Скрытый способ. В защитных стальных трубах. В помещениях с повышенными архитектурными требованиями, когда другие способы прокладки

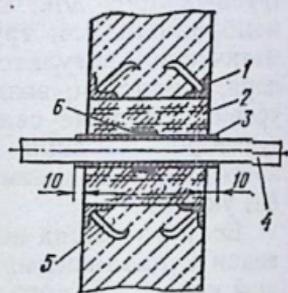


Рис. 81. Открытый проход трубных проводок через стены:

1 — обрамление, 2 — уплотнение, 3 — манжета, 4 — трубная проводка, 5 — анкер, 6 — обмотка проводкой

не могут быть применены.

Открытая прокладка пластмассовых труб в коробах разрешается только в том случае, когда по этим трубам транспортируется воздух или инертные газы. Прокладывать в одном коробе пластмассовые трубные проводки совместно с электропроводками допускается только в помещениях с невзрыво- и непожароопасной средой. При этом строго соблюдают следующие условия:

при прокладке в коробах применяют двух- и трехканальные короба и пластмассовые трубы укладывают в отдельные каналы;

при прокладке на сборных кабельных конструкциях, укрепленных на элементах здания или установленных на стенках каналов, пластмассовые трубы монтируют на отдельных полках или крючках ниже электрических кабелей на расстоянии не менее 150 мм;

при прокладке по дну каналов пластмассовые трубы располагают на расстоянии не менее 150 мм от электрических кабелей.

Короба. При групповой прокладке пластмассовых трубных проводок применяют короба (рис. 82, а) из листовой стали. Для большей жесткости конструкций в них могут быть проделаны так называемые зиги (продольный гофр). Прямолинейные секции коробов соединяют между собой на сварке. Короба крепят на кронштейнах (опорах) или подвесках (рис. 82, б и в). Расстояние (шаг) между опорами коробов 2—3 м.

Трубы в коробах укладывают пучками свободно, без крепления. Однако нельзя допускать, чтобы пучки переплетались между собой. На вертикальных участках трубы укладывают змейкой между стойками, закрепленными в дне короба (рис. 82, *г*).

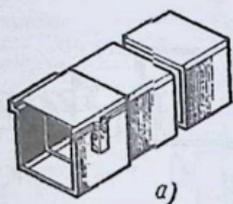
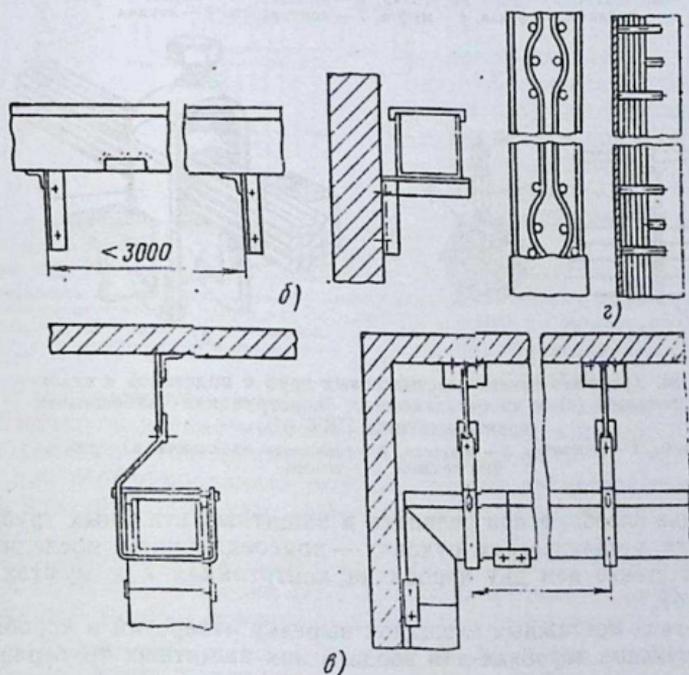


Рис. 82. Крепление коробов (*а*) на кронштейнах (*б*) и подвесках (*в*) и прокладка пластмассовых труб в коробе змейкой (*г*)



При переходе из одного помещения с нормальной средой в другое такой же проход короба через стену или перекрытие выполняют так, как показано на рис. 83, *а*. Для этой цели специально заготавливают отрезок металлического короба длиной, большей толщины стены на 100—200 мм. К наружным стенкам отрезка короба приваривают ребра 2 из уголка. Короб заделывают в стену на цементном растворе. В местах прохода из отопляемого помещения

в неотапливаемое или через наружные стены внутреннюю полость короба засыпают шлаковатой 1 на толщину стены.

Выводят пластмассовые трубы из короба для подключения к приборам и аппаратуре при разводке открытым способом — через пластмассовые втулки, вставленные в отверстия в боковых стен-

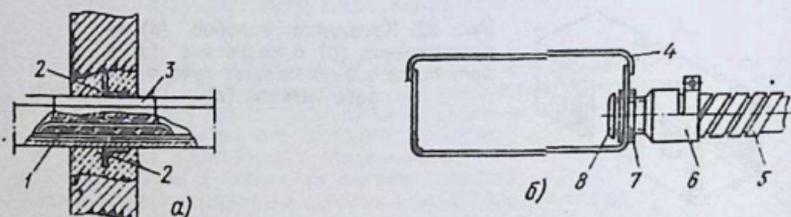


Рис. 83. Проход короба через стену (а) и присоединение гибких металлических рукавов к коробам (б):

1 — шлаковата, 2 — ребро из уголка, 3 — крышка, 4 — короб, 5 — металлический рукав, 6 — муфта, 7 — контргайка, 8 — втулка

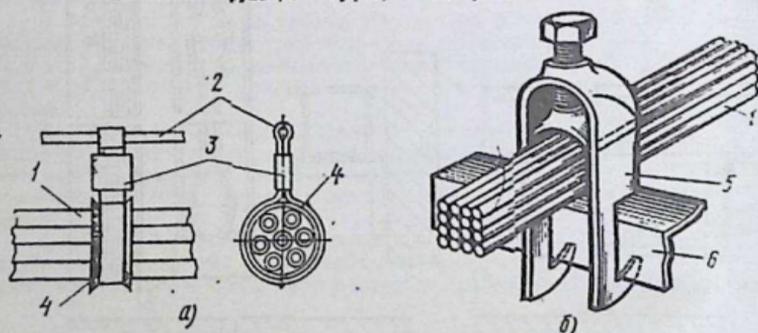


Рис. 84. Крепление пакета пластмассовых труб с подвеской к стальной проволоке (а) и на металлических конструкциях кабельными прижимами типа ПКТ (б):

1 — трубы, 2 — проволока, 3 — подвеска, 4 — резиновая прокладка, 5 — кабельный прижим, 6 — уголок

ках или дне короба, а при разводке в защитных стальных трубах или гибких металлических рукавах — присоединением последних к боковой стенке или дну короба на контргайках 7 и муфтах 6 (рис. 83, б).

В условиях монтажных площадок вырезку отверстий в коробах и соединительных коробках для ввода в них защитных труб раньше выполняли газовой резкой, что не обеспечивало необходимого качества отверстий. Теперь используют ручной гидравлический пресс ПГМ-1М и еще более производительные наборы корончатых фрез в комплекте с электродрелью.

Подвеска на стальной проволоке или на прижимах ПКТ. Для подвески пластмассовых трубных проводок применяют стальную оцинкованную проволоку диаметром 3—6 мм, которую натягивают между опорами талрепами (винтовой стяжкой). Пучок труб 1

(рис. 84, а) в каждой точке крепления подвешивают к стальной проволоке 2 на подвеске 3 типа П. Во избежание механических повреждений между трубами и подвесками 3 ставят резиновые прокладки 4. Число труб, укладываемых в одной подвеске, зависит от наружного диаметра труб и типа подвески:

Подвеска	П-1	П-2	П-3	П-4	П-5
Число труб диаметром, мм:					
6	2	4	7	12	18
8	1	2	4	7	10
10	1	1	2	4	7

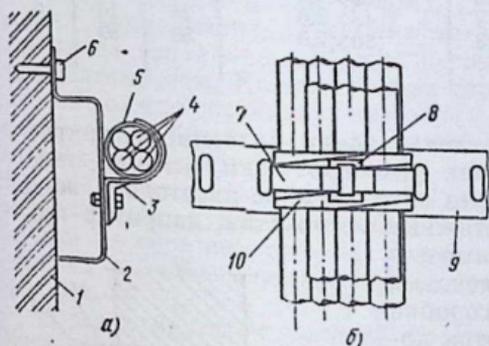


Рис. 85. Крепление пластмассовых трубных проводок на скобах СО (а) и с помощью металлической полоски с пряжкой (б):
 1 — основание, 2 — опорная скоба, 3 — скоба типа СО, 4 — пучок труб, 5 — прокладка, 6 — дюбель, 7 — полоска, 8 — пряжка, 9 — полоса, 10 — обмотка ленты в два слоя

В помещениях с агрессивными парами натягиваемую проволоку предохраняют от коррозии специальной краской (например, перхлорвиниловым лаком ХСГ-26).

Крепление кабельными прижимами типа ПКТ применяют при прокладке пластмассовых трубных проводок на металлических конструкциях (рис. 84, б).

Крепление скобами СО и металлическими полосками с пряжками (рис. 85) применяют при открытой прокладке по стенам,

металлическим конструкциям и другим элементам зданий и сооружений одиночных пластмассовых труб или пучков из них. В комплекте со скобами СО применяют опорные скобы 2 из полосовой стали или перфорированной полосы, которые приваривают к основанию или крепят на нем дюбелями, встраиваемыми пистолетом ПЦ52-1.

Расстояние между точками крепления пластмассовых труб или пучков из них прижимами ПКТ или скобами зависит от наружного диаметра трубы (или пучка) и способа их прокладки:

Диаметр, мм	<10	10—25	25—40	>40
Расстояние, м, при прокладке:				
горизонтальной	0,3	0,5	0,7	0,9
вертикальной	0,5	0,8	1,2	1,5

Тип скоб выбирают в зависимости от наружного диаметра трубы или пучка.

Защитные стальные водогазопроводные и электросварные трубы. Число пластмассовых труб, прокладываемых в одной защитной стальной трубе, зависит от их диаметров (табл.4).

Таблица 4. Число пластмассовых труб, прокладываемых в одной стальной защитной трубе

Защитные водогазо- проводные трубы (обозначение по ГОСТ 3262-75)	Диаметр пластмассо- вых труб, мм			Защитные электро- сварные трубы (обоз- начение по ГОСТ 10704-76)	Диаметр пластмассо- вых труб, мм		
	6	8	10		6	8	10
1/2"	3	1	1	18×1,4	3	1	1
3/4"	5	3	1	25×1,4	5	3	2
1"	10	6	3	33×1,4	14	6	3
1 1/2"	25	16	9	45×2,0	25	16	9
2"	45	25	13	50×2,0	50	30	15

Для удобства прокладки и эксплуатации пластмассовых трубных проводок в защитных трубах (для протяжки, осмотра, замсны поврежденных участков) через определенное расстояние, но не более 30 м устанавливают протяжные устройства, например протяжные коробки, предназначенные для электропроводок. Для полиэтиленовых труб используют протяжные коробки размером 300×300×90 мм, внутри которых радиусы изгиба труб минимальные.

Защитные водогазопроводные трубы присоединяют к протяжным коробкам заземляющими гайками, а электросварные — нормализованными патрубками с клиновыми обоймами. Защитные трубы могут быть приварены к протяжным коробкам сплошным швом с их наружной стороны.

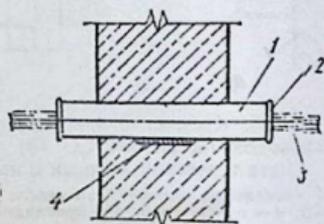


Рис. 86. Открытый проход пластмассовых труб через стены и перекрытия:

1 — гильза, 2 — втулка, 3 — пластмассовые трубы, 4 — планка

Во избежание механических повреждений пластмассовых труб торцовые срезы защитных труб не должны иметь заусенцев. Рекомендуется с торца внутрь вставлять пластмассовые втулки. Защитные трубы очищают от грязи, песка и окалины продувкой воздухом, а также окрашивают внутри и снаружи.

Водогазопроводные трубы соединяют между собой резьбовыми или приварными безрезьбовыми муфтами, а электросварные — муфтами с накатанной резьбой или приварными безрезьбовыми муфтами.

Пластмассовые трубы протягивают только в полностью смонтированные защитные трубопроводы. Пучки прокладывают в защитных трубах без перевязок и бандажей, что создаст удобства при монтаже и замене труб.

К приборам и аппаратуре защитные трубы нельзя подводить ближе чем на 40—60 см, на этих участках их заменяют гибкими металлическими рукавами.

Соединения и разветвления пластмассовых труб, прокладываемых в защитных трубопроводах, располагают в соединительных коробках, являющихся одновременно и протяжными. Через стены и перекрытия защитные трубопроводы проходят сквозь укрепленные в стене гильзы. Пространство между трубой и гильзой уплотняют шлаковатой или шнуровым асбестом. При проходе проводки через наружные стены помещений пространство между пластмассовыми трубами и внутренней поверхностью защитной трубы уплотняют шнуровым асбестом. Такие уплотнения делают в протяжных коробках, устанавливаемых с обеих сторон стены.

Гибкие металлические рукава. Пластмассовые трубы прокладывают в негерметичных гибких металлических рукавах из стальной ленты (оцинкованной или нержавеющей) с хлопчатобумажным уплотнением. Крепят рукава скобами, расстояние между которыми должно составлять не более 0,6 м, а также непосредственно к основаниям без скоб. Наименьший радиус изгиба металлических рукавов должен быть равным не менее 9—10 диаметрам рукава. Во избежание повреждения труб острыми краями лент в концы металлических рукавов вставляют пластмассовые втулки или прокладки из листовой резины. Гибкие металлические рукава присоединяют к стенкам коробов или протяжных коробок муфтами 6 (см. рис. 83, б).

В зависимости от условий прокладки пластмассовых трубных проводок проходы их через стены и перекрытия разделяют на открытые и уплотненные.

Открытые проходы отдельных пластмассовых труб или пучков из них выполняют в гильзах из стальных труб, прочно закрепляемых в стенах или перекрытиях (рис. 86). Внутренний диаметр гильзы 1 должен быть больше наружного диаметра пластмассовой трубы 3 или пучка на 10—15 мм. С обоих концов гильзы вставляют пластмассовые втулки 2. В местах соприкосновения с острыми кромками металлоконструкций и крепежных деталей (перед проходом) пластмассовые трубы защищают эластичными прокладками из технического войлока, выступающими на 5—6 мм по обе стороны от кромок опор и крепежных деталей. Проходы через наружные стены, а также через стены между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями уплотняют асбестовым шнуром. Уплотненные проходы устраивают в случае необходимости изолировать смежные помещения, а также при переходе поливинилхлоридных трубных проводок из одного помещения с взрыво- или пожароопасной средой в другое такое же и при переходе из помещения с взрыво- или пожароопасной средой в помещение с нормальной средой.

Для проходов через внутренние стены из одного помещения с взрыво- или пожароопасной средой в другое такое же применяют уплотненную конструкцию в виде стальной плиты с установленными на ней металлическими переборочными соединителями и прокладками, устройство которой подробно рассматривается в § 34.

§ 29. Соединение труб при монтаже трубных проводок

Соединения труб трубных проводок систем автоматизации могут быть разъёмными и неразъёмными.

У Разъёмные соединения позволяют разобрать трубную проводку без нарушения целостности труб или без их вращения. Их применяют при подключении трубных проводок к приборам и средствам

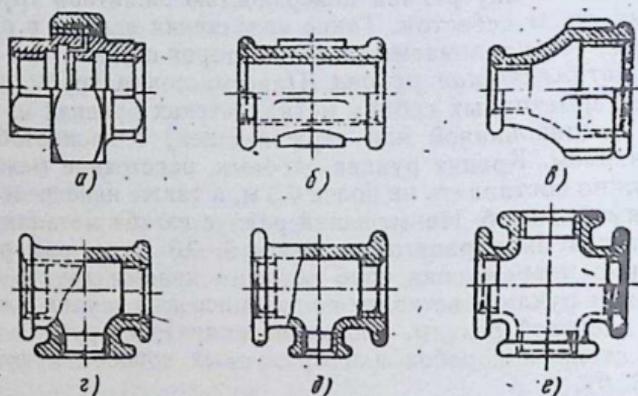


Рис. 87. Соединительные части из ковкого чугуна:

а — гайка, б, в — прямые короткая и переходная муфты, г, д — прямой и переходный тройник, е — прямой крест

автоматизации, соединении труб между собой (как проходные), у уплотненных проходов через стены и перекрытия, на входе в щиты и пульты и т. п.)

Неразъёмные соединения не позволяют разобрать трубную проводку без нарушения целостности труб.

Соединения труб должны обеспечивать герметичность и достаточную механическую прочность трубной проводки при воздействии внешних усилий и давления заполняющих сред в процессе эксплуатации и при пневматических и гидравлических испытаниях, чистоту прохода и сохранение внутреннего диаметра трубопровода, а разъёмные соединения, кроме того, — легкость монтажа и демонтажа стандартными и специальными инструментами.

Разъёмные соединения. При разъёмных соединениях стальных неоцинкованных водогазопроводных труб для условных давлений от 1,6 МПа и максимальной температуры до 175°C используют резьбовые соединительные части из стали или ковкого чугуна, для условных давлений до 1,6 МПа для труб с условным проходом 40 мм и для условных давлений до 1 МПа для труб с условным проходом более 40 мм и максимальной температуры до 175°C — из ковкого чугуна. Стальные оцинкованные водогазопроводные трубы соединяют оцинкованными стальными соединительными частями или соединительными частями из ковкого чугуна (рис. 87).

В проводках на давление до 1,6 МПа для соединения водогазопроводных труб используют соединительные гайки, прямые короткие и переходные муфты, а для ответвлений — прямые и переходные тройники, а также прямые кресты из ковкого чугуна. Резьбовые соединения уплотняют намоткой на резьбу льняного волокна, пропитанного суриком или белилами, тертыми на олифе, или полимерными материалами.

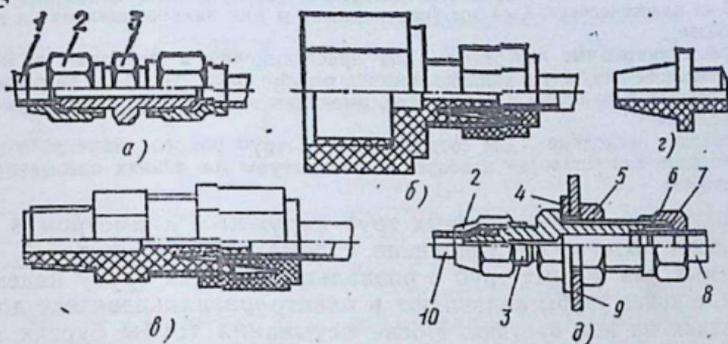


Рис. 88. Соединители:

а — под развальцовку для медных и алюминиевых труб, *б-г* — пластмассовые (навертные, свертные, наконечник), *д* — переборочные металлические; 1 — труба, 2, 5, 6 — гайки, 3 — штуцер, 4 — шайба, 7 — кольцо, 8, 10 — трубы, 9 — переборка

Для соединения *медных (и алюминиевых)* труб и присоединяя их к приборам, аппаратуре и запорной арматуре наиболее часто применяют соединители под развальцовку.

Заводы изготовляют следующие типы соединителей под развальцовку для медных труб:

проходные — для соединения двух труб одного диаметра и переходные для перехода с медной трубы на полиэтиленовую;

переборочные — для соединения двух труб одного диаметра (проходные) или перехода с медной трубы на стальную бесшовную (переходные) и для закрепления их с помощью дополнительной гайки на панели (переборке);

присоединительные свертные с цилиндрической или конической резьбой — для присоединения к приборам и аппаратуре, имеющим внутреннюю цилиндрическую или коническую резьбу;

присоединительные навертные или переборочные навертные с цилиндрической резьбой — для присоединения к приборам и аппаратуре, имеющим наружную цилиндрическую резьбу; переборочные снабжены дополнительной гайкой для закрепления на панели (переборке);

тройники проходные — для соединения трех медных труб одного диаметра и присоединительные для установки манометров на линиях пневматических регуляторов.

На рис. 88 показан проходной соединитель под развальцовку для соединения медных труб одного диаметра на давление 6,4 МПа. На ровно обрезанный конец трубы 1 надевают накидную гайку 2, продвигают ее по трубе на несколько сантиметров от торца, конец трубы развальцовывают под конус и присоединяют к штуцеру 3. На штуцер, придерживая его ключом за шестигран-

няк, навинчивают гайку. Те же операции проделывают и с другим присоединяемым концом трубы.

Разъемные соединения *полиэтиленовых* труб наружным диаметром 6 и 8 мм — выполняют с помощью пластмассовых соединителей на давление до 0,6 МПа следующих типов:

проходные — для соединения двух труб одного диаметра;
 переборочные — для соединения двух труб одного диаметра (проходные) или перехода с медной трубы на пластмассовую, а также с пластмассовой трубы 8×1,6 на пластмассовую 6×1 мм (переходные) и для закрепления их на панели (переборке);

присоединительные намертные — для присоединения к приборам и аппаратуре, имеющим наружную цилиндрическую резьбу (рис. 88, б), и ввертные для присоединения к приборам и аппаратуре, имеющим внутреннюю коническую резьбу (рис. 88, в);

тройники проходные — для соединения трех труб одного диаметра и присоединительные для установки приборов и аппаратуры на линиях пневматических регуляторов.

Соединение *полиэтиленовых* труб наружным диаметром 8 и 10 мм может быть также выполнено с помощью соединителей, применяемых для медных труб с развальцовкой. На трубу надевают гайку, а конец трубы оплавливают в электроразвальцевателе до образования на нем буртика. После остывания трубы буртик прижимают накидной гайкой к штуцеру соединителя.

Для перехода с медной или стальной трубы диаметром 8 мм на пластмассовую диаметром 6 или 8 мм применяют металлические переборочные соединители типа 8×6П и 8×8П (рис. 88, д). Одна часть такого соединителя (штуцер 3, накидная гайка 2) предназначена для присоединения пластмассовой трубы, другая (шайба 4 и гайка 5, которыми соединитель крепится к стенке панели или переборке, врезающееся кольцо 7 и накидная гайка 6) — для крепления металлической трубы.

К приборам или аппаратуре, имеющим присоединительные детали для подключения медных труб с развальцованным концом, можно присоединить и пластмассовые трубы с помощью специального наконечника (рис. 88, е).

К разъемным соединениям внешних пневматических и гидравлических трубных проводок с приборами ГСП (ГОСТ 20954—75) предъявляют следующие требования. Детали металлических разъемных соединений приборов ГСП с пневматическими и гидравлическими импульсными или командными трубными проводками изготовляют из материалов, коррозионная стойкость которых не ниже, чем материал присоединяемых труб.

При относительной влажности окружающей среды 30—80% разъемные соединения должны обеспечивать устойчивую эксплуатацию систем автоматизации в следующих диапазонах температур:

Соединения	Температура, °С
Металлические с трубой:	
металлической	от —60 до +120
полиэтиленовой	> —15 > + 50
Полиэтиленовые с полиэтиленовой трубой	> —50 > + 50

Для уплотнения штуцеров разъемного соединения с шаровым приварным nippleм, применяют резиновые кольца (ГОСТ 9833—73). Детали пластмассовых соединителей изготовляют из полиэтилена (ГОСТ 16337—77Е) или других полимерных материалов, равноценных по механическим и химическим свойствам материалу труб. Разъемные соединения приборов ГСП с трубными проводками систем автоматизации должны исключать возможность самоотвинчивания при эксплуатации.

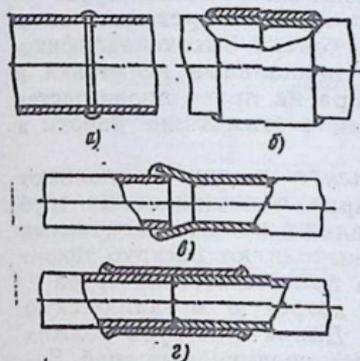


Рис. 89. Способы сварки стальных труб встык (а) и с помощью муфты (б) и способы пайки труб из цветных металлов врасстроб с развальцовкой (в) и встык с помощью муфты (г)

Неразъемные соединения. Соединения стальных труб выполняют электродуговой сваркой, применяя толстообмазанные электроды (например, Э-42, Э-42А). На прямых участках стальные трубы сваривают встык (рис. 89, а) или соединяют муфтой (рис. 89, б), которую надевают на стык труб и приваривают к ним с обеих сторон.

Перед сваркой концы труб ровно опилят с таким расчетом, чтобы их торцы прилегали друг к другу по всему периметру соединения, затем очищают от грязи и ржавчины до металлического блеска на длине не менее 10 мм, трубы соединяют и закрепляют с помощью откидных прижимов. Место соединения вначале прихватывают сваркой в трех или четырех точках, равномерно распо-

ложенных по окружности будущего шва, а после этого заваривают их в общем сварном шве. Нельзя допускать протекания расплавленного металла внутрь трубопровода и образования грата или наплывов на внутренней поверхности труб. Предел прочности сварного соединения труб должен быть не ниже предела прочности материала труб в соответствии с ГОСТом на последние.

Неразъемные соединения медных труб выполняют пайкой, применяя при этом только твердые припой (например, ПМЦ-54). Соединение пайкой выполняют врасстроб с развальцовкой одной из труб (рис. 89, в) или с муфтой (рис. 89, г). В первом случае один конец трубы предварительно развальцовывают до размера немного большего, чем наружный диаметр труб. Во втором случае предварительно изготовляют муфту из медной трубы с внутренним диаметром, равным наружному диаметру соединяемых труб. Концы вырезанной из трубы муфты немного раздают, как показано на рис. 89, г.

Перед пайкой концы труб очищают металлической щеткой или травлением в 10%-ном растворе азотной кислоты. Затем трубы соединяют, оставляя между ними зазор 0,5 мм, равномерно про-

гревают место пайки газовой горелкой и при появлении в нем свечения накладывают флюс, а затем припой.

Важным условием правильного соединения металлических труб является соблюдение их соосности. Отклонение осевых линий соединенных труб не должно быть более ± 2 мм на 1 м прямого участка проводки. Разница в толщине стенок стыкуемых труб или смещение одной трубы по отношению к другой не должна превышать 10% от толщины стенок. Не допускается устранять зазоры и несовпадение осей путем нагрева, натяга или искривления труб.

Неразъемные сварные соединения в трубных проводках высокого давления разрешается выполнять только высококвалифицированным сварщикам, выдержавшим специальные испытания и имеющим удостоверение Госгортехнадзора на право производства ответственных сварочных работ. В связи с этим такие работы в настоящей книге не рассматриваются.

Неразъемные соединения *полиэтиленовых труб* выполняют сваркой в раструб или встык. При сварке полиэтиленовых труб в раструб (рис. 90, а) вначале готовят концы соединяемых труб (рис. 90, а, I): на конце трубы 1 выполняют раструб такого диаметра, чтобы в него плотно входила присоединяемая труба 2. Для образования раструба используют нагретую металлическую оправку 3 соответствующего диаметра. Длина раструба должна быть примерно равна наружному диаметру соединяемых труб. Затем внутреннюю поверхность раструба и наружную поверхность конца трубы оплавляют на специальном металлическом блоке (рис. 90, а, II), который предварительно нагревают до 220—260°С на электроплитке или паяльной лампой. Для определения степени нагрева к блоку прикасаются куском полиэтиленовой трубы. Если при этом полиэтилен плавится и на поверхности блока образуется маслянистое пятно, нагрев блока считают достаточным. В случае прилипания трубы — блок недогрет, при всплывании и образовании пузырей — блок перегрет.

Процесс оплавления труб в нагретом блоке продолжается несколько секунд. После этого обе трубы одновременно снимают с блока и конец одной трубы вставляют в раструб другой. Соединение труб должно быть выдержано в покое до полного отвердения полиэтилена (рис. 90, а, III).

Сварку полиэтиленовых труб встык выполняют следующим образом (рис. 90, б). Вначале торцы труб обрезают так, чтобы плоскости среза были перпендикулярны продольным осям труб, в противном случае может снизиться качество сварки. При этом рекомендуется пользоваться труборезом для медных труб или остро заточенным ножом. Затем с торцов снимают внутреннюю фаску под углом 45°, как показано на рис. 90, б, I. Концы соединяемых труб вводят в канал электроразвальцевателя 4 или подносят к металлической плите, нагретой до 250—300°С, и выдерживают до тех пор, пока торцы не оплавятся на длине 3—4 мм и на них не образуется кольцевой буртик. Затем трубы соединяют с легким нажимом по всей их окружности (рис. 90, б, II) так, чтобы не была

сильной деформации в месте соединения. Соединенные таким образом трубы выдерживают не менее 2 мин.

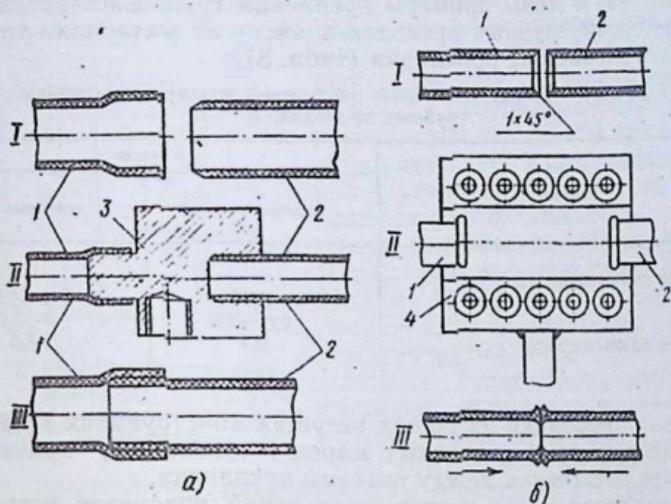


Рис. 90. Сварка полиэтиленовых труб внастроб (а) и встык (б): I — подготовка концов труб под сварку, II — оплавление труб, III — сваренный стык; 1, 2 — соединяемые трубы, 3 — металлическая оправка, 4 — электроразвальцеватель

§ 30. Крепление трубных проводов

Трубные проводки крепят к стенам, перекрытиям и несущим конструкциям крепежными деталями (рис. 91, а), обеспечивая

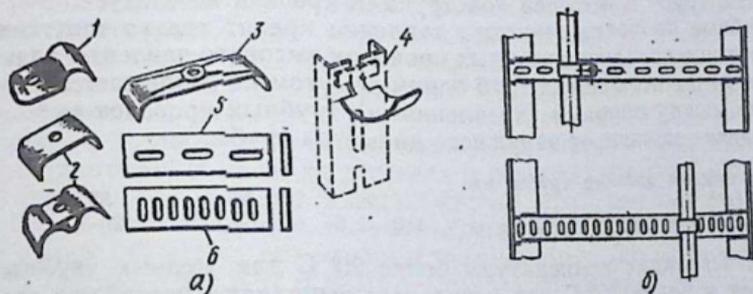


Рис. 91. Детали для крепления труб и кабелей (а) и крепление трубных проводов на мостике с перфорацией (б):

1—3 — скобы однолапковые и безлапковые для крепления двух труб или кабелей и пакета труб или кабелей, 4 — кабельные крючки-подвесы, 5, 6 — перфорированные полосы с продольной и поперечной перфорацией

ещи прочность закрепления труб при любом их положении в пространстве. К таким деталям относятся скобы однолапковые СО, двулапковые СД, безлапковые ВС₂, безлапковые пакетные БСП,

пслосы монтажные перфорированные с продольной и поперечной перфорацией, кабельные крючки-подвесы и др.

На рис. 91, б даны примеры крепления труб. Расстояния между креплениями трубных проводок зависят от материала труб, их диаметра и способа их прокладки (табл. 5).

Таблица 5. Максимальные расстояния между креплениями трубных проводок, м

Трубы	Участки	
	горизонтальные	вертикальные
Стальные диаметром, мм:		
8—14	0,75	1—1,5
22—60	2,0—4,0	3—5,0
Медные и алюминиевые	0,7	1,0

В случае прокладки на общих несущих конструкциях проводов, выполненных из труб различных марок и диаметров, принимают наименьшие расстояния между точками крепления.

При креплении труб в местах ответвлений, поворотов, установок отстойных и прочих сосудов соблюдают следующие правила: трубы закрепляют скобами на расстоянии не более 200 мм от ответственных соединительных частей; в месте поворота трубопровода крепления устанавливают по обе его стороны на расстояниях, обеспечивающих самокомпенсацию тепловых удлинений трубных проводок; если отстойные и другие сосуды не закрепляют, предусматривают крепление труб скобами по обе стороны сосуда; если длина соединительной линии с какой-либо стороны сосуда менее 250 мм, то такую трубу к несущей конструкции крепить не следует.

Трубные проводки высокого давления крепят только хомутами. Безметизное крепление трубных проводок высокого давления, а также крепление нескольких труб одним хомутом не разрешается. Расстояния между опорами (креплениями) трубных проводок высокого давления зависят от наружного диаметра трубы:

Наружный диаметр трубы, мм	15	25	35
(до)			
Расстояния между опорами, м	1,0—1,5	1,5—2,0	2—3

При перепадах температуры более 20° С для медных трубных проводок и более 32° С для остальных выполняют устройства для компенсации тепловых удлинений труб. В качестве основного элемента, компенсирующего тепловые удлинения трубных проводок, принят поворот труб. При использовании поворотов трубных проводок в целях самокомпенсации крепления устанавливают на расстояниях, указываемых в проектах. Установка крепежных скоб на изгибах труб не допускается. Крепление трубных проводок между глухими точками и поворотами выполняют скобами, обеспечивающими перемещение труб при изменении их длины.

В соответствии со СНиП III-34—74 при переходе через температурные швы зданий на металлических трубных проводках устанавливают П-образные гладкие компенсаторы (рис. 92). Радиус изгиба R трубы в таких компенсаторах равняется четырем ее наружным диаметрам D .

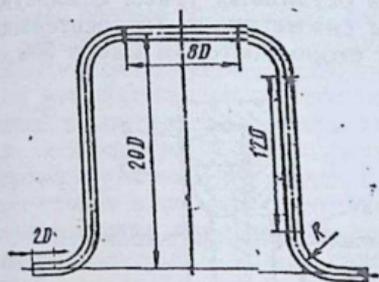


Рис. 92. П-образные гладкие компенсаторы:

D — наружный диаметр трубы, R — радиус изгиба трубы

На горизонтальных проводках; прокладываемых с уклоном, П-образные компенсаторы располагают так, чтобы они не являлись наивысшей или наименьшей точкой трубной проводки, и тем самым исключалась возможность накопления в них воздуха или конденсата. Перед соединением с трубными проводками П-образные компенсаторы предварительно растягивают, если температурный шов здания после монтажа будет сокращаться, или сжимают, если зазор температурного шва будет увеличиваться.

В стыках конструкций, по которым прокладывают трубные проводки (мостики и др.), предусматривают зазоры, компенсирующие тепловые изменения длины труб.

При установке П-образных компенсаторов на стене, имеющей температурный шов, крепления устанавливают по обе стороны компенсаторов на расстоянии 250 мм от мест изгиба.

§ 34. Требования к монтажу трубных проводок в особых условиях

Помещения пожаро- и взрывоопасных установок. Трубные проводки прокладывают так, чтобы пожаро- или взрывоопасные смеси не могли проникнуть по этим проводкам или вдоль них в другие помещения. Трубные проводки из одного помещения с пожаро- или взрывоопасными смесями в другое такое же помещение или в помещение с непожаро- и невзрывоопасными смесями прокладывают через уплотненные проходы в стенах и перекрытиях (рис. 93).

Уплотненные проходы для одиночных труб выполняют с помощью гильз и сальников. В помещениях классов П-I и В-I сальники устанавливают по обе стороны прохода (рис. 93, а); в помещениях классов В-Iа, В-II и В-IIа — только со стороны пожаро- или взрывоопасного помещения более высокого класса, а при одинаковых классах — со стороны помещения, содержащего пожаро- или взрывоопасные смеси более высокой категории и группы (рис. 93, б). К внешней поверхности каждой гильзы приваривают планку, препятствующую проворачиванию гильзы и выдергиванию из стены при протягивании через нее трубы.

Уплотненные проходы групповых трубных проводок, кроме проводок из нержавеющей стали, через внутренние стены помещений

с взрывоопасными смесями выполняют установкой в проеме стены стальной плиты с сваренными патрубками для трасс из водогазопроводных труб или с металлическими переборочными соединителями и прокладками (рис. 93, а) для остальных трасс. Стальную плиту устанавливают в проеме стены симметрично (относительно толщины стены) и уплотняют с обеих сторон бетоном марки 300 с

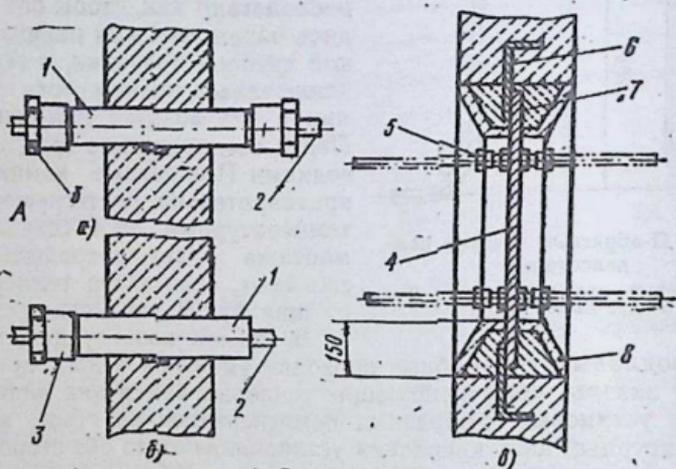


Рис. 93. Уплотненные проходы одиночной трубы через стены помещений классов П-1 и В-1 (а) и В-1а, В-1б и В-1в (б) и групповых трубных проводок через внутренние стены помещений с взрывоопасными смесями (в):

1 — гильза, 2 — труба, 3 — сальник, 4 — стальная плита, 5 — переборочный соединитель с прокладкой, 6 — уголок, 7 — бетон марки 300, 8 — мокрое торкретирование (А — взрывоопасное помещение более высокого класса или содержащее смесь более высокой категории)

облицовкой с каждой стороны мокрым торкретом из цементного раствора толщиной 40 мм с добавкой битумной эмульсии или жидкого стекла. Величина заделки плиты бетоном должна быть не менее 150 мм по периметру плиты.

Между переборочными соединениями и стальной плитой устанавливают прокладки из негорючих материалов: асбестового картона (ГОСТ 2850—80), медного отожженного листа (ГОСТ 24758—81), оцинкованного кровельного стального листа толщиной 0,5 мм (ГОСТ 19903—74 или 19904—74).

Уплотненные проходы групповых трубных проводок из нержавеющей сталей выполняют, заделывая в стены или перекрытия гильзы с сальниками, устанавливаемыми в помещениях всех классов по обе стороны прохода (см. рис. 93, а).

Выбросные трубные проводки должны выходить за пределы пожаро- или взрывоопасной зоны, а их монтаж необходимо выполнять так, чтобы исключалась возможность подсоса в них пожаро- или взрывоопасных смесей.

Проводки из металлических труб прокладывают вдали от сильных электрических полей.

Наружные трубные проводки. К трубным проводкам, прокладываемым снаружи производственных зданий и сооружений, предъявляют особые требования, вызванные условиями их эксплуатации.

Открытые трубные проводки в наружных установках должны обладать повышенной механической прочностью, чтобы противостоять воздействию ветра, гололеда и атмосферных осадков, характерных для данного района. Наружные проводки надежно защищают от низкой и высокой температур окружающего воздуха. Если температура окружающего воздуха может вызвать замерзание или загустевание вещества, заполняющего трубы, или выделить из него замерзающие компоненты, для обогрева проводок прокладывают специальные обогревные трубы. На обогреваемые и обогревные трубы накладывают тепловую изоляцию, которая должна обеспечивать предусмотренную расчетом теплопроводность, быть устойчивой против разрушающего действия воды и масел, механически прочной, огнестойкой, антисептической, легкой, простой в монтаже и демонтаже.

Тепловую изоляцию трубных проводок к приборам и средствам автоматизации, как правило, выполняют работники специализированных организаций, применяющие для этой цели теплоизоляционные изделия заводского изготовления (например, минераловатные скорлупы, цилиндры). Однако такие работы непосредственно контролируют работники организации, монтирующей систему автоматизации. При этом необходимо знать основные требования, предъявляемые к тепловой изоляции.

Конструкция тепловой изоляции обогреваемых и обогреваемых трубных проводок должна обеспечивать свободный доступ ко узлам трубной проводки, подлежащим контролю в процессе эксплуатации: к сужающим и отборным устройствам, конденсационным, уравнительным и другим сосудам, разъемным соединениям и отстыленным трубным проводкам, а также к приборам местного монтажа. Для проверки температуры обогреваемой трубной проводки в тепловой изоляции предусматривают через каждые 8—10 м закрывающиеся отверстия.

Если трубы проходят через зоны повышенного нагрева, в которых нарушается нормальное состояние вещества, заполняющего трубы, на них накладывают защитную тепловую изоляцию, которая также должна отвечать указанным выше требованиям.

Во избежание повреждения внутривзаводским транспортом наружные трубные проводки прокладывают над проезжими дорогами на высоте не менее 6 м от уровня дороги, а над железнодорожными полотнами — на высоте не менее 6 м от головки рельса.

Кислородные трубные проводки. Трубные проводки систем автоматизации, заполняемые газообразным кислородом, выполняют из стальных и медных труб. Специальные требования к кислородным трубным проводкам обусловлены высокой химической актив-

постью кислорода. Если на внутренней поверхности труб, предназначенных для транспортирования газообразного кислорода, обнаружено масло или другие жировые и смазочные материалы, такие трубы обезжиривают водными моющими растворами. Арматура и соединители кислородных трубных проводок также подлежат обезжириванию.

В цехах азотно-кислородных станций, в кислородно-распределительных пунктах импульсные трубные проводки прокладывают открыто по стенам или колоннам зданий, по технологическим трубопроводам с кислородом и т. д., а также скрыто в непроходимых каналах совместно с другими трубными проводками.

Совместно прокладывать импульсные кислородные трубные проводки в каналах с трубопроводами горючих жидкостей, газов и масел, а также в кабельных каналах с электрическими проводками не допускается. При пересечении кабельных каналов кислородные трубные проводки прокладывают через защитные трубы.

Расстояние между параллельно прокладываемыми кислородными импульсными трубными проводками и технологическими трубопроводами с горючими средами должно быть не менее 250 мм, а при их пересечении — 100 мм. Расстояние между параллельно прокладываемыми кислородными трубными проводками и электрическими должно быть не менее 100 мм, а при их пересечении — не менее 50 мм.

Наружные кислородные трубные проводки прокладывают по стенам и на эстакадах, при этом расстояние между кислородной трубной проводкой и проложенными трубопроводами с горючими средами должно быть не менее 250 мм.

При прокладке кислородных трубных проводок вблизи нагретых поверхностей с температурой выше 150°C расстояние между ними должно быть не менее 1 м.

Соединения труб кислородных трубных проводок выполняют, как правило, неразъемными (сваркой, пайкой); разъемные устраивают только в местах присоединения проводок к оборудованию, арматуре и приборам, при разветвлениях (посредством тройников или крестов) и в местах, не удобных для сварки и пайки.

Резьбовые соединения кислородных трубных проводок уплотняют промазкой их свинцовым глетом, замешанным на воде. Уплотняют их подмоткой льна, пеньки, а также промазкой суриком и другими материалами, содержащими масла и жиры, не допускается.

При применении соединителей с прокладками материал для последних выбирают в зависимости от давления кислорода в трубопроводе (асбестовый картон, паронит, фторопласт, плоские, ленточные или овальные прокладки из меди, латуни или нержавеющей стали).

Трубные проводки высокого давления. Монтируют их по рабочим чертежам проекта с обязательным соблюдением требований СНиП III-34—74 и специальных технологических инструкций. Эти работы выполняют под контролем и при участии ответственного инженерно-технического работника, назначенного приказом по

монтажному управлению на весь период монтажа трубных проводок высокого давления.

Перед сборкой трубных проводок со всех уплотнительных поверхностей труб, линз, фасонных деталей и арматуры удаляют консервирующую смазку. Непосредственно перед сборкой элементов трубных проводок и арматуры все уплотнительные поверхности тщательно промывают керосином и вытирают досуха чистыми тряпками. После этого проверяют чистоту внутренних поверхностей элементов трубных проводок и арматуры, о чем составляют соответствующий акт.

Уплотнительные линзы перед установкой на трубных проводках с рабочей температурой до 200° С (кроме трубных проводок, заполняемых кислородом) смазывают солидолом или другой консистентной смазкой. При этом не допускается засорять проход трубы. Линзы, монтируемые на трубных проводках с рабочей температурой выше 200° С, устанавливают на место сразу же после промывки и протирки, не применяя при этом смазки.

Элементы трубопроводов и арматуру до установки их в проектное положение собирают в укрупненные узлы и блоки. Укрупнительную сборку производят на деревянном настиле. При сборке особое внимание уделяют точному соответствию маркировки соединяемых элементов монтажной схеме. Всю укрупнительную сборку трубных проводок высокого давления, как правило, выполняют на разъёмных фланцевых и резьбовых соединениях. Применение неразъёмных сварных соединений при укрупнительной сборке и монтаже трубных проводок высокого давления допускается только в случаях, предусмотренных в рабочем проекте. Заменять фланцевые соединения сварными без разрешения проектной организации запрещается.

Сборку фланцевых соединений производят следующим образом: затяжку выполняют постепенно, поочередным при трех стяжных шпильках и переменным (крест-накрест) при четырех шпильках заворачиванием гаек во избежание перекоса соединения. Окончательно затягивают шпильки специальными гачными ключами с регулируемым крутящим моментом. Усилия затяжки шпилек должны соответствовать требованиям СНиП и проекта.

При затягивании шпилек следят за тем, чтобы фланцы были параллельны торцам труб и между опорными поверхностями фланца и гаек не было зазора. Проверяют параллельность и отсутствие зазора шупом с шаблоном. После окончательной затяжки фланцевого соединения проверяют правильность его сборки; измеряют зазор между торцами собираемых труб. Этот зазор, измеренный в трех точках по периметру соединения, должен соответствовать зазору, установленному нормами на фланцевые соединения.

Перед сборкой фланцевых соединений, уплотняемых на линзах, проверяют качество обработки линз и уплотнительных поверхностей труб и арматуры. Перед установкой на место линзы во фланцы вставляют две-три стяжные шпильки. Резьбу шпилек до их установки покрывают маслорафинной смесью (из расчета 70 частей по массе машинного масла и 30 ченуйчатого графита). После установ-

ки линзы трубы сближают и зажимают линзу между торцами элементов трубопроводов вставленными во фланцы шпильками. Гайки шпилек затягивают постепенно и в определенном порядке, рассмотренном выше, периодически проверяя параллельность фланцев.

Присоединения труб к местам отборов импульсов, приборам и средствам автоматизации могут быть разъёмными резьбовыми или фланцевыми. При этом фланцевые присоединения выполняют теми же элементами, что и фланцевые соединения, но стяжные шпильки заменяют упорными. Гнезда для упорных шпилек должны быть выдолблены в соответствии с действующими нормами.

При выполнении работ по прокладке, соединению труб и присоединению их к местам отбора импульсов принимают меры, обеспечивающие сохранность уплотнительных поверхностей, и не допускают засорения трубных проводов и арматуры.

Фланцевые соединения для труб D_y до 60 мм располагают от опоры (крепления) на расстоянии не менее 0,3 м, а при больших диаметрах условного прохода труб — 0,5 м, чтобы обеспечить удобные условия для монтажа и эксплуатации трубных проводов.

Неразъемные сварные соединения, предусмотренные проектом, выполняют с соблюдением следующих правил:

все электроды и флюсы не более чем за 2—3 ч до сварки просушивают при температуре 220—250° С;

если по технологической инструкции требуется подогрев трубы перед сваркой, трубу подогревают на длине, равной не менее трети толщине ее стенки;

при подогреве труб контролируют температуру с точностью $\pm 10^\circ \text{C}$;

при многослойных сварных швах перед наложением каждого нового слоя очищают уже наложенный слой от шлака и брызг и тщательно его осматривают для обнаружения непроваров, трещин и других дефектов сварного шва.

Трубные проводки низкого вакуума. Выполняют их из медных труб, а присоединяют к приборам специальными резиновыми вакуумными трубами (например, из резины марки 7889 ТУ МХП 38-105881—75). Резиновые трубы должны иметь полную строительную длину; соединять резиновые трубы между собой и устанавливать на них запорную арматуру не допускается. Непосредственно перед прокладкой медные трубы, арматуру и соединительные части очищают механическим путем от грязи и ржавчины, промывают водой, просушивают и продувают сжатым воздухом или инертным газом.

Если проектом предусмотрено травление труб, арматуры и соединительных частей, его выполняют с обязательной последующей нейтрализацией до полного обезжиривания внутренних поверхностей продувкой и просушкой. Продувают и сушат трубы подогретым воздухом (или инертным газом), очищенным от масла и пыли.

Трубные проводки выполняют на всем протяжении из труб одной марки и диаметра. Переход на другую марку или диаметр тру-

бы может быть произведен только в местах подключения проводов к приборам и средствам автоматизации.

Соединения трубных проводок и присоединения их к приборам должны быть выполнены особенно тщательно во избежание нагнетания воздуха внутрь проводок (под давлением внешней среды) выше норм, установленных для данных технологических трубопроводов и оборудования.

Соединения труб для вакуумных проводок могут быть разъемными или неразъемными. Разъемные соединения труб выполняют фланцевыми или с помощью трубных соединителей. Фланцевые соединения при температуре от -20 до $+130^{\circ}\text{C}$ уплотняют резиновыми прокладками, при температуре от -75 до 200°C — фторопластовыми.

Напосовывают фланцы (надевают на трубы) с помощью приспособлений, обеспечивающих перпендикулярность плоскости фланца оси трубы. Положение напосованных фланцев на трубе фиксируют короткими сварными швами — прихватками. Выполняют прихватки те же сварщики, которые сваривали стыки. Неразъемные соединения трубных проводок низкого вакуума соединяют сваркой или пайкой.

Монтаж трубных проводок высокого давления (свыше 10 МПа) и низкого вакуума (абсолютное давление более $4,66\text{ кПа}$) является особо ответственным и его должен выполнять высококвалифицированный персонал, имеющий достаточный опыт и необходимые знания.

§ 32. Монтаж пневмокабелей

Пневмокабели в основном применяют для прокладки магистральных проводок большой протяженности. Одиночные проводки небольшой протяженности (например, для подачи командного давления на исполнительные механизмы, отбора импульсов давления от первичных приборов, установленных вблизи технологического оборудования) выполняют из отдельных металлических или полиэтиленовых труб, которые сводят в соединительные коробки и с помощью переборочных трубных соединителей 2 (рис. 94) сочленяют с трубами 7 пневмокабеля.

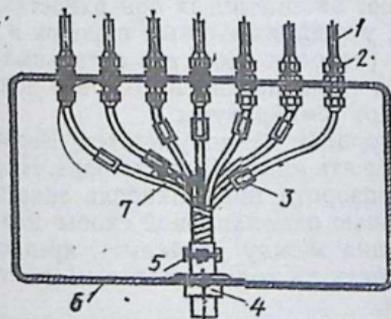


Рис. 94. Соединение пневмокабеля с трубами в сборной соединительной коробке:

1 — труба металлическая или полиэтиленовая, 2 — соединитель, 3 — бирка, 4 — втулка, 5 — полоса с пружкой, 6 — соединительная коробка, 7 — труба пневмокабеля

Малоканальные (семитрубные) пневмокабели соединяют с многоканальными (двенадцатитрубными) магистральными, передающими пневматические импульсы на центральный щит, в

сборных проходных коробках металлическими или пластмассовыми трубными соединителями.

При прокладке и креплении магистрального пневмокабеля выполняют те же операции, что при монтаже электрического кабеля (см. § 35). Способы прокладки и крепления небронированного и бронированного пневмокабелей разные.

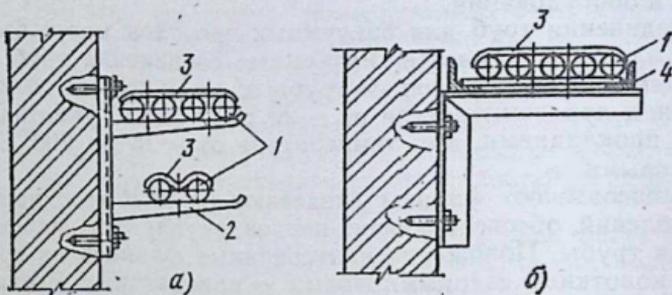


Рис. 95. Примеры прокладки и крепления небронированного пневмокабеля на перфорированных кабельных полках (а) и на лотках (б):

1 — пневмокабель, 2 — полка, 3 — скобы, 4 — лоток

Небронированный пневмокабель 1 (рис. 95, а) прокладывают на перфорированных кабельных полках 2, металлических конструкциях, в коробах или лотках 4 (рис. 95, б). Крепят кабель монтажными скобами 3. Одиночные кабели прокладывают на уголках и крепят стальными полосками, пружками или скобами. Бронированный пневмокабель, как правило, прокладывают на конструкциях или подвешивают на тросах.

При температуре окружающей и транспортируемой среды 40°C и более небронированные и бронированные пневмокабели на горизонтальных участках прокладывают на сплошных поверхностях. На прямолинейных участках трассы, у соединительных коробок и шитов пневмокабель крепят жестко (неподвижно), а в остальных местах крепления должны допускать смещение пневмокабеля при изменении его длины в зависимости от температуры.

Крепить пневмокабель на поворотах не допускается. Вершина поворота пневмокабеля должна лежать на свободной опоре. На расстоянии $0,5\text{--}0,7$ м от вершины поворота пневмокабель закрепляют свободным креплением с помощью однолапковой скобы или хомута большего размера. Расстояния между точками крепления пневмокабелей не должны превышать на горизонтальных участках $0,5\text{--}0,7$ м, на вертикальных — 1 м.

При монтаже пневмокабелей во взрыво- и пожароопасных помещениях и наружных установках необходимо, чтобы транспортируемая среда не была горючей. Броню бронированных пневмокабелей, а также металлоконструкций, по которым пневмокабели прокладываются, заземляют. Между собой пневмокабели соединяют с помощью соединительных коробок.

Проходы пневмокабелей через стены и перекрытия выполняют открытыми или уплотненными. Открытые проходы пневмокабелей через внутренние стены помещений с нормальной средой выполняют гильзами, которые заделывают в стены, и устанавливают на обоих концах каждой гильзы пластмассовые втулки 2 (см. рис. 86).

Уплотненные проходы пневмокабелей устраивают в тех случаях, когда по условиям эксплуатации смежные помещения не должны сообщаться между собой (например, когда оба помещения или одно из них относятся к категории взрыво- или пожароопасных).

Уплотненные проходы пневмокабелей через стены помещений с взрывоопасной средой (рис. 96, а) выполняют посредством стальной плиты с металлическими переборочными соединителями 2. Концы пластмассовых труб пневмокабеля в местах их подсоединения к переборочным соединени-

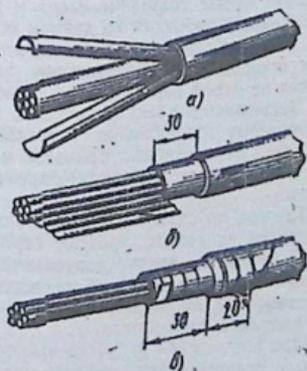
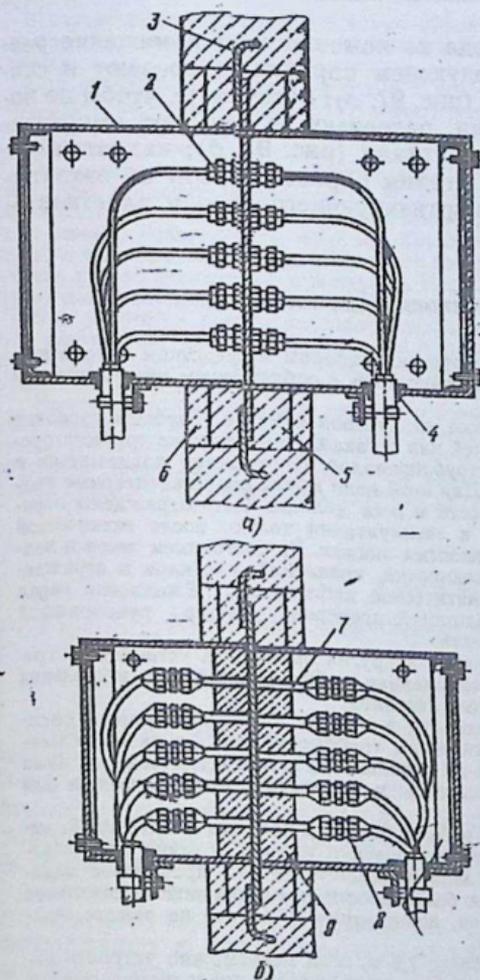


Рис. 96. Уплотненные проходы пневмокабелей через стены помещений с взрыво- (а) и пожароопасной (б) средами:

1 — коробка с плитой, 2 — соединитель с прокладкой, 3 — уголок, 4 — втулка, 5 — бетон марки 300, 6 — кольцо торкретирования, 7 — патрубок, 8 — проходной соединитель, 9 — цементный раствор марки 10

Рис. 97. Разделка пневмокабеля:

а — снятие защитной пластмассовой оболочки, б — снятие амортизирующего слоя сырой резины и миткаля, в — наложение бандаж

ям защищают металлической коробкой, приваренной к стальной плите. Уплотненные проходы пневмокабелей через стены помещений с пожароопасной средой выполняют также посредством стальной плиты (рис. 96, б). Но в данном случае переборочные соединители заменяют патрубками 7 и проходными соединителями 8. Кроме того, по обе стороны стальной плиты наносят цементный раствор.

Для подключения и перехода из помещения в помещение раздельно пневмокабель в следующем порядке: разрезают и снимают пластикатовую оболочку (рис. 97, а); осторожно, чтобы не повредить полиэтиленовые трубки, разрезают и снимают амортизирующий слой сырой резины и миткала (рис. 97, б); накладывают бандаж из изоляционной ленты таким образом, чтобы он захватывал оголенные трубки, пояс амортизирующего слоя и пластикатовую оболочку (рис. 97, в).

§ 33. Правила техники безопасности

Работы по монтажу трубных проводок к приборам и средствам автоматизации сложны и небезопасны, их следует выполнять с соблюдением правил техники безопасности.

Гнутье и перерезку труб выполняют на нулевой отметке. Трубные проводки на высоте маркируют с лесов, подмостей или эстакад. При монтаже трубных проводок на эстакадах технологических трубопроводов запрещается подниматься в спускаться по конструктивным эстакадам. Для этой цели применяют инвентарные подмости, снабженные лестницами. Подмости и леса должны быть ограждены перилами. Леса и подмости допускаются к эксплуатации только после технической приемки их по акту специально назначенными лицами. За состоянием лесов и подмостей, в том числе за состоянием соединений, креплений, настилов и ограждений, должно быть установлено систематическое наблюдение. Ежедневно перед началом смены состояние лесов и подмостей проверяет мастер, руководящий монтажными работами на данном объекте.

Работа на лесах, подмостях, эстакадах и других временных устройствах требует осторожности. Недопустима одновременная работа в двух или нескольких ярусах по одной вертикали без сплошных настилов.

Запрещается крепить настилы, подмости и краны непосредственно к смонтированной оборудованию и технологическим трубопроводам. До окончательного закрепления трубных проводок или их отдельных узлов находиться под ними людям запрещается. В зимнее время настилы и подмости посыпают песком или шлаком.

Подъем, спускание и перемещение трубных блоков и несущих конструкций, выполняемые на высоте, требуют строгого соблюдения правил техники безопасности. К работе на высоте допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и обучение по технике безопасности и получившие специальное удостоверение. Медицинский осмотр лиц, допущенных к работе на высоте, должен ежегодно повторяться.

При выполнении работ на высоте более 1,5 м, если невозможно устроить настилы с ограждениями, рабочие должны быть снабжены предохранительными поясами. Места закрепления цепи (каната) предохранительного пояса указывает рабочему перед началом работы производитель работ или мастер. Предохранительные пояса должны быть снабжены паспортами и бирками. Пользоваться поясами, на которые нет паспортов, запрещается. Карабин предохранительного пояса должен иметь крепкую запирающую пружину. Применять карабины со слабой или сломанной запирающей пружины не допускается. Предохранительные пояса через каждые 6 месяцев испытывают на статическую нагрузку 30 Н в течение 5 мин.

Раздвижные лестницы-стремянки должны иметь устройства, которые исключают возможность их самопроизвольного раздвижения. Приставные лестницы, устанавливаемые в местах движения транспорта или людей, ограждают или ох-раняют.

Для переноски и хранения инструментов, болтов, гаек и других мелких деталей работающие на высоте должны быть снабжены индивидуальными ящичками или сумками. Запрещается бросать вниз инструменты или какие-либо другие предметы.

В случае гололеда, сильного ветра (более 6 баллов), снегопада или дождя выполнять монтаж трубных проводок на высоте на открытом воздухе не до-пускается.

При прокладке трубных проводок в непосредственной близости от дейст-вующих электропроводок, когда расстояние от них меньше длины наибольшего бло-ка труб, производить работы по монтажу таких блоков при включенном напря-жении запрещается.

При работе с поршневым монтажным пистолетом в связи с его повышенной опасностью исполнитель обязан строго соблюдать специальные правила техники безопасности. При этом необходимо учитывать, что исполнитель отвечает не толь-ко за личную безопасность, но и за обеспечение безопасности работающих сов-местно с ним людей. Заряжать пистолет следует только у места забивки дюбеля и после полной подготовки к выстрелу. Нельзя направлять пистолет на себя или других лиц независимо от того, заряжен он или нет.

При работе на высоте пистолет прикрепляют к поясу прочным ремнем. При этом исполнитель должен использовать только устойчивые основания (леса, выш-ки и т. п.) с ограждениями. Работать с лестниц, стремянок и других малоустой-чивых оснований запрещается.

Нельзя забивать дюбель в хрупкие основания, дающие острые осколки (кера-мику, чугун и т. п.), и твердые разрушающиеся (гранит, базальт, закаленную сталь). При осечке открывать пистолет не разрешается, нужно 2—3 раза оттянуть спусковой рычаг. При вторичной осечке выдерживают пистолет прижатым в те-чение 20 с, затем открывают его и удаляют патрон.

Глава IX

МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

§ 34. Требования к прокладке электрических проводок

Электрические проводки к приборам и средствам автоматиза-ции прокладывают по кратчайшему расстоянию между соединяе-мыми приборами с минимальным числом поворотов параллельно стенам и перекрытиям и во избежание электрических помех по воз-можности дальше от технологического оборудования, электрообору-дования, силовых и осветительных линий.

Места прокладки электрических проводок должны быть доступ-ны для монтажа и обслуживания. Особо повышенные требования предъявляют к прокладке измерительных электрических проводок в связи с тем, что нарушение правил их прокладки может приве-сти к снижению точности показаний всей измерительной системы, а в отдельных случаях — к выходу ее из строя.

Если специальных указаний в проекте нет, кабели с металли-ческими оболочками к приборам и средствам автоматизации про-кладывают на расстоянии в свету не менее 100 мм от параллельно проложенных кабелей другого назначения, а кабели с неметалли-

ческими оболочками для измерительных цепей автоматизации — на расстоянии не менее 50 мм от других кабелей к приборам и средствам автоматизации.

При параллельной прокладке с трубопроводами, заполненными горячей жидкостью, электрические проводки надежно защищают от воздействия высокой температуры.

Пересечения кабелями и проводами систем автоматизации трубопроводов можно выполнять на расстоянии не менее 50 мм от них, а от трубопроводов с горючими жидкостями — не менее 100 мм.

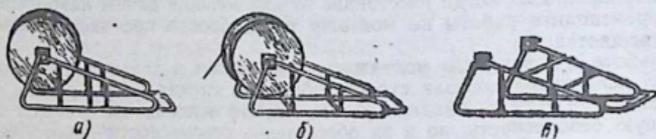


Рис. 98. Приспособление для подъема барабанов с кабелем и раскатки:

а — подготовленное для подъема барабана в вертикальном положении, б — то же, в рабочем положении, в — конструкция приспособления

Если нельзя выполнить эти требования, кабели и провода прокладывают в этих местах в бороздах, изоляционных или защитных металлических трубах. В местах пересечения с трубопроводами, несущими химически активные вещества, кабели защищают гильзами из водогазопроводных труб, закрепляемыми на несущих конструкциях.

Электрические проводки надежно защищают от сотрясения, вибрации или механических повреждений, а также от вредных влияний влаги, агрессивных газов и пыли.

Для защиты от механических повреждений и воздействий окружающей среды электрические проводки прокладывают в коробах, гибких металлических рукавах, пластмассовых или стальных трубах. Стальные трубы в целях экономии металла применяют только в случаях, обоснованных в проекте.

Кабели рекомендуется прокладывать при положительной температуре окружающего воздуха. Перед раскаткой барабан устанавливают так, чтобы кабель раскатывался в сторону, обратную указательным стрелкам на щеках барабана. Для облегчения сматывания кабеля барабаны устанавливают на специальные кабельные домкраты (рис. 98).

Зимой перед раскаткой кабели прогревают в теплых помещениях (при температуре 5—10°С не менее 3 сут, при 10—25°С не менее 1,5 сут) или подключением к сварочному трансформатору. Для электропрогрева внутренний конец кабеля на барабане разделяют, соединяют между собой все жилы и герметизируют это соединение. Наружный конец разделяют в виде концевой заделки в стальной воронке, заливаемой морозостойкой кабельной массой, и подключают к сварочному трансформатору. После отключения от сети в течение 40 мин прогретый кабель должен быть размотан.

При температуре окружающего воздуха во время прокладки ниже -10°C или при более длительном времени раскатки (>40 мин) прогревание ведут и в процессе прокладки.

Кабели с резиновой изоляцией в поливинилхлоридной или свинцовой оболочке допускается прокладывать без предварительного подогрева, если температура окружающего воздуха в течение суток до начала прокладки не понижалась (хотя бы временно) ниже -15°C (-20°C).

§ 35. Прокладка кабелей в производственных помещениях и по территории промышленных предприятий

Кабели к приборам и средствам автоматизации в производственных помещениях прокладывают открыто (по стенам, перекрытиям и колоннам) или скрыто (в каналах). По территории промышленных предприятий их также прокладывают открыто (на эстакадах или несущих конструкциях) и скрыто (в туннелях либо непосредственно в земле).

Перед прокладкой проверяют состояние кабелей на барабанах путем наружного их осмотра. Затем с помощью мегаомметра определяют целостность изоляции жил.

Для прокладки кабелей применяют несущие конструкции (рис. 99), собираемые из перфорированных металлических профилей, и крепежные детали (скобы, болты, гайки и шайбы). Однотельные кабели прокладывают на крючках-подвесах 4 (см. рис. 91), закрепляемых в стойках.

Кабели наружным диаметром более 18 мм, прокладываемые горизонтально или вертикально, должны иметь опоры не реже чем через каждый метр. При этом кабели, прокладываемые на горизонтальных, прямолинейных участках, на опорах не крепят, а кабели, прокладываемые на вертикальных участках, крепят на каждой опоре. Кабели наружным диаметром менее 18 мм, прокладываемые горизонтально или вертикально, должны иметь опоры не реже чем через 0,5 м. При этом на прямолинейных горизонтальных участках их закрепляют через одну-две опоры, а на вертикальных — на каждой опоре. Пример прокладки и крепления кабелей на конструкциях показан на рис. 100.

Независимо от расстановки опорных кабельных конструкций кабели закрепляют на расстоянии не более 0,5 м от соединительных коробок, муфт и концевых заделок. При закреплении небронированных кабелей соблюдают осторожность, чтобы не повредить их оболочку. Для этой цели применяют эластичные прокладки под опоры и скобы, которые должны быть шире опор и скоб на 5—6 мм.

Кабели с поливинилхлоридной оболочкой, проходящие в помещениях, прокладывают в местах, где они не могут быть повреждены грызунами, или защищают их коробами или сетками.

Кабели в полу и междуэтажных перекрытиях прокладывают в кабельных каналах или трубах.

Кабели и провода к приборам и средствам автоматизации, прокладываемые совместно с силовыми и контрольными кабелями другого назначения, в кабельных каналах и туннелях располагают на противоположных стенах каналов и туннелей.

Перед рытьем траншеи для прокладки кабелей в земле ее трасса после разбивки (наметки) геодезистами должна быть принята ответственным руководителем монтажных работ совместно с пред-

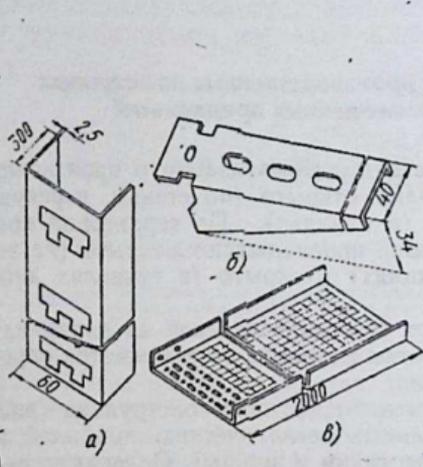


Рис. 99. Металлоконструкции, применяемые для прокладки электрических проводов:
а — стойка, б — полка, в — лоток

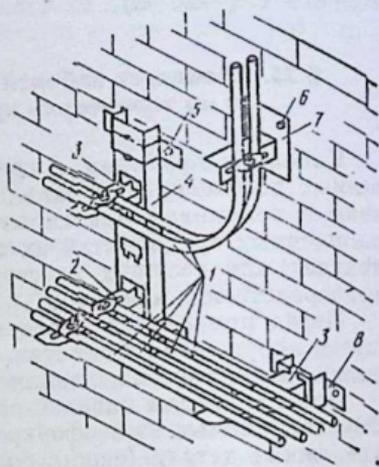


Рис. 100. Прокладка кабелей по конструкциям:
1 — кабели, 2 — безлапковая скоба, 3 — полки с перфорацией, 4 — стойка, 5 — скоба, 6 — дюбель, 7 — кронштейн, 8 — основание одиночной полки

ставителем заказчика. В процессе приемки проверяют соответствие геодезической разбивки проекту и наличие отметок в местах пересечения трассой трубопроводов, колодцев и других подземных устройств. Траншеи должны быть полностью подготовлены к началу укладки кабеля: дно очищено от камней, комьев земли и строительного мусора, посыпано рыхлой землей слоем толщиной не менее 100 мм; в местах пересечения с другими подземными коммуникациями и дорогами должны быть заложены асбестоцементные или бетонные трубы для защиты кабелей от возможных повреждений при ремонте соседних коммуникаций.

Для механизации работ по прокладке кабеля в траншеях длиной более 50 м применяют ручные или электрические лебедки, а на протяженных линиях — кабельные транспортеры. На последних устанавливают на кабельных домкратах один или два барабана с кабелем, который разматывается с барабана по мере удлинения транспортера, медленно передвигающегося параллельно траншее.

Глубина заложения кабельных линий от планировочной отметки должна составлять 0,7 м. В виде исключения допускается умень-

шать глубину заложения кабелей до 0,5 м на участках длиной до 5 м при вводе кабелей в здания, а также в случаях пересечения их с подземными сооружениями при условии защиты кабелей от механических повреждений (например, путем прокладки в трубах). В районах вечной мерзлоты или с тропическим климатом глубина заложения кабелей принимается в соответствии с проектом. Кабели укладывают с запасом по длине (змейкой) 1—3%, достаточным для компенсации возможных смещений почвы и деформаций, вызванных изменением температуры внешней среды.

Во избежание повреждения оболочки и изоляции кабели засыпают мелкой землей, толщина слоя которой должна быть не менее 100 м. На участках, где возможны механические повреждения кабелей (например, в местах частых раскопок), последние защищают плитами или красным кирпичом, уложенным в один слой поперек трассы кабелей.

На прокладку кабелей в земле составляют акт на скрытые работы по установленной форме.

§ 36. Прокладка электрических проводов в защитных трубах, лотках и коробах

Для защиты от механических повреждений или воздействия внешней среды электрические проводки к приборам и средствам автоматизации прокладывают в стальных или пластмассовых трубах, лотках и коробах.

Стальные трубы. Наибольшее применение для этой цели получили тонкостенные (легкие) стальные водогазопроводные трубы, использующиеся для открытых и скрытых внутренних и наружных электропроводок во всех установках и средах (кроме взрывоопасных, где применяют стальные водогазопроводные обыкновенные трубы). Реже используют стальные электросварные трубы, которые разрешены только для электропроводок в сухих, жарких, влажных и пыльных помещениях (см. табл. 4).

Защитные трубные проводки во всех случаях, где это возможно, монтируют крупными блоками, изготовленными и собранными в заготовительных мастерских монтажных управлений. Форма защитных трубных проводок должна быть максимально приближена к прямой линии.

Максимальные радиусы изгиба защитных труб принимают в зависимости от вида прокладки электропроводок: для открытой прокладки установочных проводов — не менее четырех наружных диаметров трубы, для скрытой — не менее десяти. В виде исключения при скрытой прокладке установочных проводов в случаях, когда вскрытие защитного трубопровода не представляет особых затруднений, допускается радиус изгиба, равный шести наружным диаметрам трубы.

Работы по заготовке защитных труб выполняют, как правило, в монтажно-заготовительных мастерских, однако в отдельных случаях (например, для обхода непредусмотренного проектом препят-

ствия) бывает необходимо произвести нарезку, райберовку или другие операции непосредственно на площадке.

Для нарезания резьбы и райберовки водогазопроводных труб в условиях монтажной площадки применяют приспособление с трещоткой (рис. 101), размещенное в специальном ящике. Оно состоит из приводной рукоятки 1 с трещоткой, которая комплектуется шестью обоймами с плашками для нарезания трубной цилиндрической

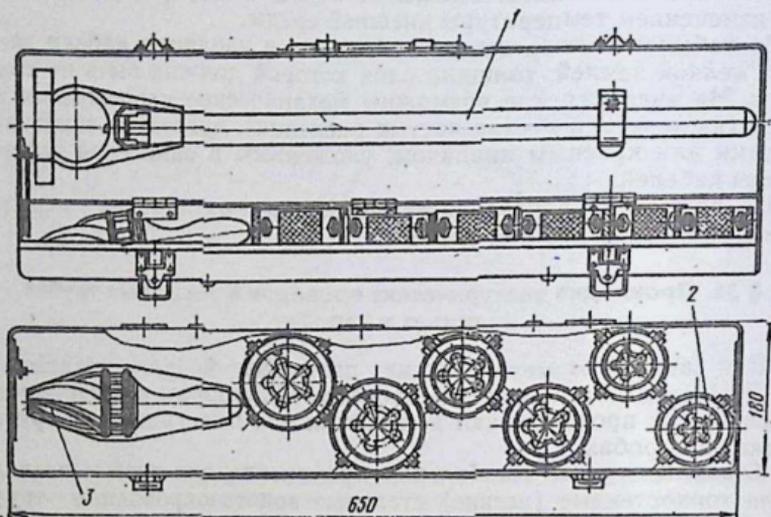


Рис. 101. Приспособление для нарезания и райберовки труб:

1 — приводная рукоятка, 2 — обоймы, 3 — райбер

для конической резьбы 1/2"; 3/4"; 1", а также райбером для снятия заусенцев с внутренней кромки труб размером до 2". Для нарезания резьбы в головку приводной рукоятки вставляют обойму 2 с соответствующей плашкой. Обойма обеспечивает не только установку плашки, но и ее центрирование относительно обрабатываемой трубы. Для райберовки концов труб в приводную рукоятку вставляют райбер 3, снабженный рукояткой для его центрирования при вводе в обрабатываемую трубу. Усилие, с которым райбер обрабатывает трубу, увеличивается пропорционально усилию, прилагаемому к приводной рукоятке.

Неразъемные соединения защитных труб выполняют электрической сваркой. Такие соединения при толщине стенок труб более 2 мм разрешены в помещениях всех классов, кроме взрывоопасных. Во всех случаях сварку производят только с использованием накладной муфты. Технология выполнения неразъемных соединений стальных труб была рассмотрена в § 29.

Разъемные соединения водогазопроводных защитных труб выполняют с помощью соединительных частей стальных (ГОСТ

8965—75) или из ковкого чугуна (ГОСТ 8943—75) с цилиндрической резьбой, протяжных коробок и муфт с накатной резьбой.

Во влажных, пыльных, сырых и особо сырых помещениях и помещениях с химически активной средой соединительные части устанавливаются с уплотнением резьб, а протяжные коробки (рис. 102) — с уплотнением мест ввода труб в коробки с помощью сальников, представляемых в комплекте с коробками. Резьбовые соединения уплот-

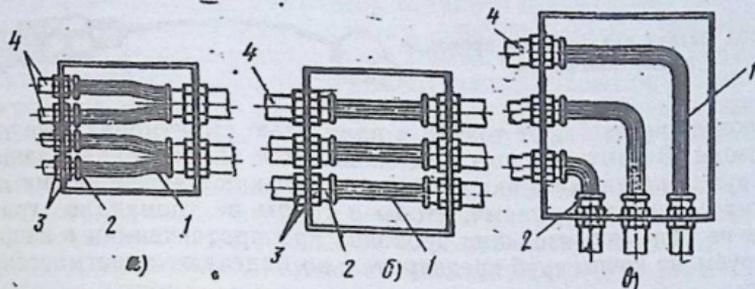


Рис. 102. Протяжные коробки для электропроводок, прокладываемых в защитных трубах:

а — переходная, б — протяжная, в — угловая протяжная; 1 — провода или кабели, 2 — сальники, 3 — гайки, 4 — защитные трубы

няют льняной пряжей, пропитанной суриком или белилами, тертым на олифе. В сухих и жарких помещениях с нормальной средой соединительные части, электрофитинги и протяжные коробки не уплотняют.

При переходе защитных трубопроводов из сухих помещений в сырые или из отапливаемых помещений в неотапливаемые в трубах образуется конденсат. Во избежание повреждений изоляции электрических проводов конденсат отводят, для чего защитные трубопроводы прокладывают с уклонами, значение которых определяют в зависимости от местных условий, но не менее 1 : 100. Для отвода конденсата используют также тройниковые и крестовые соединительные части. Со стороны сырых или неотапливаемых помещений на защитных трубопроводах устанавливают водосборные трубки, а со стороны сухих или отапливаемых — разделительные уплотнения.

Открыто проложенные стальные трубы крепят скобами (см. рис. 91) или хомутами. Расстояние между креплениями открыто проложенных защитных труб на горизонтальных и вертикальных участках зависит от внутреннего диаметра трубы:

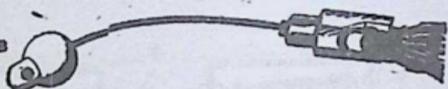
Внутренний диаметр трубы, мм (дю)	20 (3/4")	40 (1 1/2")	50 (2")
Расстояние между креплениями, м	2,5	3,0	4,0

Кроме того, открытые электропроводки в защитных трубах дополнительно закрепляют на расстоянии не далее чем на 0,8 м от приборов, аппаратуры, исполнительных механизмов и т. п. и не да-

лее чем на 0,3 м от протяжных коробок. Гибкие металлические рукава закрепляют через каждые 0,5—0,75 м.

Защитные трубопроводы, прокладываемые открыто, защищают от коррозии путем окраски их внутренней и наружной поверхностей битумным № 177 или каменноугольным лаком. Окрашивают также скобы, метизы, соединительные части и несущие конструкции, если они не имеют гальванических антикоррозионных покрытий.

Рис. 103. Захват для затяжки проводов в защитные трубы



Провода протягивают только в полностью смонтированные трубопроводы. Открытые концы проложенных и закрепленных защитных труб до протяжки в них проводов закрывают деревянными или пластмассовыми заглушками, чтобы в трубы не попадала грязь. Чтобы не повредить изоляции проводов при протягивании в защитные трубы, на концы труб предварительно надевают пластмассовые втулки.

Перед затягиванием проводов защитный трубопровод очищают внутри и снаружи и продувают сжатым воздухом, а затем вдувают в него тальк.

Затягивание проводов в смонтированный трубопровод — одна из самых трудоемких операций при монтаже. Во время прокладки в защитные трубопроводы затягивают стальную проволоку диаметром 1—2 мм или стальной трос таким образом, чтобы его концы выступали из концов трубопровода. На одном из выступающих концов делают петлю, к которой привязывают подготовленные для протяжки провода, собранные в жгут (процесс изготовления жгута из проводов и работа жгутовальной машины — см. § 19). Конец жгута из проводов привязывают к проволоке или тросу. Если проводов в жгуте немного, его протягивают вручную, а если много — ручной лебедкой. Для облегчения затяжки проводов в защитные трубы могут быть использованы специальные захваты (рис. 103).

Для удобства эксплуатации и замены в случае необходимости отдельных поврежденных проводов по мере протягивания в трубопровод освобождают жгут от перевязок из шпагата.

Провода, проложенные в защитных трубах, которые расположены вертикально или под углом до 45° к горизонтальной плоскости, при длине вертикального участка более 20 м закрепляют зажимами или другими устройствами, помещаемыми в протяжных коробках или электрофитингах.

Во избежание попадания влаги внутрь трубопровода провода затягивают в сухую погоду и закрывают все крышки протяжных коробок сразу же после окончания протяжки.

Пластмассовые трубы. Защита электрических проводов винилпластовыми (поливинилхлоридными) трубами была начата в последние годы. Винилпласт водостоек и негорюч, обладает высокой механической прочностью, хорошо обрабатывается на металлооре-

жущих станках, сваривается и склеивается, химически стоек к воздействию агрессивных сред. Недостатки винипласта: слабая сопротивляемость удару, низкая теплостойкость, хрупкость при температуре ниже нуля и большой коэффициент линейного расширения.

Физико-механические свойства винипласта позволяют применять винипластовые трубы для защиты открытых электропроводок в сухих, влажных, сырых, особо сырых и пыльных помещениях, а также в помещениях с химически активной средой только по несгораемым и трудносгораемым стенам, перекрытиям и конструкциям. Скрытую электропроводку в винипластовых трубах по сгораемым стенам, перекрытиям и конструкциям прокладывают по слою листового асбеста толщиной не менее 3 мм или по штукатурке толщиной не менее 5 мм, а затем трубы заштукатуривают слоем штукатурки не менее 10 мм.

Скрытые электропроводки в полах помещений выполняют в толще подготовки полов на глубине, обеспечивающей замоноличивание труб слоем бетонного раствора толщиной не менее 20 мм.

Защитные винипластовые трубы запрещается применять во взрыво- и пожароопасных помещениях, в детских яслях и садах, пионерских лагерях, больницах, на чердаках, в животноводческих помещениях совхозов и колхозов, а также выполнять открытую прокладку защитных винипластовых труб в зрительных залах, на сценах и в кинобудках зрелищных предприятий и клубов.

Температура окружающей среды в помещениях, где прокладывают винипластовые трубы, должна быть в пределах от -20 до $+60^{\circ}\text{C}$.

В настоящее время выпускают комплекты нормализованных элементов винипластовых труб и некоторых установочных изделий к ним. В такие комплекты кроме труб входят протяжные пластмассовые коробки, клицы для подвижного крепления труб, винипластовые соединительные муфты и отводы, уплотнительные втулки, а также клсы БМК-5К в трубах.

Монтаж электрических проводок систем автоматизации в защитных винипластовых трубах выполняют в основном в соответствии с правилами для электропроводок в стальных трубах, но есть существенные отличия в технологии их монтажа. Вследствие большого коэффициента линейного расширения винипластовых труб наименьшие требуемые расстояния между ними и трубами отопления и горячего водоснабжения при параллельной прокладке должны быть не менее 100 мм, при пересечении — не менее 50 мм.

При монтаже открыто прокладываемых электропроводок в защитных винипластовых трубах предусматривают компенсацию температурных изменений длины трубопроводов элементами самого трубопровода (отводами, углами, «утками») и установкой подвижных креплений в отдельных местах трассы для свободного перемещения труб вдоль своей оси. Подвижные крепления осуществляют с помощью клиц, закрепляемых дюбелями к строительным основаниям, и металлических скоб, но при условии соблюдения мер, исключающих повреждение пластмассовых труб. Одиночную трубную

проводку крепят с помощью Z-образного металлического профиля и однолапковых скоб так, как показано на рис. 85, а. Чтобы не повредить трубу, под скобы подкладывают прессшпан, резину или подматывают изоляционную ленту.

Неподвижные крепления располагают, как правило, у ввода труб в приборы, протяжные и соединительные коробки, а также при вертикальной прокладке труб, чтобы избежать их смещения.

Механическая прочность винипластовых труб резко снижается при повреждении их поверхности, поэтому при обработке и монтаже трубы предохраняют от глубоких рисок, надрезов и т. п. Поврежденные участки удаляют. В местах возможных механических повреждений трубы защищают съемными щитками из перфолотка или уголка, а при выходе проводки из бетонной подливки пола на стену винипластовую трубу заменяют стальной.

Соединения винипластовых труб выполняют разъемными негерметичными только в сухих помещениях при отсутствии пыли. В остальных случаях выполняют неразъемные герметичные соединения на клею. Склеивают трубы клеем БМК-5К в помещении, защищенном от атмосферных осадков, при температуре окружающего воздуха 5—30° С. Время отверждения клея при температуре 20° С не более 4 мин.

Винипластовые трубы, поставляемые в комплекте, на одном конце имеют раструб, в который вставляют соединяемые с ними элементы (трубы, уголки). Склеивают раструбные соединения в такой последовательности. Наружную поверхность конца соединяемой трубы и внутреннюю поверхность раструба зачищают мелкой наждачной бумагой до исчезновения глянца. Склеиваемые поверхности протирают ацетоном для устранения жировых пятен и загрязнений. Затем на подготовленные поверхности равномерно тонким слоем наносят клей и вводят прямой конец трубы в раструб, не допуская при этом вращения. В заключение удаляют лишний клей, вытесненный из зазора между склеиваемыми поверхностями. Детали после склеивания выдерживают в покое не менее 2 ч и могут транспортироваться не ранее чем через 24 ч.

Лотки (см. рис. 99, в). Используют для открытой прокладки проводов или кабелей малого сечения в сухих и непыльных помещениях. Изготавливают их из листа с отверстиями (просечного листа). Выводы проводов и кабелей из лотков осуществляют в защитных трубах и гибких металлических рукавах. Провода и кабели крепят к лоткам нормализованными скобами через просечные отверстия в металле лотка.

Короба. Конструкция коробов была рассмотрена в § 28 (см. рис. 82). В проектах, как правило, предусматривают прокладку коробов по кратчайшим расстояниям и в местах, доступных для монтажа, обслуживания и ремонта, чтобы обеспечить свободный доступ к крышкам и люкам, а также к коробам для укладки и протяжки проводов и кабелей. Минимальные расстояния (мм) между параллельно проложенными коробами, а также от коробов до конструкций зданий и технологических трубопроводов следующие:

Между параллельно проложенными коробами, а также от коробов до стен, колонн, стоек, эстакад и других вертикальных элементов зданий и сооружений	50
От коробов до технологических трубопроводов, проходящих:	100
под коробами	250
над коробами	300
От коробов до горячих трубопроводов, проходящих под и над коробами	300

Короба, проложенные параллельно горячим трубопроводам или пересекающие их, защищают от воздействия высоких температур экранами.

Во влажных помещениях и на открытом воздухе короба уста-

навливают с уклоном для стока конденсата, который определяют в зависимости от местных условий, но он должен быть не менее 1 : 100. В нижних точках коробов, проложенных с уклоном, предусматривают отвод конденсата через отрезок водопроводной трубы длиной 0,5—0,6 м, приваренный к отверстию в дне короба.

Короба прокладывают на опорных (несущих) конструкциях, располагаемых на расстоянии до 2 м друг от друга. Опорные конструкции крепят к основаниям приваркой к закладным частям, пристрелкой дюбелями, болтовыми соединениями или вязкой. Короба к опорным конструкциям крепят болтовыми соединениями. Внутренние поверхности коробов и протяжных коробок, особенно в местах стыков и у сварных швов, не должны иметь заусенцев, острых кромок и других дефектов, которые могут повредить изоляцию проводов и кабелей. Провода и кабели укладывают только в полностью установленные короба.

В коробах разрешается прокладывать провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией (в том числе и экранированные), а также не бронированные кабели.

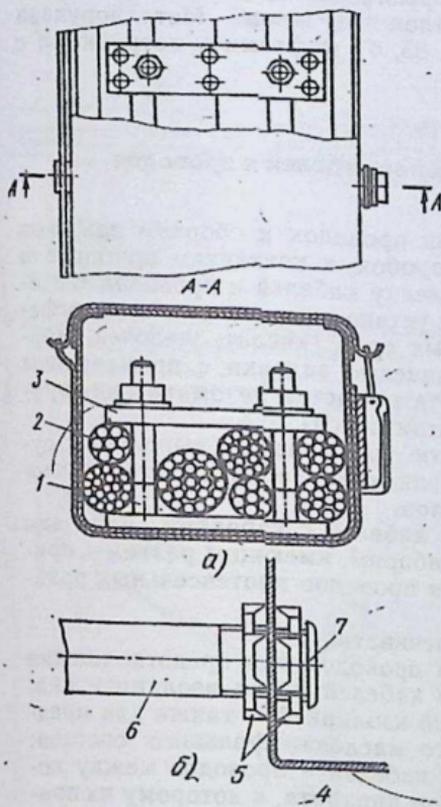


Рис. 104. Крепление кабелей прижимами в вертикальном коробе (а) и присоединение защитной трубы к коробу (б):

1 — шпилька, 2 — кабель, 3 — прижимная планка, 4 — короб, 5 — заземляющие гайки, 6 — защитная труба, 7 — втулка

— Провода, прокладываемые в коробах (см. рис. 82, б), перевязывать не разрешается, они должны лежать свободно, без натяга (переплетение не допускается). На горизонтальных участках проводов и кабели внутри коробов не крепят, на вертикальных участках — прокладывают «змейкой» между стойками, укрепленными в дне короба через 50 мм. Кабели в таких коробах на вертикальных и наклонных участках трассы крепят прижимами (рис. 104, а).

Вывод проводов из короба делают через отверстия в дне или боковых стенках короба, используя защитные трубы и гибкие металлические рукава, концы которых снабжают пластмассовыми гтулками.

Защитные трубы присоединяют к коробам заземляющими гайками (рис. 104, б). К коробам брызгозащищенного исполнения трубы допускается приваривать сплошным швом. Металлорукава присоединяют к коробам (см. рис. 83, б) муфтами и патрубками с заземляющими гайками.

§ 37. Монтаж концевых заделок кабелей и проводов

Для подключения электрических проводов к сборкам зажимов щитов, пультов, соединительных коробок, к контактам приборов и аппаратов выполняют концевую заделку кабелей и проводов. В особо сырых помещениях, в наружных установках, а также в атмосфере, насыщенной парами агрессивных сред (кислот, щелочей, морской воды и т. п.), выполняют концевые заделки с применением эпоксидной смолы (в практике монтажа систем автоматизации применяется редко и в книге не рассматривается).

В сухих помещениях всех классов, как правило, выполняют концевые заделки с помощью поливинилхлоридных трубок, изоляционной ленты и других материалов.

Для электрического соединения кабелей с кабелями или для подключения электропроводок к приборам, имеющим разъемы, применяют концевые заделки кабелей и проводов в штепсельных разъемах.

Концевые заделки должны обеспечивать:

герметизацию концов кабелей и проводов для предотвращения проникновения влаги под оболочки кабелей и под изоляцию жил, а у кабелей с бумажной пропитанной изоляцией — также для предотвращения вытекания пропиточного маслосканифольного состава; высокое качество изоляции жил кабелей и проводов между корпусом концевой заделки и контактом аппарата, к которому их присоединяют, и надежное присоединение жил кабелей и проводов к контактам аппаратов;

заземление металлических оболочек и брони кабелей и маркировку жил.

При подключении к штепсельному разъему экранированного кабеля концевые заделки должны дополнительно обеспечивать не-

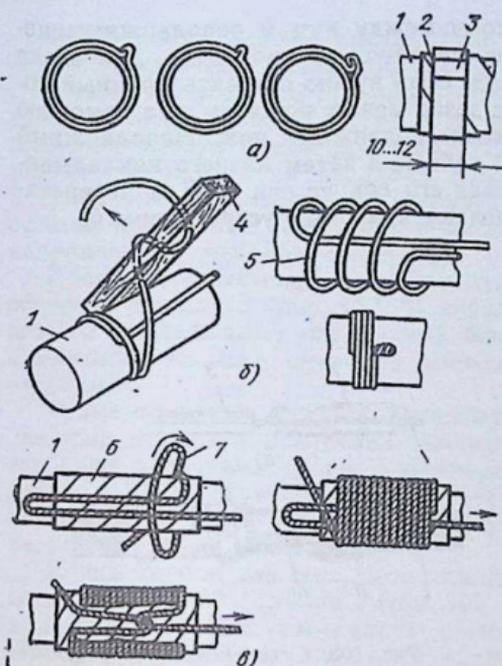


Рис. 105. Устройство бандажей из бронеленты (а), проволоки (б) и ниток (в):

1 — кабель, 2 — броня, 3 — бандаж, 4 — деревянный брусок для накладывания бандаж, 5 — проволока, 6 — поливинилхлоридная липкая лента, 7 — нитки или шпагат

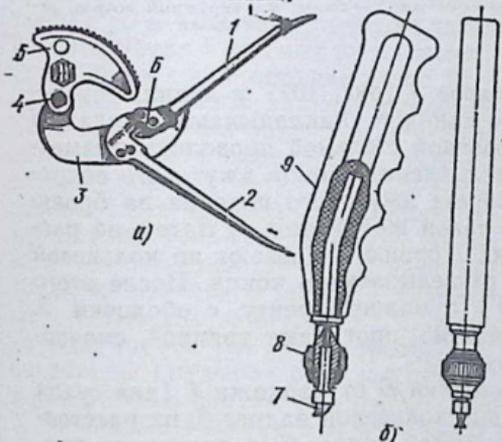


Рис. 106. Ножницы НУСК-300 (а) и нож НКП-2 (б):

1, 2 — рукоятки, 3 — неподвижный нож, 4 — ось, 5 — подвижный секторный нож, 6 — храповое устройство, 7 — нож, 8 — зажим, 9 — ручка

прерывную электрическую цепь экранирующих оболочек кабелей или проводов с металлическими корпусами разъемов; закрепление кабелей или проводов в корпусе разъема, сохраняющее целостность соединения жил с контактами разъема; изоляцию токоведущих жил кабелей и проводов между собой и по отношению к корпусу разъема.

К монтажу концевых заделок приступают после прокладки и крепления кабелей и проводов по трассе и устройства вводов в щиты и пульты. Концевой заделке любого кабеля (провода) предшествует разделка конца, заключающаяся в последовательном освобождении жил от наружных покрытий: брони, оболочки и поясной изоляции.

Для разделки кабеля применяют различные типы бандажей (рис. 105): из бронеленты, проволоки, ниток и т. д. Вначале отрезают конец кабеля такой длины, чтобы обеспечивалось присоединение его к наиболее удаленному контакту прибора или клеммной сборки. Для резки кабелей используют ручные ножовки или универсальные секторные ножницы НУСК-300 (рис. 106, а). Для перерезания кабеля (или пучка проводов) рукоятки ножниц сжимают до отказа. Если требуется отрезать короткий кусок, то подвижный

нож 5 устанавливают так, чтобы между ним и неподвижным ножом 3 образовалось отверстие достаточного диаметра для ввода отрезаемого кабеля или провода. Если нужно отрезать длинный конец, а его трудно пропустить в зазор между ножами, то с помощью рукоятки 1 выводят из зацепления подвижный нож. Неподвижный нож подводят под отрезаемый кабель, а затем на него накладывают подвижный нож, поворачивая его вокруг оси 4. Для перерезания кабеля подвижный нож подают храповым устройством 6.

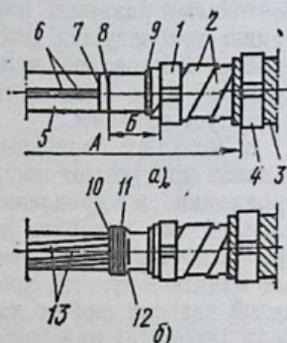


Рис. 107. Разделка конца кабеля для концевой заделки:

а — первый этап, б — второй этап; 1, 4 — бандаж из бронеленты или стальной оцинкованной проволоки, 2 — броня, 3 — наружный джутовый покров, 5 — оболочка, 6 — продольные надрезы, 7, 8 — кольцевые надрезы, 9 — джутовая подушка, 10 — лосевая изоляция, 11 — бандаж, 12 — отбортовка, 13 — жилы в заводской изоляции

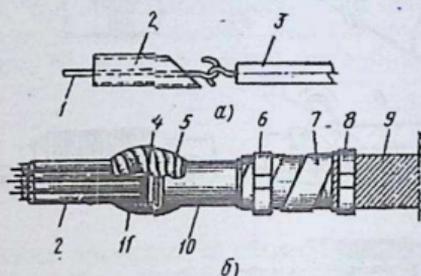


Рис. 108. Сухая концевая разделка кабеля с резиновой изоляцией жил:

а — надевание поливинилхлоридной трубки на жилы, б — концевая разделка: 1 — стальная проволока, 2 — поливинилхлоридная трубка, 3 — жилы, 4 — обмотка из резиновой ткани, 5 — обмотка из поливинилхлоридной ленты, 6, 8, 11 — бандаж, 7 — броня, 9 — наружный покров, 10 — оболочка

На наружный джутовый покров 3 (рис. 107) у линии, определяющей длину разделяемого конца А, накладывают бандаж 4 шириной 10—12 мм из оцинкованной стальной проволоки диаметром 1 мм. После снятия с разделяемого конца джутового покрова на расстоянии 100 мм от среза джутового покрова на броню 2 кабеля накладывают второй такой же бандаж 1. Затем на расстоянии 3—5 мм выше бандаж 1 броню надрезают по кольцевой линии ножовкой и удаляют с разделяемого конца. После этого удаляют джутовую подушку 9 и бумажную ленту с оболочки 5. Оболочку кабеля очищают от битума, протирают тряпкой, смоченной в бензине, и вытирают насухо.

На оболочке кабеля на расстоянии Б от бандаж 1 (для сухой заделки Б=40 мм) делают первый кольцевой надрез 8; на расстоянии 10 мм от него — второй кольцевой надрез 7, а потом два продольных надреза 6 на расстоянии 8—10 мм один от другого. Затем полосу оболочки, а за ней и саму оболочку удаляют плоскогубцами.

Резиновые и поливинилхлоридные оболочки электрических кабелей с наружным диаметром 12—33 мм (а также пневмокабелей с наружным диаметром 22—38 мм) удобнее всего снимать специальным кабельным ножом НКП-2 (рис. 106, б). Лезвие ножа 7, имеющее специальную площадку, заводится под оболочку кабеля и опирается при работе на изоляцию жил кабеля, что предотвращает повреждение жил изоляции. Цанговый зажим 8 фиксирует лезвие в нужном положении, что дает возможность работать ножом в двух направлениях: «от себя» и «на себя».

После этого снимают металлическую или тканевую (бумажную) оболочку с жил 13 (рис. 107, б) кабеля. Затем на поясную изоляцию 10 накладывают однорядный бандаж 11 из крученых ниток. Следующие за этим операции выполняют в зависимости от типа заделки.

Сухие концевые заделки. Резиновую и полиэтиленовую изоляцию жил проводов и кабелей защищают поливинилхлоридными грубками и лентами, так как резиновая изоляция подвержена старению под воздействием окружающей среды (света, температуры, кислорода воздуха), а полиэтиленовая является горючим материалом.

Концы трубок для жил, расположенных снаружи пучка, срезают под углом 25—30°. Трубки 2 (рис. 108, а) натягивают на жилы. При этом срезанные под углом концы должны находить на обмотку жил. Пространство между жилами с надетыми поливинилхлоридными трубками 2 в корешке разделки заливают заполнительным лаком № 2. Затем на жилы, начиная от торца оболочки, на ширину 20 мм накладывают бандаж 11 (рис. 108, б) из крученого шпагата диаметром 1 мм и покрывают его лаком № 1. После этого место заделки кабеля обматывают 3—5 слоями липкой поливинилхлоридной ленты с 50%-ным перекрытием каждого предыдущего витка ленты. Такая обмотка 5 должна иметь ширину около 50 мм и располагаться на 30 мм выше оболочки и на 20 мм вниз по оболочке.

Сухая концевая заделка проводов не представляет сложности. Концевая заделка одно- или двухжильных проводов состоит в пропитке бандажей бакелитовым лаком. Пучки одножильных установочных проводов типа ПР, ПВ и ПРТО предварительно собирают в ровный жгут (пучок) и скрепляют обмоткой из шпагата на всей длине (рис. 109, а). На выходе из защитной трубы 3 (рис. 109, б) на пучок проводов ПР и ПВ накладывают бандаж 2 шириной 20—25 мм из крученого шпагата диаметром 1,5—2 мм и устанавливают пластмассовую втулку 4 для защиты изоляции проводов на выходе из трубы. На пучок проводов ПРТО вначале накладывают бандаж из крученых суровых ниток, затем из крученого шпагата, а поверх него делают обмотку из поливинилхлоридной ленты.

Концевые заделки в штепсельных разъемах. Разделка конца экранированного кабеля показана на рис. 110, а. Непрерывный экран в цилиндрических разъемах типа РРН обеспечивается контактом между корпусом разъема и шайбой 6 (рис. 110, б) из жести, припаяваемой к экранирующей оплетке. Заделывают экранирован-

ный кабель в разъем РРН в определенной последовательности. На разделанный конец кабеля накладывают временный бандаж 3 из медной проволоки и надевают гайку 7, а затем шайбу 6 для крепления оплетки к корпусу разъема. Установив шайбу на расстоянии 10—15 мм от среза оплетки, расплетают проволоки оплетки, отгибают их на шайбу и припаивают к ней припоем ПОС-61 с паяльным жиром. Концы проволок обрезают вровень с краями шайбы.

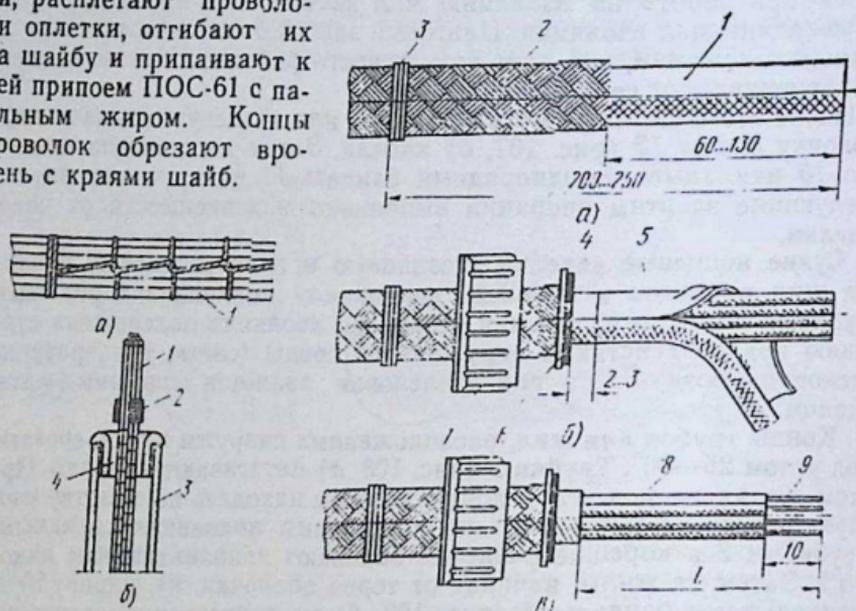


Рис. 109. Концевая заделка проводов:

а — обмотка пучка проводов шпагатом, б — заделка проводов ПР и ПВ на выходе из защитной трубы; 1 — пучок проводов, 2 — бандаж, 3 — защитная труба, 4 — втулка-окошечник

Рис. 110. Разделка конца экранированного кабеля:

а — удаление экрана, б — удаление оболочки, в — разделанный конец кабеля; 1 — оболочка кабеля, 2 — экран, 3 — временный бандаж, 4, 5 — кольцевой и продольный надрезы, 6 — шайба, 7 — гайка, 8, 9 — изолированные и оголенные жилы

Концы жил длиной 10—11 мм зачищают от изоляции и облуживают. Для этого их покрывают спирто-канифольным флюсом и погружают в ванночку с расплавленным припоем, выдерживают в ней в течение 5—7 с, а затем вынимают и дают остыть. Патрубок разъема разбирают на две половины 1 (рис. 111, а), отвернув два винта, и припаивают жилы к хвостовикам контактов. Перед пайкой хвостовики контактов заполняют припоем и дают ему застыть, после чего, нагревая паяльником хвостовик каждого контакта до расплавления в нем припоя, вставляют конец облуженной жилы в его гнездо так, чтобы срез изоляции на жиле не доходил до хвостовика на 1—2 мм во избежание повреждения изоляции жилы.

После этого сдвигают шайбу с припаянной к ней оплеткой по кабелю на 25—30 мм. Расправив жилы, делят их на две примерно равные части и пропускают между ними штифт 4 с надетой поливи-

нилхлоридной трубкой. Сдвинув штифт как можно ближе к срезу оболочки, прижимают жилы к штифту и, начиная со стороны паек, обматывают пучок жил одним слоем липкой поливинилхлоридной ленты так, чтобы обмотка 3 нашла на оболочку или прорезиненную ленту на 10—15 мм. Штифт закрепляют бандажом 5 из суровых ниток, который покрывают лаком или клеем БФ, и надвигают шайбу

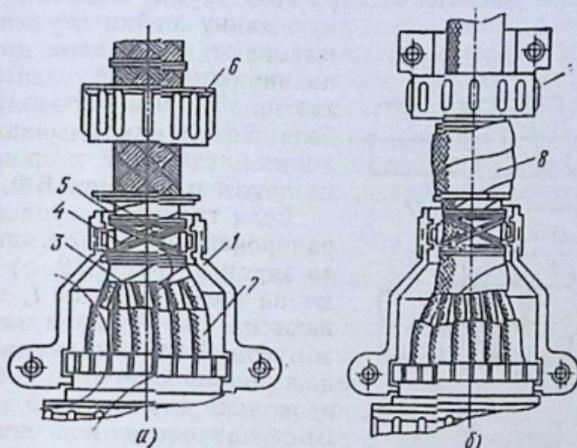


Рис. 111. Концевая заделка экранированного (а) и неэкранированного (б) кабеля в разъем РРН:

1 — половина патрубков разъема, 2 — поливинилхлоридная трубка, 3 — обмотка из поливинилхлоридной ленты, 4 — штифт, 5 — бандаж, 6 — экранирующая гайка, 7 — гайка с прижимом, 8 — обмотка из листовой резины

с оплеткой на подмотку из поливинилхлоридной ленты. Выполненную заделку укладывают в одну из половинок 1 патрубков разъема так, чтобы концы штифта вошли в гнезда патрубков. Затем проверяют положение жил в половине патрубков, накладывают вторую его половинку и скрепляют их двумя винтами. В заключение навстречивают до отказа экранирующую гайку 6 и снимают временный бандаж 5 с оплетки.

Технологическая последовательность операций при разделке неэкранированного кабеля (рис. 111, б) та же, что и при разделке экранированного (за исключением заделки экрана). Дополнительной операцией в данном случае является крепление кабеля в гайке 7 с прижимом: после установки на место и скрепления обеих половинок патрубков на кабель в месте прилегания прижима накладывают обмотку 8 шириной 25—30 мм из нескольких слоев листовой резины, закрепляют ее несколькими слоями поливинилхлоридной ленты и навстречивают гайку 7.

В отдельных случаях требуется уплотнить концевые заделки проводов и кабелей в штепсельных разъемах. Для этого применяют штепсельные разъемы типа А (рис. 112). Провода и кабели наруж-

ным диаметром 10—12 мм при концевой заделке уплотняют, обматывая шейку втулки 1 и провод или кабель на длину 50 мм липкой поливинилхлоридной лентой 2 (рис. 112, а). Затем делают бандаж 3 из ниток и пропитывают его лаком или клеем БФ.

Концевые заделки проводов и кабелей независимо от их наружного диаметра уплотняют с помощью поливинилхлоридной или резиновой трубки 5 (рис. 112, б). При этом трубку надевают на полную длину шейки втулки 1 и обматывают в два слоя липкой поливинилхлоридной лентой 4, захватив 15—20 мм провода или кабеля. Затем накладывают бандажи из ниток 6 и 7 и пропитывают их лаком или клеем БФ.

Если требуется уплотнить экранированный провод или кабель, то экран 8 (рис. 112, в) надвигают на шейку втулки 1, отворачивают на 15—20 мм и затягивают хомутом 9 или накладывают бандаж шириной 6—10 мм из медной проволоки диаметром 0,5—0,8 мм. Выступающие из-под хомута или бандажа проволоки экрана подрезают.

В последнее время внедрение новых прогрессивных материалов позволило существенно изменить технологию концевых заделок электропроводок. Для этой цели с успехом применяют трубки из

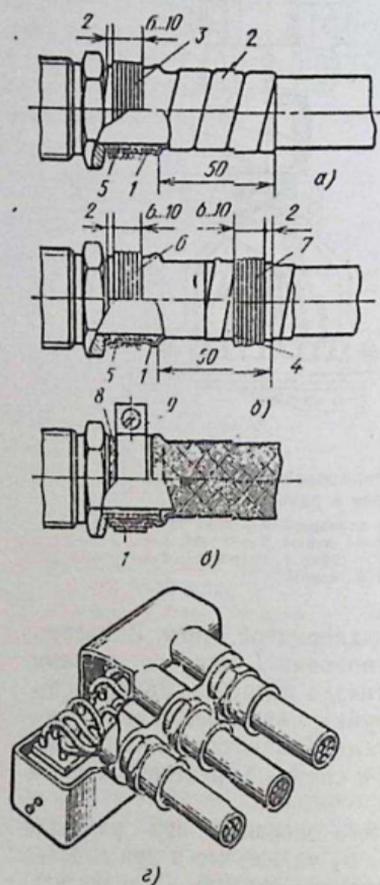


Рис. 112. Уплотнение концевых заделок проводок и кабелей в штепсельных разъемах А обмоткой из липкой поливинилхлоридной ленты (а), поливинилхлоридной или резиновой трубкой (б), экранированного провода или кабеля (в) и общий вид концевой заделки неэкранированных кабелей в штепсельный разъем А (z):

1 — втулка, 2, 4 — поливинилхлоридная лента, 3, 6, 7 — бандажи из ниток, 5 — резиновая трубка, 8 — экран, 9 — хомут

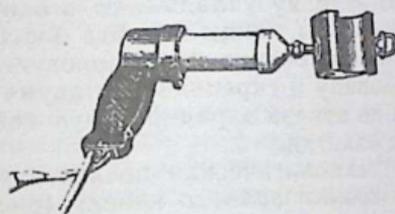


Рис. 113. Пистолет ПС-1 с наконечником для нагрева термоусаживаемых трубок

термоусаживаемых материалов, например типа РМТУТ (ТУ 6-05-051-144—76) и ТТЭ-2 (ТУМИ-471—78). Эти трубки подвергают предварительному растяжению и радиационной обработке на радиационном излучателе, что придает им термоусаживающую «память». В результате трубка после подогрева возвращается к своим размерам. Например, у облученных трубок типа ТТЭ-2, имеющих температуру усадки 150°C , поперечная и продольная усадки составляют до 50%. Разделку кабеля выполняют следующим образом: на корешок заделки надевают термоусаживаемую трубку, которая получает усадку путем нагрева в струе горячего воздуха от компрессора УК-1м. Для этой цели пистолет ПС-1 (на 36 В) компрессора снабжен универсальным наконечником (рис. 113).

Применение термоусаживаемых материалов позволило сократить время на выполнение концевых заделок электрических кабелей в 1,5—2 раза.

§ 38. Соединение кабелей и проводов

Соединять кабели или провода допускается только в случаях, когда длина трассы превышает так называемую строительную длину кабеля или провода (длину размещаемого на барабане кабеля или в бухте провода), при замене поврежденного участка или при соединении концов проводов после их протяжки в защитных трубах.

Соединение кабелей и проводов должно обеспечивать следующее:

- надежный электрический контакт соединяемых жил;
- электрическую изоляцию жил между собой и по отношению к земле, равноценную изоляцию целых мест этих жил;
- герметизацию соединяемых концов для предотвращения проникновения в них влаги, а у кабелей с бумажной пропитанной изоляцией — вытекания пропиточного маслокапильного состава;
- надежное электрическое соединение заземленных металлических оболочек и брони кабелей с заземляющим проводником.

Кабели с резиновыми и поливинилхлоридными оболочками, прокладываемые в помещениях, соединяют с помощью соединительных коробок или поливинилхлоридных муфт. Последние выполняют редко, поэтому в книге они не рассматриваются.

Стальные соединительные коробки типа КСК (рис. 114, а) предназначены для расключения кабелей с числом жил от 2 до 37. В зависимости от типа в коробках установлены рейки на 8; 16 и 32 зажима типа ЗКН для присоединения жил под винт.

Пластмассовые коробки типа КСП выпускают в круглом корпусе (рис. 114, б) на 12 зажимов и прямоугольном (рис. 114, в) на 30 и 50 зажимов. В коробках установлены блоки зажимов типа БЗ, соответственно на 12, 30 и 50 зажимов со штыревой (без кольца) заделкой концов присоединяемых проводов или жил кабелей.

Жилы проводов соединяют пайкой или опрессовкой. Перед пайкой с концов жил снимают изоляцию и очищают их от следов изоляции и оксидов. Для снятия изоляции с жил сечением до $2,5\text{ мм}^2$

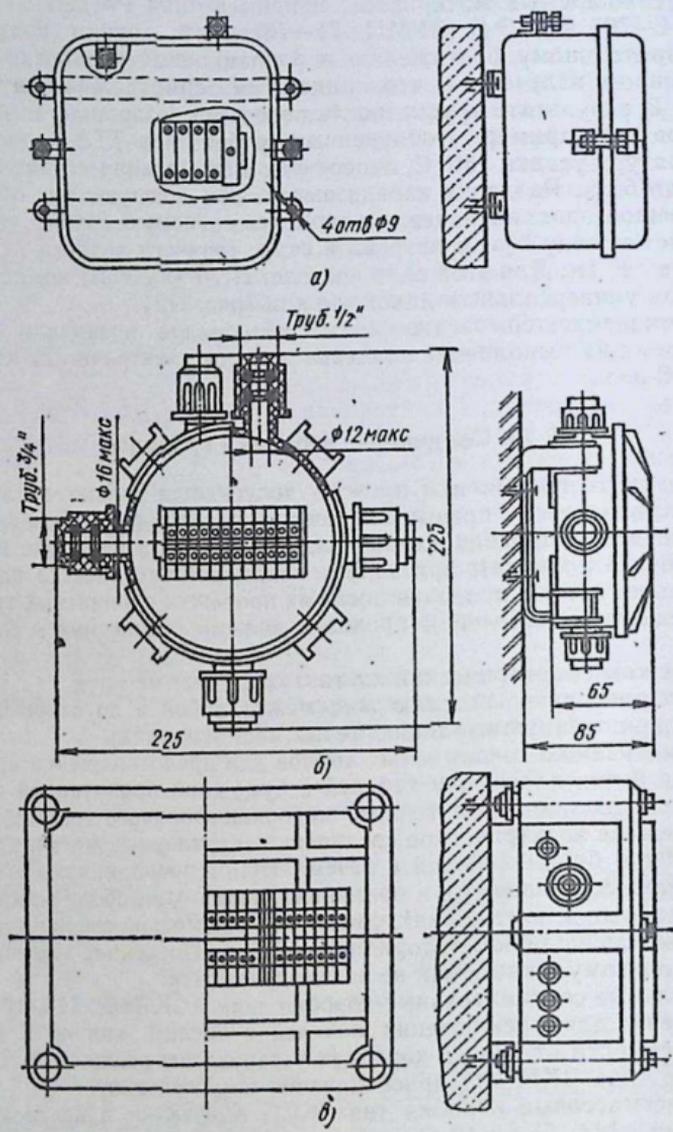


Рис. 114. Соединительные коробки:
 а — стальная КСК, б — пластмассовые КСП-12 и КСП-30 (КСП 50)

рекомендуется пользоваться клещами КСИ (рис. 115, а), снабженными указателями (на рисунке не показаны), с помощью которых регулируют длину снимаемой изоляции.

Медные жилы сечением до 2,5 мм² перед пайкой скручивают (рис. 116, а), а сечением от 4 до 10 мм² соединяют в гильзе 2 (рис. 116, б). Для пайки медных жил применяют припой ПОС-61 и бескислотные флюсы (например, канифоль, флюс ЛТИ).

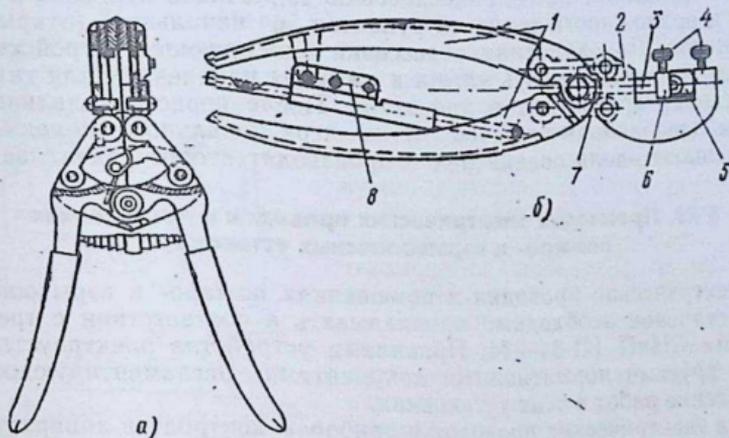


Рис. 115. Клещи КСИ (а) и ПК-2м (б):

1 — рукоятка, 2 — головка, 3 — шток, 4 — винт, 5 — матрица, 6 — пуансон, 7 — тяга, 8 — блокирующее устройство

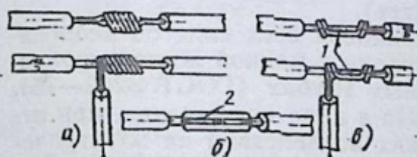


Рис. 116. Соединение жил проводов перед пайкой:

а — скручивание медных жил для соединения и ответвления, б — соединение медных жил в гильзе, в — скручивание алюминиевых жил для соединения и ответвления; 1 — желобок, 2 — гильза

Алюминиевые жилы укладывают внахлестку и скручивают так, чтобы в месте их соприкосновения образовался желобок (рис. 116, в). На изоляцию алюминиевых жил у места соединения во избежание их повреждения при пайке накладывают временную подмотку из асбестового шнура. Затем скрученные жилы нагревают паяльной лампой и облуживают соединение прутком припоя А или Б, введенным в пламя, после чего заливают желобки с обеих сторон припоем. Остывшее соединение изолируют изоляционной лентой, накладываемой с 50%-ным перекрытием витков.

Опрессовкой рекомендуется соединять только медные жилы, для чего освобожденные от изоляции и зачищенные концы жил укладывают внахлестку и обертывают мягкой медной или латунной лентой.

той толщиной 0,2—0,3 мм и шириной 18—20 мм. Места соединений опрессовывают ручными клещами ПК-2м (рис. 115, б), предназначенными для опрессовки жил проводов и кабелей сечением до 6 мм² в соединительных гильзах или трубчатых наконечниках.

Провод с закрепленной на нем гильзой (или наконечником) закладывают между пуансоном 6 и матрицей 5, установленными в клещах, и плавно сжимают рукоятки 1 до упора. Окончание опрессовки определяют по соприкосновению запячек пуансона и матрицы и возможности возврата рукояток в начальное (открытое) положение. До окончания опрессовки блокирующее устройство 8 не позволяет раскрывать клещи и сжимает наконечник или гильзу. Опрессовку производят в два этапа. После первого вдавливания клещи поворачивают на 180° от их первоначального положения, перемещают вдоль соединения и производят второе вдавливание.

§ 39. Прокладка электрических проводов в помещениях пожаро- и взрывоопасных установок

Электрические проводки в помещениях пожаро- и взрывоопасных установок необходимо прокладывать в соответствии с требованиями СНиП III-34—74, Правилами устройства электроустановок и другими нормативными документами, регламентирующими выполнение работ в этих установках.

Для электрических проводов к приборам контроля и аппаратуре автоматического регулирования в таких помещениях применяют кабели и установочные провода с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, а также кабели с бумажной изоляцией. Изоляция жил кабелей и проводов должна быть рассчитана на напряжение не ниже 500 В; кроме того, кабели не должны иметь наружного покрова из горючих материалов (джута).

В помещениях взрывоопасных установок всех классов небронированные кабели и установочные провода с медной жилой прокладывают в стальных водогазопроводных трубах (ГОСТ 3262—75).

В помещениях классов В-1б и В-1а в виде исключения, при отсутствии механических или химических воздействий на электрические проводки, допускается прокладка небронированных кабелей по кабельным конструкциям. Прокладка бронированных кабелей по кабельным конструкциям и в каналах допускается в помещениях взрывоопасных установок всех классов.

Стальные защитные трубы соединяют между собой только с применением стальных резьбовых соединительных частей (ГОСТ 8965—75) на трубной цилиндрической резьбе. При этом каждая нарезная часть резьбового соединения должна иметь не менее пяти неповрежденных ниток резьбы полного профиля.

Для защиты трубопроводов от проникновения влаги, горючих и взрывчатых веществ резьбовые соединения обязательно уплотняют подмоткой пеньковым волокном, которое пропитано суриком, разведенным на олифе. Подчеканивать резьбовые соединения запрещается, так как это может нарушить их герметичность.

В электрических проводках систем автоматизации, прокладываемых в помещениях взрывоопасных установок всех классов, соединение и ответвление проводов и кабелей следует выполнять только в коробках, соответствующих по исполнению взрывоопасной установке. Так, в помещениях классов В-Iа, В-IIа, В-Iб и В-Iг соединения и ответвления проводов и кабелей выполняют в соединительных коробках типа У-614 и У-615 (рис. 117) на зажимах, а в коробках с уровнем взрывозащиты В4Т5 и фитингах серии Ф — пайкой, сваркой или опрессовкой. В месте соединения провода должны иметь запас по длине 8—10 см, позволяющий, если нужно, производить пересоединение.

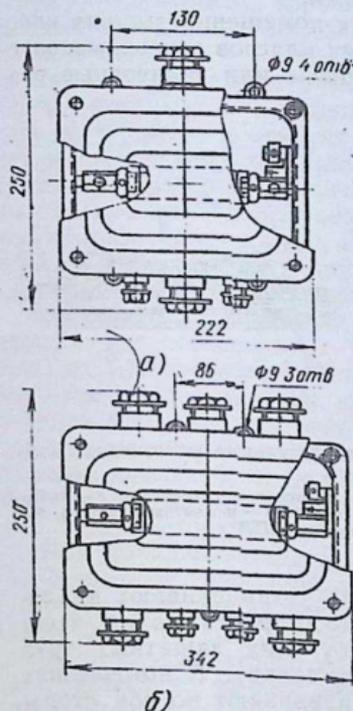
Места сращивания жил кабелей и проводов покрывают лаком или техническим вазелином и обматывают изоляционной лентой.

Для винтовых (болтовых) соединений в коробках применяют стопорные или пружинные шайбы, а в случае присоединения многопроводных жил, чтобы провода были надежно прижаты и не вытеснялись из-под контактных винтов, под винтами устанавливают шайбы-звездочки.

При монтаже соединений во взрывоопасных помещениях всех классов запрещается нажимать на жилу проводника торцом винта (болта) без прокладки и применять винты менее М4. Не допускается также соединять одним болтом два наконечника и более, если они специально не предназначены для этого.

При монтаже соединений во взрывоопасных помещениях всех классов запрещается нажимать на жилу проводника торцом винта (болта) без прокладки и применять винты менее М4. Не допускается также соединять одним болтом два наконечника и более, если они специально не предназначены для этого.

Рис. 117. Соединительные коробки типа У-614 (а) и У-615 (б)



Внутри взрывоопасных помещений, а также в непосредственной близости от взрывоопасных технологических аппаратов наружных установок запрещается применять соединительные и ответвительные муфты.

Нельзя допускать скопления на проводках взрывоопасной пыли. Поэтому во взрывоопасных помещениях классов В-II и В-IIа кабели и защитные трубы прокладывают на расстоянии от стены не менее 20 мм, располагают кабели и пакеты защитных труб в один слой, оставляя в каждом случае просвет между соседними кабелями и трубами, чтобы иметь возможность удалять с них пыль.

В помещениях классов В-I, В-II и В-IIа защитные трубы заглубляют в бетонированные полы не менее чем на 20 мм, прокладывать их заподлицо с полом запрещается.

В пожароопасных помещениях места прохода одиночных и групповых электропроводок через полы, стены и перекрытия плотно заделывают несгораемыми материалами.

В местах перехода из взрывоопасных помещений высших классов во взрывоопасные помещения низших классов и невзрывоопасные помещения устанавливают сальниковые или заливочные разделительные уплотнения.

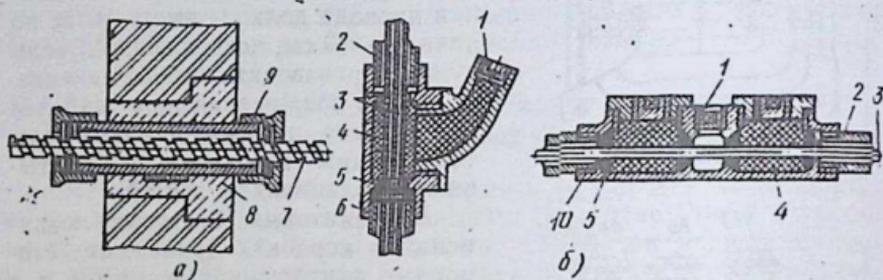


Рис. 118. Сальниковое (а) и заливочные (б) разделительные уплотнения электрических проводок:

1 — пробка, 2 — защитный трубопровод, 3 — провода, 4 — уплотнительный состав, 5 — набивка из джута или асбеста, 6 — электрофитинг ФПЗ, 7 — кабель, 8 — цементный раствор, 9 — сальниковое уплотнение, 10 — коробка КПЛ

Сальниковые уплотнения (рис. 118, а) устанавливают на заделанные в стены и перекрытия патрубки при проходах через последние специальных кабелей, не требующих защитных труб (кабели марки ВВБ для беструбной прокладки). В помещениях класса В-I сальниковые уплотнения устанавливают по обе стороны прохода, в помещениях классов В-Iа и В-II и при переходе в смежное помещение с взрывоопасной средой другого класса — со стороны помещения более высокого класса, а при одинаковых классах — со стороны помещения, содержащего взрывоопасные смеси более высокой категории и группы.

Заливочные уплотнения проводов (рис. 118, б) или кабелей, проложенные в защитных трубах, выполняют с помощью проходных разделительных фитингов ФПЗ или коробок КПЛ с внутренним (локальным) объемом, предусматривающим возможность испытания надежности выполнения разделительного уплотнения. Разделительные уплотнения коробок КПЛ испытываются избыточным давлением 250 кПа, при этом в течение 3 мин допускается падение давления не более чем до 200 кПа.

Коробки и фитинги устанавливают не далее 200 мм от стен или перекрытий, через которые проходят электропроводки в трубах.

В местах перехода электропроводок из взрывоопасных помещений высших классов во взрывоопасные помещения низших классов коробки КПЛ и фитинги ФПЗ устанавливаются со стороны помещений высших классов, а в местах перехода из помещений классов В-I, В-Ia, В-II и В-IIa в невзрывоопасные помещения или наружу — со стороны взрывоопасного помещения. Для заполнения разделительных коробок и фитингов применяют уплотнительный состав УС-65.

Перед заполнением коробок КПЛ и фитингов ФПЗ составом УС-65 затянутые в них провода разводят так, чтобы они не касались друг друга, и отводят их от корпуса фитинга. При уплотнении многожильных проводов снимают с них оплетку из хлопчатобумажной пряжи на длине 25—30 мм и разводят жилы. Места выхода кабеля или провода из трубы в фитинг уплотняют набивкой из кабельного джута. При этом провода в местах набивки не должны касаться друг друга и корпуса фитинга. На вертикальных участках фитинг набивают только снизу.

Разделительные уплотнения применяют также при вводе электропроводок в защитных трубах в корпуса приборов, исполнительных механизмов, соединительных и протяжных коробок, монтируемых в помещениях классов В-I, В-Ia, В-II и В-IIa, если вводная арматура, патрубки или оболочки (корпуса) не уплотнены или уплотнены недостаточно и не могут выдержать испытательных давлений, предусмотренных для проверки плотности трубопроводов, или уплотнены высыхающими материалами (например, нетермостойкой резиной).

При креплении защитных труб соблюдают следующие правила. Защитные трубопроводы, прокладываемые открыто во взрывоопасных помещениях всех классов, дополнительно закрепляют не далее 0,3 м от муфт, тройников и крестовин. Защитные трубопроводы, прокладываемые над движущимся или вращающимся оборудованием на высоте менее 2,5 м, жестко закрепляют по всей длине, причем расстояние между точками крепления должно быть не более 2,5 м.

§ 40. Прозвонка жил кабелей и проводов

Перед присоединением жил кабелей и проводов к приборам и средствам автоматизации их прозванивают, т. е. проверяют правильность выбора той или иной жилы в соответствии с чертежами проекта (монтажными схемами или чертежами щитов и пультов). Для этой цели рекомендуется применять индикатор номеров жил типа ИНЖ, с помощью которого операцию прозвонки может выполнять один человек (вместо двух человек, как было до последних лет).

В комплект индикатора типа ИНЖ входят блок-ответчик, блок индикации, соединительные шнуры и зажимы. Блок-ответчик не имеет собственного питания, его размещают на противоположном конце прозваниваемого кабеля. Жилы кабеля присоединяют к

зажимам блока-ответчика, при этом к зажиму 0 присоединяют жилу, выбранную в качестве общей. Блок индикации, содержащий устройство цифровой индикации и источник питания, подключают к концу прозваниваемого кабеля (со стороны присоединения к приборам и средствам автоматизации). До момента касания щупом одной из прозваниваемых жил все электрические цепи

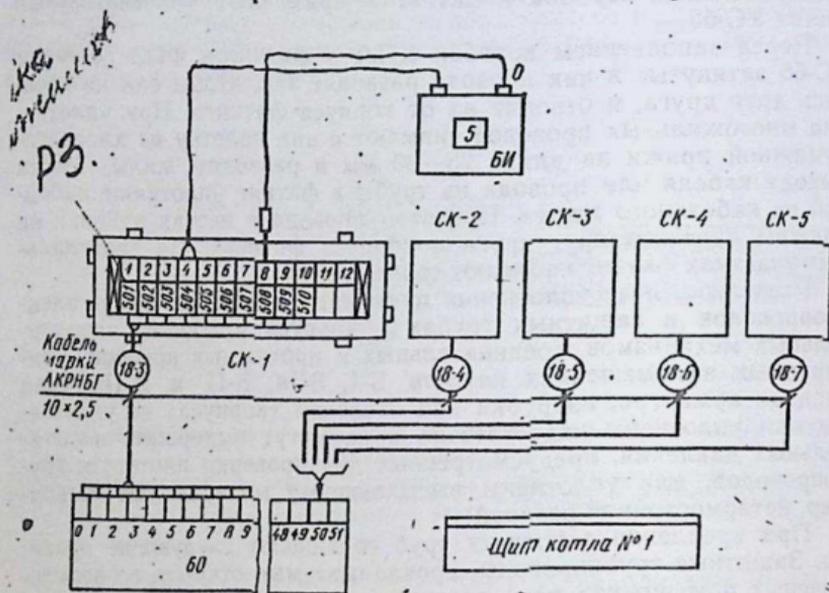


Рис. 119. Схема прозвонки кабелей с применением индикаторов номеров жил ИНЖ:

СК-1 — СК-5 — соединительная коробка, БИ — блок индикации, БО — блок-ответчик

индикатора находятся в обесточенном состоянии. При контакте щупа с какой-либо жилой кабеля (кроме общей) напряжение питания подается на блок-ответчик, который включается в работу и периодически подает по этой жиле серию ответных токовых импульсов, преобразуемых индикатором в цифровую форму. На блоке индикации высвечивается номер жилы, к которой подключен щуп.

Рассмотрим технологию прозвонки жил кабелей и пучков проводов на конкретном примере. На щит управления котла № 1 (рис. 119) подходят кабели, жилы которых после прозвонки и маркировки должны быть присоединены к соответствующим коммутационным зажимам щита. Противоположные концы каждого кабеля, предназначенные для прозвонки, разделяют, маркируют и подключают к зажимам соединительных коробок СК-1 — СК-5 групповых узлов обвязки и исполнительных механизмов. Затем концы жил кабеля со стороны щита подключают к кон-

тактному устройству блока-ответчика БО. К зажиму 0 на БО присоединяют заранее известную жилу, например цветную, если такая имеется. Далее выбирают любую жилу кабеля, по схеме внешних соединений находят соединительную коробку, к которой подключен противоположный конец данного кабеля, и к зажиму 0 на блоке индикации БИ присоединяют известную жилу 0. Затем, касаясь щупом других жил данного кабеля, по индикатору определяют номер жилы, совпадающий с номером зажима на БО. Перед выполнением прозвонки составляют таблицу, с помощью которой в процессе прозвонки устанавливают соответствие номера жилы с ее маркировкой. Например, кабель 18—3, подключенный на блоке-ответчике к зажимам 0—9, подходит к коробке СК-1 к ее зажимам 1—10 и присоединяется с маркировкой 501—510 (табл. 6).

Таблица 6. Таблица соответствия для маркировки жил кабеля

Зажим БО Маркировка жилы	Щит котла № 1								
	Маркировка (номер) кабеля 18—3								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
501	509	507	510	504	508	503	506	505	502

Если при касании щупом зажима 8 на БО загорелась цифра 5 (как показано на рисунке), значит, жила, подключенная к пятому зажиму блока-ответчика, имеет маркировку 508. В таблице соответствия против номера зажима 5 записывают маркировку 508. После прозвонки всех концов жил кабеля по данной таблице маркируют жилы кабеля, отключая их от БО. Таким же образом выполняют маркировку остальных кабелей.

При отсутствии известной жилы в кабеле на общий зажим 0 блока-ответчика подключают любую жилу. Общий провод и щуп индикатора присоединяют к двум произвольным жилам противоположного от БО конца кабеля. Если световое табло не загорается (тока в цепи нет), щуп индикатора присоединяют на жилу, которую раньше подключали к общему проводу индикатора, а последним выполняют поиск остальных жил до загорания светового табло. Найденная жила и будет общей жилой, подключенной к зажиму 0 блока-ответчика. Общий провод блока индикации оставляют на этой жиле, далее прозвонку ведут в рассмотренном выше порядке.

§ 41. Присоединение электрических проводов к приборам и средствам автоматизации

В системах автоматизации производственных процессов различных отраслей промышленности используют многочисленные приборы и аппаратуру автоматки: термоэлектрические термометры и термопреобразователи сопротивления, электроконтактные манометры и мановакуумметры, исполнительные механизмы, ко-

мандоаппараты и т. п. Все эти устройства имеют свои характерные особенности при подсоединении к ним электрических проводов. Остановимся на технологических операциях присоединения проводов и кабелей к наиболее часто встречающимся приборам и аппаратуре автоматики.

Термоэлектрические термометры и термопреобразователи сопротивления. По конструкции термоэлектрические термометры и термопреобразователи сопротивления практически одинаковы. На

Рис. 120. Присоединение жил проводов или кабеля к преобразователю температуры — термоэлектрическому термометру или термопреобразователю сопротивления с шланговым вводом (а) и устройством ввода с сальниковым уплотнением (б):

1 — преобразователь, 2 — основание головки, 3 — жилы кабеля или провода, 4 — гибкий металлорукав, 5 — штуцер, 6 — головка, 7 — гайка, 8 — уплотнительное кольцо

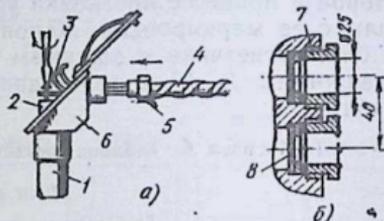


рис. 120, а показано присоединение проводов или кабеля к термоэлектрическому термометру (или термопреобразователю сопротивления) с шланговым вводом. Вначале с преобразователя 1 снимают крышку (на рисунке не показана) и выворачивают из головки 6 вводный штуцер 5, после чего разделяют провода или кабель и выполняют концевую заделку (см. § 41), затем на гибкий металлорукав 4, защищающий провода и кабель, наворачивают штуцер, затягивают в головку преобразователя жилы 3, подтягивают к головке металлорукав и ввертывают в нее штуцер 5. Разводят жилы, оконцовывают кольцом и присоединяют к зажимам, установленным на основании 2 головки.

Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, дифференциальные манометры. Конструкции узлов ввода проводов и кабелей у этих приборов могут быть двух видов: у одних провода и кабели вводятся в клеммную коробку с контактными зажимами через сальниковое уплотнение, у других — через штепсельный разъем. Присоединение проводов и кабелей к штепсельным разъемам описано в § 37.

Устройство ввода с сальниковым уплотнением показано на рис. 120, б. В резиновом уплотнительном кольце 8 выдавливают отверстие, соответствующее диаметру проходящего через сальниковый ввод жгута провода или кабеля.

Исполнительные механизмы. При подключении к ним электропроводок используют сальники (кабельные вводы) соединительных коробок. В этом случае резиновое уплотнительное кольцо выбирают такого размера, чтобы внутренний диаметр его отверстия соответствовал наружному диаметру жгута проводов или кабеля, и устанавливают его в сальник. Если же внутренний диаметр отверстия больше диаметра жгута проводов или кабеля на

3 мм и более, то на последние подматывают липкую поливинилхлоридную ленту.

В некоторые исполнительные механизмы, например типа ИМТ-4/2,5, жгут проводов или кабель вводят в гибком металло-рукаве или непосредственно в защитной (водогазопроводной) трубе с резьбой 1/2" на конце.

§ 42. Правила техники безопасности.

При прокладке кабеля вручную все рабочие должны находиться по одной стороне прокладываемого кабеля.

При прокладке кабеля по трассам, имеющим повороты, нельзя находиться внутри углов поворота кабеля, а также поддерживать или оттягивать кабель на углах поворота вручную. Для этого в местах поворота кабеля устанавливают угловые оттягивающие рольки.

На высоте более 1 м кабель монтируют только с прочных подмостей, имеющих перила высотой не менее 1 м и бортовые доски шириной не менее 18 см. При прокладке кабеля на открытом воздухе зимой мостки или настил лесов посыпают песком или шлаком.

Для прогрева кабеля зимой электрическим током запрещается применять напряжение свыше 250 В. В случае применения для этой цели приборов с открытым огнем предусматривают меры противопожарной безопасности (устанавливают огнетушители, ящики с песком и лопаты).

Кабельную массу для заливки разделительных коробов и фитингов следует разогревать на жаровне в железном сосуде с крышкой и носиком. Во избежание ожогов запрещается передавать котелок или ковш с разогретой кабельной массой из рук в руки, при передаче необходимо ставить их на землю. Рабочий, разогревающий кабельную массу, должен быть в брезентовых рукавицах и предохранительных очках. Ни при каких условиях кабельную массу нельзя подогревать до температуры кипения. Заливать муфты кабельной массой следует в рукавицах и предохранительных очках.

Расплавленную кабельную массу или прямой перемещивают во избежание разбрызгивания предварительно подогретым металлическим прутом или металлической ложкой.

К работе с токсичными эпоксидными компаундами и их отвердителями, а также перхлорвиниловыми лаками № 1 и 2, содержащими дихлорэтан, допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование, получившие на это разрешение врача и прошедшие инструктирование о токсичных свойствах этих материалов, правилах техники безопасности и санитарных правилах, а также о необходимости пользования при работе спецодеждой — халатами и резиновыми медицинскими перчатками. Усвоение этих правил должно быть подтверждено подписью работающего.

При работе с перхлорвиниловыми лаками кроме соблюдения правил, изложенных выше, необходимо обеспечить противопожарными средствами (песок, кошма, огнетушители, вода) помещения, в которых хранятся растворители; содержать как наполненную, так и порожнюю тару с плотно закрытыми крышками и пробками. Порожняя тара из-под растворителя более взрывоопасна, чем наполненная, так как пары растворителя вместе с воздухом образуют взрывчатую смесь. Поэтому освобожденную тару промывают горячей водой, хорошо продувают воздухом и сдают на хранение. При осмотре тары нельзя пользоваться открытым огнем, для освещения пользуются переносными светильниками во взрывоопасном исполнении.

Особые меры предосторожности следует соблюдать при прокладке кабелей в туннелях. До начала работ необходимо убедиться в том, что в туннелях нет горючих и вредных для дыхания газов. Проверку выполняет специальная служба заказчика (предприятия, эксплуатирующего кабельную сеть). Проверять наличие газов с помощью открытого огня запрещается. Если обнаружены горючие или вредные газы, в туннель нагнетают чистый воздух с помощью установленного

снаружи вентилятора, рукав от которого опускают так, чтобы он не достигал дна туннеля на 0,25 м.

В коллекторах и туннелях должны быть открыты два люка или двери таким образом, чтобы работающие находились между ними.

Рабочие места в туннелях и коллекторах разрешается освещать только переносными лампами напряжением 12 В или аккумуляторными фонарями. При прокладке кабелей с джутовой оплеткой снимать в туннеле джут и оставлять его там запрещается. Эти работы следует выполнять наверху.

Прокладывать кабели в непосредственной близости от действующих кабельных линий должны не менее двух рабочих. Выполнять работы можно лишь после двустороннего отключения кабельных линий, проверки на концах кабеля отсутствия напряжения, проверки заземления брони и свинцовой оболочки и вывешивания плакатов «Не включать — работают люди!»

Переключать, отводить или сдвигать кабели, а также переносить муфты, находящиеся под напряжением, до их отключения и разрядки запрещается.

Глава X

МОНТАЖ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И ОТБОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Первичные преобразователи монтируют из сборочных единиц и деталей, изготовленных и испытанных на заводах по производству монтажных изделий или в монтажно-заготовительных мастерских. Для установки ряда первичных преобразователей (например, манометров, дифманометров) разработаны типовые конструкции (ТК и ТМ), изготовление которых организовано на заводах монтажных изделий. Для групповой установки дифманометров применяют специальные монтажные рамы (стативы).

Места установки первичных преобразователей указаны в рабочих чертежах проекта. Разметку мест установки и вырезку отверстий для крепления первичных преобразователей выполняет организация, монтирующая технологическое оборудование и трубопроводы.

Для установки первичных газоотборных устройств организация, выполняющая кладку, размечает и выполняет отверстия в кирпичной кладке для закладных частей, а также заделывает их цементным раствором.

Независимо от исполнителей все работы по разметке, вырезке и устройству отверстий для первичных преобразователей осуществляются под наблюдением ответственного представителя организации, монтирующей приборы и средства автоматизации.

§ 43. Первичные преобразователи для измерения температуры

Первичные преобразователи для измерения температуры (жидкостные стеклянные термометры, термобаллоны манометрических термометров, термопреобразователи сопротивления и термоэлек-

трические термометры) принимают в монтаж после стендовой проверки, в процессе которой определяют их пригодность к монтажу.

Непосредственно перед установкой преобразователи подвергают внешнему осмотру, проверяют, нет ли видимых повреждений капилляра и термобаллона; наличие деталей крепления термобаллона, входящих в комплект поставки приборов; наличие технической документации (заводского паспорта и протокола стендовой поверки); соответствие длины капилляра расстоянию от места установки прибора до места установки термобаллона.

Установленные первичные преобразователи должны воспринимать среднюю температуру потока, а потери тепла от лучеиспускания или теплопроводности должны быть сведены к минимуму. Для этого чувствительный элемент первичного преобразователя (термобаллон манометрического термометра, активную часть термопреобразователя сопротивления, горячей спай термоэлектрического термометра) устанавливают в центре потока, протекающего через технологический трубопровод. На трубопроводах разного сечения применяют термометры с различной длиной как активной части, так и защитных карманов или используют различные установочные бобышки. При малых сечениях трубопровода невозможно установить термометр так, чтобы его активная часть находилась в центре потока. В этом случае термометр направляют против движения потока и устанавливают его под углом 30 или 45° к оси трубопровода или размещают в колене трубопровода с восходящим потоком.

Обязательным условием правильного измерения температуры контролируемой среды является установка термометра на расстоянии от задвижек, вентилях и сужающих устройств, равном не менее 20 диаметров трубопровода, т. е. там, где нет завихрения или возмущения потока.

В месте установки первичного преобразователя должен быть исключен дополнительный нагрев от посторонних источников тепла. В тех случаях, когда избежать этого нельзя, первичные устройства защищают нанесением тепловой изоляции или защитным экраном. Не рекомендуется располагать термопреобразователи сопротивления и термоэлектрические термометры в нишах, углублениях стен и в других местах, где затруднена циркуляция воздуха, так как это значительно повышает инерционность измерительного устройства.

Простейшими устройствами для закрепления первичных преобразователей температуры и ввода их чувствительных элементов в измеряемую среду являются бобышки, устанавливаемые на технологическом оборудовании и трубопроводах (рис. 121, а). Для монтажа бобышек на трубопроводах диаметром D_n 45 и 57 мм в последние вваривают расширители (рис. 121, б).

Прямые жидкостные стеклянные термометры. Устанавливают в защитных металлических гильзах (оправах) или без них, т. е. путем непосредственного погружения термометра в измеряемую

среду. В промышленных условиях, как правило, такой термометр устанавливают в оправе 9 (рис. 122, а), которая предохраняет его от поломки и позволяет обеспечить необходимую прочность и плотность соединения в месте расположения прибора. Длину оправы выбирают в зависимости от глубины погружения и длины термометра. Оправа 9 состоит из кармана 3 со штуцером 6 и верхней

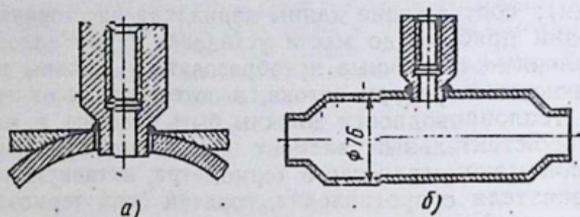


Рис. 121. Установка бобышек:
 а — на трубопроводе $D_n > 76$ мм и металлической стенке, б — на трубопроводе D_n 45 и 57 мм с расширителем

части, закрепленной на штуцере накидной гайкой 8. Штуцер оправы завинчивают в бобышку 4, которую предварительно приваривают к трубопроводу или резервуару 2.

Для улучшения теплопередачи от внутренней поверхности оправы к термобаллону термометра образующийся в гильзе зазор между термобаллоном и стенками оправы при измерении температуры до 150°C заполняют машинным маслом, а при измерении более высокой температуры — медными опилками. При этом наполнитель 7 должен покрывать только термобаллон термометра, как показано на рисунке. Излишнее заполнение оправы понижает точность измерения и увеличивает тепловую инерцию прибора.

При измерении температуры в трубопроводе термобаллон погружают до оси трубопровода, т. е. в зону наибольших скоростей потока измеряемой среды. Это способствует улучшению теплообмена между движущейся средой и прибором и уменьшает влияние на результат измерения тепловых потерь через стенки трубопровода.

На горизонтальных участках трубопроводов диаметром до 200 мм термометры устанавливают наклонно к оси трубы, навстречу потоку; диаметром более 200 мм — перпендикулярно оси трубы. На прямых вертикальных участках трубопровода с восходящим потоком термометры устанавливают наклонно к оси трубы, навстречу потоку.

Термобаллон манометрического термометра. От качества его монтажа зависит правильность показаний прибора. Термобаллон 11 (рис. 122, б) полностью погружают в измеряемую среду и уста-

навливают примерно в середине потока. Если давление и скорость потока измеряемой среды невелики, а среда неагрессивна, термобаллон устанавливают без защитной гильзы. В агрессивной среде, а также в условиях высокого давления термобаллон во избежание разрушения помещают в защитную гильзу 12.

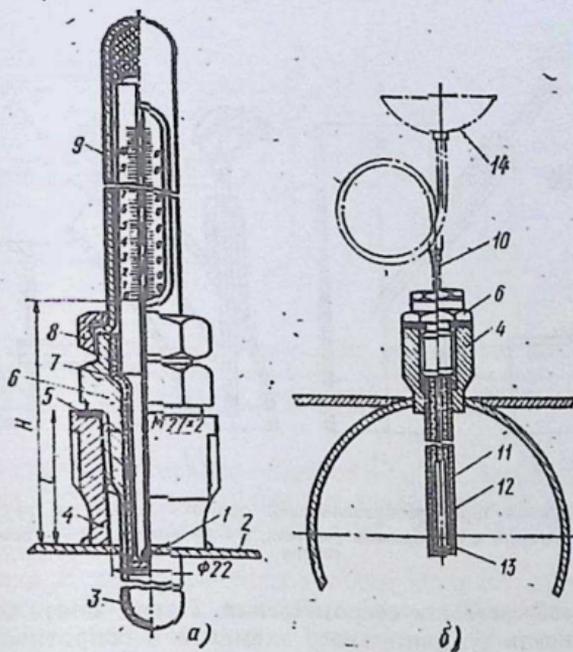


Рис. 122. Установка жидкостного стеклянного термометра в оправе (а) и термобаллона манометрического термометра на трубопроводе и металлической стенке (б):

1 — активная часть термометра, 2 — трубопровод или резервуар, 3 — карман оправы, 4 — бобышка, 5 — прокладка, 6 — штуцер, 7 — заполнитель, 8 — накидная гайка, 9 — оправка, 10 — хвостовик термобаллона, 11 — термобаллон, 12 — защитная гильза, 13 — металлические опилки, 14 — манометрический термометр

Положение термобаллонов газовых термометров в измеряемой среде в зависимости от местных условий может быть любым (горизонтальным, вертикальным и наклонным). Термобаллоны жидкостных и паровых термометров монтируют в вертикальном или наклонном положении, капилляром вверх. Хвостовик 10 термобаллона закрепляют к приваренной в месте измерения бобышке 4 соединительным штуцером 6, имеющим резьбу М27×2 или М33×2. С помощью штуцера можно также изменять глубину погружения термобаллона. Для уплотнения соединительный шту-

цер снабжен сальником (на рисунке не показан). В качестве уплотнителя в сальнике используют асбестовую набивку.

Для увеличения теплопроводности и соответственно уменьшения времени запаздывания прибора пространство между термобаллоном и внутренней поверхностью защитной гильзы заполняют металлическими опилками 13 или жидкостью с температурой кипения выше верхнего предела измерения.

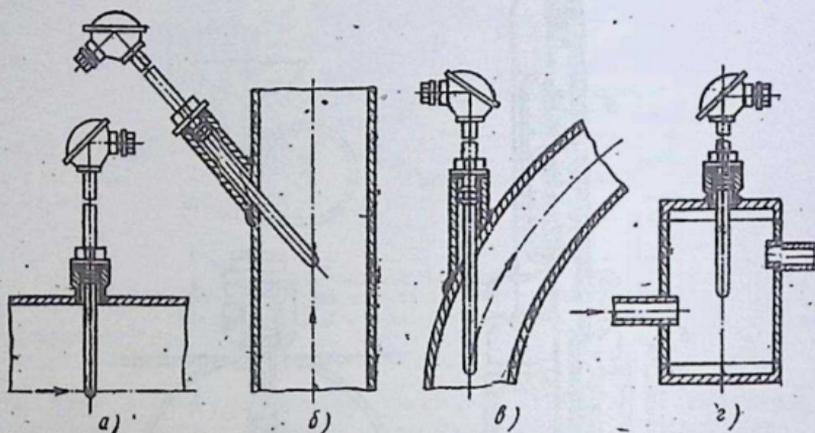


Рис. 123. Установка термопреобразователей сопротивления на трубопроводах: а, б — на горизонтальном и вертикальном участках, в — на коленах, г — с помощью расширителя

Термопреобразователи сопротивления. Перед монтажом проверяют целостность чувствительного элемента и сопротивление изоляции по отношению к защитной арматуре. Последнее должно быть не менее 20 МОм. Варианты установки термопреобразователей сопротивления на трубопроводах показаны на рис. 123.

Термопреобразователи сопротивления, предназначенные для измерения температуры в технологических аппаратах и трубопроводах, устанавливают в бобышках, внутренняя резьба которых должна быть равна наружной резьбе присоединительного штуцера термопреобразователя. Штуцер может быть подвижным или неподвижным. Длина монтажной части термопреобразователей сопротивления определяется требованиями заказчика и может достигать 3200 мм.

Чувствительный элемент термопреобразователя сопротивления находится в конце защитного чехла. Длина чувствительного элемента платинового термопреобразователя 120 мм, медного — 60 мм. Устанавливают их так, чтобы середина чувствительного элемента находилась как можно ближе к точке измерения, а измеряемая им температура не зависела от температуры находящихся вблизи поверхностей. Конец погружаемой части платиновых тер-

мопреобразователей сопротивления должен быть на 50—70 мм ниже оси измеряемого потока, а медных — на 25—30 мм. При установке на колене трубопровода чувствительный элемент должен быть направлен навстречу потоку и расположен в центре потока измеряемой среды. Во избежание засасывания наружного воздуха в месте отбора импульса тщательно варивают бобышку и уплотняют в ней штуцер термопреобразователя.

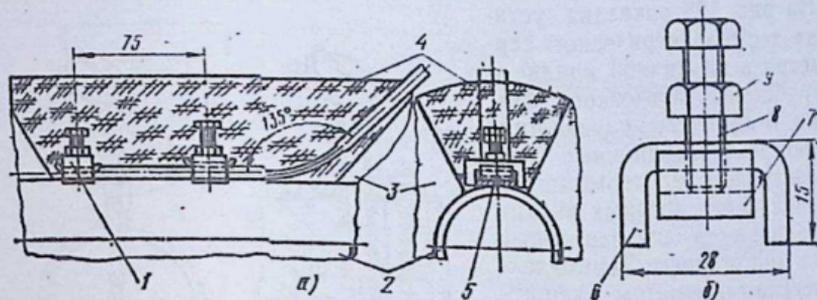


Рис. 124. Пример монтажа поверхностного термоэлектрического термометра: а — установка термоэлектрического термометра, б — конструкция пружина; 1 — прижим, 2 — трубопровод (или металлическая стенка аппарата), 3 — изоляция, 4 — легко снимаемый слой изоляции, 5 — термометр, 6 — колодка, 7 — планка, 8 — болт, 9 — гайка

При установке термопреобразователя в горизонтальном или наклонном положении штуцер для ввода проводов в головку термопреобразователя направляют вниз, чтобы на соединительные зажимы не попадала влага.

Провода к термопреобразователям подводят, как правило, в гибких металлорукавах длиной не менее 500 мм. Для удобства эксплуатации перед термопреобразователем оставляют небольшой запас провода.

Термоэлектрические термометры. Правила установки зависят от их назначения.

Термоэлектрические термометры для контроля температуры поверхности трубопроводов или оборудования устанавливают так, чтобы их рабочие части плотно прилегали к контролируемой поверхности. Для этого перед установкой место соприкосновения поверхностных термоэлектрических термометров с трубопроводами и оборудованием тщательно очищают от окалины и зашлифовывают до металлического блеска плоскую лыску, обеспечивающую соприкосновение термоэлектрического термометра с поверхностью трубопровода или оборудования. Затем приваривают колодки прижимов, под которые просовывают термоэлектрический термометр, плотно прижимаемый к контролируемой поверхности.

Пример монтажа поверхностного термоэлектрического термометра на технологическом трубопроводе показан на рис. 124. При монтаже на трубопроводе 2 термоэлектрический термометр 5 прижимают по наружной его поверхности. Конец его располагают

вдоль трубопроводов в постоянном температурном поле, что уменьшает погрешность измерения, и покрывают тепловой изоляцией 3.

Термоэлектрические термометры для контроля температуры внутри трубопроводов или оборудования погружают рабочим концом в эти трубопроводы или оборудование. Правила установки термоэлектрических термометров на трубопроводах аналогичны правилам установки термопреобразователей сопротивления.

На рис. 125 показана установка термоэлектрического термометра в кирпичной кладке и на трубопроводе высокого давления. В последнем случае применяют малонерционные термоэлектрические термометры, рабочий конец которых внутри приваривают к дну защитного чехла или оголяют. Термоэлектрические термометры в защитных чехлах, изготовленных из различных металлов, погружают в измеряемую среду на глубину, не превышающую указанную в паспорте завода-изготовителя. Термоэлектрические термометры в фарфоровой арматуре можно погружать в зону высоких температур только на длину фарфоровой защитной трубки.

Для вертикальной установки применяют термоэлектрические термометры со штуцером. Их устанавливают без закладной оправы, непосредственно ввинчивая в бобышку. При горизонтальной установке термоэлектрических термометров используют закладные оправы, которые крепят на фланце или приваривают к металлической стенке.

Прокладка соединительных линий компенсационным термоэлектродным проводом должна быть доведена до места с постоянной температурой (см. § 5). При подключении к измерительному устройству нескольких термоэлектрических термометров через переключатель свободные концы компенсационных проводов сводят в одно место.

Фотоэлектрический пирометр устанавливают так, чтобы расстояние от излучателя, температура которого измеряется, до пирометра составило $1 \pm 0,1$ м (если в инструкции завода-изготовителя не указана другая величина). Визирную головку направляют на излучатель, чтобы световой поток от последнего через линзу объектива пирометра попал на фотоэлемент. Пирометр устанавливают на кронштейне или другой опорной конструкции, которая должна обеспечить его прочное и жесткое крепление, а также легкость его установки и снятия. Место установки прибора выбирают так,

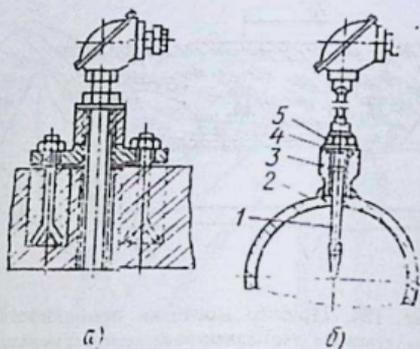


Рис. 125. Установка термоэлектрического термометра в кирпичной кладке (а) и на трубопроводе высокого давления (б):

1 — термометр 2 — трубопровод, 3 — бобышка, 4 — прокладка, 5 — штуцер

чтобы окружающая его среда не содержала большого количества взвешенных частиц или газов с низкой теплопроводностью (например, углекислого газа). При установке пирометра следует обеспечить рабочую температуру корпуса прибора в пределах 18—22° С.

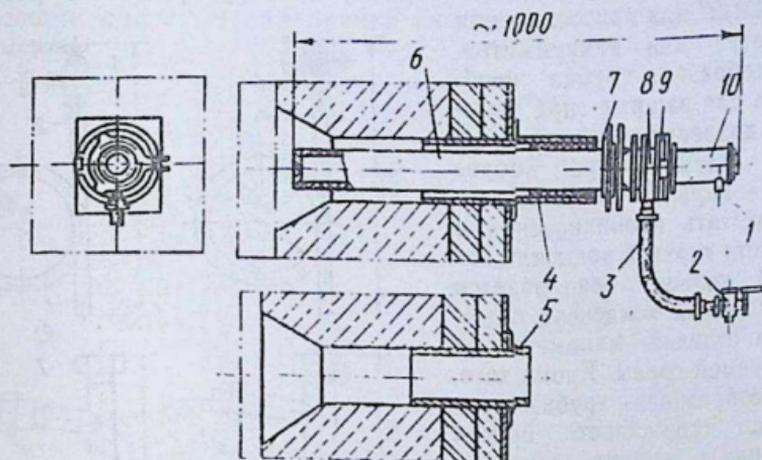


Рис. 126. Установка радиационного пирометра Рапир на вертикальной стене:

1 — шланг с электрическими проводами, 2 — кран, 3 — шланг воздуховода, 4 — шнур, 5 — закладная труба с фланцем, 6 — карборундовая труба, 7 — комплект крепежных деталей, 8 — патрубок, 9 — шарнирное устройство, 10 — телескоп ТЕРА-50

Радиационный пирометр типа Рапир с визирной (калильной) трубкой и воздушным охлаждением устанавливают на вертикальной стене (рис. 126) при температуре рабочего пространства не более 1200° С и температуре окружающей среды не выше 100° С. Если телескоп может попасть под облучение предметами, нагретыми до более высокой температуры (например, металлических частей, нагретых до белого каления), предусматривают экраны для защиты его от высокой температуры. К патрубку воздушного охлаждения подводят профильтрованный воздух с давлением не менее 0,001 МПа и температурой не более 30° С. При тяжелых температурных условиях, угрожающих целостности прибора, телескоп помещают в специальный кожух, охлаждаемый водой.

§ 44. Отборные устройства для измерения давления и разрежения

Отборные устройства для измерения давления и разрежения монтируют на участках с прямолинейным потоком среды. На горизонтальных и наклонных трубопроводах отборные устройства устанавливают на газо- и воздухопроводах в верхней части, на трубопроводах, несущих жидкости и пар, — сбоку.

Для измерения избыточного давления и вакуума в системах автоматизации используют унифицированные отборные устройства (рис. 127). Отборные устройства давления (рис. 127, а и б) состоят из кольцеобразной трубки 1, соединителя 2, запорного органа (вентиля или трехходового крана) 3 и футорки 4 с резьбой М20×1 1/2" для присоединения манометра или вакуумметра. Кольцеобразная трубка необходима для защиты при измерении давления горячей жидкости (температура более 70° С) и пара. Ее назначение — не допустить проникновения в манометр горячей воды или пара. В кольцо скапливается охлажденный конденсат и тем самым отделяет манометр от измеряемой среды. Кроме того, кольцеобразная трубка несколько сглаживает бросок давления в момент подключения прибора. Отборное устройство приваривают к закладной конструкции — штуцеру, установленному непосредственно на трубопроводе или аппарате.

Отборные устройства давления и разрежения газовой или воздушной среды (рис. 127, в г) устанавливают вертикально или под некоторым углом вверх. В этом случае образующийся в отборном устройстве и импульсном трубопроводе конденсат будет стекать обратно в трубопровод или технологический аппарат.

При отборе импульса давления (разрежения) дымовых газов отборное устройство устанавливают в таком месте, где возможна наименьшая концентрация твердых частиц. Варианты установки отборных устройств для измерения разрежения на вертикальных и горизонтальных участках кирпичного газохода и газохода с металлической обшивкой показаны на рис. 128.

Для удобства обслуживания следует избегать установки отборного устройства вблизи заслонок, шиберов, изгибов трубопровода, фланцев. При монтаже необходимо уделять особое внимание качеству приварки штуцеров и бобышек, чтобы на их внутренней поверхности не было наплывов графа, образующегося при сварке.

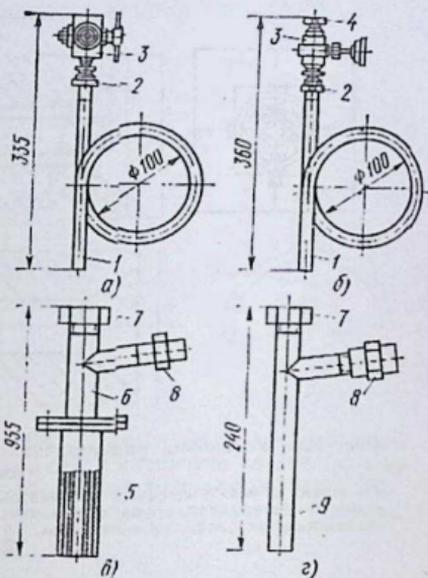


Рис. 127. Отборные устройства давления и разрежения:

а — отборное устройство давления $p_y = 1,6$ МПа, температура 225° С, б — отборное устройство давления $p_y = 10$ МПа, температура 200° С, в, г — отборные устройства давления и разрежения для загрязненных сред и чистых газов; 1 — кольцеобразная трубка, 2 — шпильный соединитель, 3 — запорный орган, 4 — футорка, 5 — защитная труба, 6 — отвод, 7 — колпачок-заглушка, 8 — гайка, 9 — отбор

В противном случае сужение внутреннего сечения отборных устройств может привести к запаздыванию импульса давления или разрежения. Кроме того, отборные устройства не должны иметь выступов внутри технологического оборудования или трубопроводов во избежание искажения измеряемых параметров, так как возникающие при этом завихрения вносят погрешности в показания приборов.

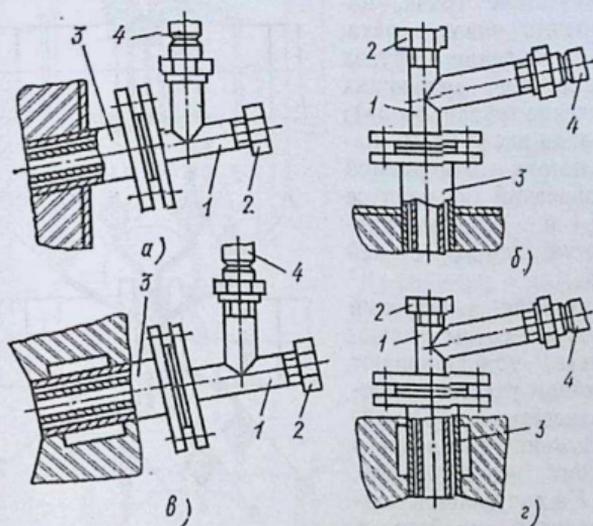


Рис. 128. Установка отборных устройств для измерения разрежения:

а, б — на вертикальном и горизонтальном газоходе с металлической обшивкой, *в, г* — на вертикальном и горизонтальном участках кирпичного газохода: 1 — отборное устройство разрежения, 2 — заглушка, 3 — обводная труба, 4 — импульсный трубопровод

В случае измерения давления или разрежения среды, имеющей высокую вязкость или агрессивно воздействующей на материал чувствительного элемента измерительного прибора, применяют разделительные сосуды. При этом измеряемая среда заполняет импульсную линию от технологического аппарата или трубопровода лишь до разделительного сосуда, далее вся линия заполняется разделительной жидкостью. При выборе разделительной жидкости учитывают следующие требования: жидкость не должна смешиваться и соединяться с измеряемой средой, она должна быть негорючей и не оказывать разрушающего воздействия на детали измерительного прибора.

§ 45. Сужающие устройства для измерения расхода

Сужающие устройства (диафрагмы, сопла) устанавливают на вертикальном, горизонтальном или наклонном трубопроводах по

рабочим чертежам и нормальям с соблюдением требований Правил 28—64 (1964 г.).

Перед монтажом сужающее устройство очищают от антикоррозионной смазки и проверяют (на соответствие проекту и комплектационной ведомости) внутренний диаметр трубопровода и место установки диафрагмы; трубопровод (отсутствие грязи, наплывов сварочных швов, грата, неровностей от заклепок и других внутренних выступов, сужающих проходное сечение трубопровода); марку материала диафрагмы; направление потока измеряемой среды и обозначений на корпусе диафрагмы (+ и —); номера диафрагмы и поставляемого с ней дифманометра.

Для исключения завихрений потока измеряемой среды сужающее устройство устанавливают на прямолинейном участке трубопровода независимо от пространственного положения последнего (горизонтального, вертикального, наклонного). Не допускается монтировать сужающее устройство в непосредственной близости от колен, угольников, задвижек и вентилях. В любом случае длина прямолинейного патрубка перед сужающим устройством должна быть не менее $6D$, за сужающим устройством — не менее $3D$ (D — внутренний диаметр трубопровода).

Задвижки и вентили устанавливают за сужающим устройством. Если проектом предусмотрена установка их перед сужающим устройством, то расстояние от задвижки (вентилей) до сужающего устройства должно быть не менее $100D$. При выборе места установки сужающего устройства следует иметь в виду, что измеряемый поток должен целиком заполнять сечение трубопровода и самого сужающего устройства.

Диафрагму устанавливают таким образом, чтобы ее торец был строго перпендикулярен оси трубопровода: оси диафрагмы и тру-

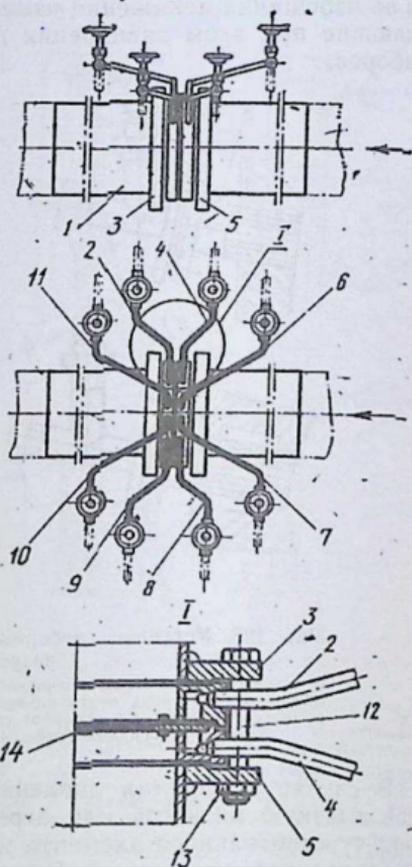


Рис. 129. Установка камерной диафрагмы с четырьмя парами кольцевых отборов на горизонтальном участке трубопровода:

1 — трубопровод, 2, 4, 6—11 — отборные патрубки с вентилями, 3, 5 — фланцы, 12 — болт, 13 — гайка, 14 — диафрагма

бопровода совпадали; цилиндрическая расточка дроссельного отверстия противостояла направлению потока измеряемой среды, а коническая расширялась по направлению его течения. Диафрагмы камерного типа устанавливают между приваренными встык фланцами, внутренний диаметр которых должен быть равен внутреннему диаметру трубопровода.

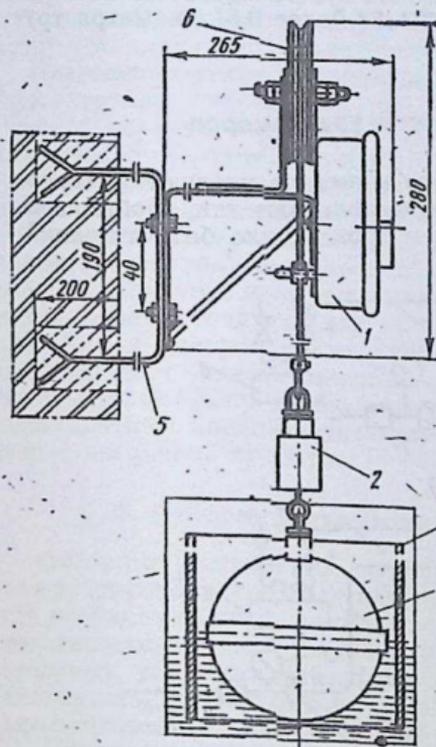


Рис. 130. Монтаж поплавкового уровня:

1 — уровень, 2 — противовес, 3 — успокоительная камера, 4 — подлавок, 5 — кроштел, 6 — блок

Между кольцевыми камерами сужающего устройства и фланцами устанавливают уплотнительные прокладки, материал которых должен быть невосприимчив к воздействию измеряемой среды. Прокладки не должны выступать во внутреннюю полость трубопровода. Диафрагмы монтируют только после предварительной очистки и продувки трубопроводов.

На рис. 129 показан пример установки камерной диафрагмы с четырьмя парами отборных на горизонтальном участке трубопровода для воздуха и неагрессивных газов. К горизонтальному участку технологического трубопровода 1 параллельно друг другу и перпендикулярно оси трубопровода приварены два фланца 3 и 5, стянутые по окружности болтами 12 (на рисунке показан только один из них) с гайками 13. Между фланцами установлена диафрагма 14, по обе стороны которой смонтированы четыре пары отборных патрубков 2 и 4, 11 и 6, 9 и 8, 10 и 7 с вентилями. По окончании монтажа сужающего устройства составляют акт на скрытые работы.

При установке камерной диафрагмы следят за тем, чтобы фланцы трубопровода, между которыми монтируют диафрагму, были строго параллельны между собой и перпендикулярны оси трубопровода. Врезку фланцев в технологические трубопроводы выполняют монтажники организации, осуществляющей монтаж этих трубопроводов, в присутствии представителей организации, монтирующей систему автоматизации.

После установки сужающего устройства с учетом указанных выше правил затягивают фланцевые болты, контролируя при этом

правильность центровки диафрагмы. Центровку диафрагмы производят по фланцевым болтам путем выверки зазоров между ними и диафрагмой. Эти зазоры должны быть одинаковыми и составлять не менее 3 мм. Центровка диафрагмы необходима для максимального сближения осей трубопровода и диафрагмы. Несоосность между ними должна составлять не более 0,01 диаметра трубопровода.

§ 46. Первичные устройства уровнемеров

Поплавковые уровнемеры. Особое внимание уделяют установке поплавков, тросов и тяг. Тяги устанавливают так, чтобы перемещение поплавка и троса или тяги происходило без затираний.

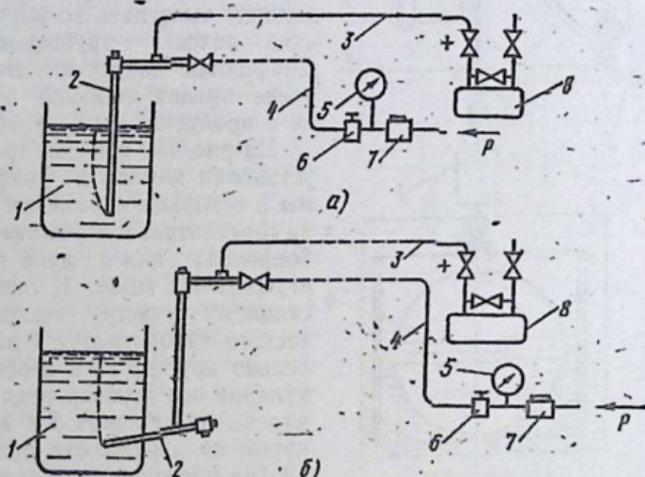


Рис. 131. Установка пьезометрических уровнемеров для измерения уровня в открытой емкости:

а — трубка опущена в емкость, б — трубка сбоку емкости; 1 — емкость, 2 — пьезометрическая трубка, 3 — импульсная линия, 4 — линия питания, 5 — манометр, 6 — редуктор, 7 — фильтр, 8 — диафрагма;
p — давление питающих газа или воздуха

Ход поплавка должен быть равен или несколько больше максимального изменения уровня.

Уровеньмер 1 (рис. 130) крепят на кронштейне 5, заделанном в стену, как показано на рисунке, или приваренном к металлической конструкции. Поплавок 4 помещают в успокоительную камеру 3, выполненную из трубы диаметром 400 мм. Во избежание затирания троса блок 6 устанавливают строго перпендикулярно и вертикально над поплавком. Для уравнивания подвижной системы, состоящей из поплавка 4, троса с блоком 6 и измеритель-

ной части уровнемера 1, между поплавком и блоком устанавливают противовес 2.

Уровнемеры-дифманометры (см. рис. 30). Расстояние от дна бака до нижней точки отбора выбирают в зависимости от чистоты измеряемой жидкости. Для измерения уровня агрессивной жидкости на линии подвода импульсных труб к уровнемеру-дифманометру устанавливают разделительный сосуд.

➤ **Пьезометрические уровнемеры.** Измерительную (пьезометрическую) трубку 2 (рис. 131, а) устанавливают вертикально или сбоку с уклоном в сторону сосуда — емкости 1 (рис. 131, б) таким образом, чтобы открытый снизу конец трубки был опущен ниже минимального уровня контролируемой жидкости. Внутренний диаметр пьезометрической трубки 2 должен быть не менее 14 мм. Воздух (или газ), попадающий в линию питания 4, которая выведена из трубы диаметром 6 мм, должен быть предварительно очищен. Для этой цели устанавливают фильтр 7, а для регулирования подачи воздуха (или газа) — редуктор 6. Импульсную линию 3, для которой также используют трубы диаметром 6 мм, присоединяют непосредственно у пьезометрической трубки. Все работы по монтажу трубных проводок установки выполняют тщательно, чтобы предотвратить возможность утечки воздуха и искажение показаний прибора.

§ 47. Отборные устройства для контроля состава газов

Отборные устройства приборов-анализаторов устанавливают на трубопроводе, газоходе или технологическом агрегате в местах, где необходимо знать состав газов для оптимального ведения технологического процесса. Место установки и способы крепления отборных устройств указывают в монтажных чертежах проектов автоматизации и выбирают в зависимости от конструкции стенки технологического аппарата, трубопровода или газохода.

Для контроля состава чистого газа с температурой не выше 500°С применяют газоотборные устройства без фильтра и водяного охлаждения. Для запыленного газа с температурой в пределах 200—500°С используют газоотборные устройства с керамическим фильтром. Для контроля газа, имеющего более высокую температуру, газоотборные устройства выполняют с водяным охлаждением.

В месте отбора пробы не должно быть застоя газа или подсоса наружного воздуха. Разрежение в газоходе должно быть не выше 150 мм вод. ст., содержание пыли — не более 5 г/м³. Газозаборную трубку отборного устройства погружают в поток на $\frac{1}{3}$ диаметра поперечного сечения газохода и устанавливают под углом 20—30° к горизонтали. Место вывода трубки герметизируют.

На рис. 132 показана установка газоотборного устройства в кирпичной кладке газохода с металлической обшивкой. Плиту 9 с закладной трубой 12 устанавливают под определенным углом

строительство объектов закончено, но в эксплуатацию они не сданы, поэтому служба техники безопасности на таких объектах еще не организована надлежащим образом. В ряде случаев первичные преобразователи необходимо устанавливать на действующих установках или в действующих цехах, к которым предъявляются специальные требования в отношении техники безопасности и противопожарных мероприятий.

Поэтому независимо от квалификации каждый раз перед началом работы на новом объекте рабочие должны пройти инструктаж: ознакомиться со специальными требованиями по безопасному ведению работ на этом объекте, с методами оказания первой помощи при специфических поражениях. Кроме того, рабочие должны знать ближайшее местонахождение противопожарного инвентаря на своем участке и уметь им пользоваться, а также знать порядок вызова газоспасательной станции.

Для работы в загазованной среде следует предварительно получить разрешение начальника газоспасательной станции и лица, ответственного за технику безопасности на данном участке. При работе на таком участке один из рабочих должен находиться вне рабочей зоны и постоянно наблюдать за работающими на случай немедленного оказания первой помощи.

В загазованной и взрывоопасной среде разрешается пользоваться только омедненным инструментом.

Глава XI

МОНТАЖ ЩИТОВ И ПУЛЬТОВ

§ 49. Установка щитов и пультов и ввод в них трубных и электрических проводов.

Установка. До начала монтажа щитовое помещение, операторная или центральный диспетчерский пункт, в которых устанавливают щиты и пульты, должны быть полностью отстроены и приняты под монтаж по акту согласно требованиям СНиП. В этих помещениях должны быть установлены все закладные детали и опорные конструкции под щиты, заделываемые в пол, выполнены все каналы в полу, а также необходимые проемы в стенах для выхода трубных и электрических проводов наружу.

При приемке щитового помещения особое внимание обращают на правильность установки опорных конструкций под щиты и закладных деталей, так как при неточной установке опорных конструкций собранный в блоки щит не будет стыковаться с этими конструкциями.

Щиты и пульты устанавливают в соответствии с проектными решениями и требованиями СНиП III-34—74. В современных условиях индустриального монтажа щиты и пульты поставляют на строящийся объект в законченном для установки виде: на них смонтирована аппаратура, выполнены электрические и трубные внутренние проводки (коммутация), подготовленные к включению внешних цепей, а также предусмотрены конструкции для установки и крепления особо чувствительных приборов и подводимых к щитам и пультам кабелей и труб. Вместе с щитами и пультами поставляют крепежные изделия для сборки и установки щитов и пультов.

При выполнении монтажных работ полносборным промышленным методом такие щиты поступают на объект собранными на заводах или в заготовительных мастерских в блоки из 2—3 панелей.

Панельные и шкафовые щиты, а также приставные или отдельно стоящие пульты (в зависимости от места расположения) могут быть установлены на бетонном основании, на двойном полу, металлическом перекрытии, решетке металлического перекрытия, над каналом на бетонном основании и др. Основания, на которых монтируют щиты и пульты, должны предохранять контрольно-измерительные приборы от вибрации или сотрясений. Поэтому в местах, подвергающихся в процессе эксплуатации вибрации, щиты и пульты устанавливают на амортизаторах. Конструкция последних должна быть указана в проекте.

Порядок монтажа панелей в многопанельных щитах может быть разным: от одного конца щита к другому или от середины щита к концам. Устанавливают все панели строго по отвесу и уровню, чтобы в одном ряду они образовывали единую плоскость, и скрепляют между собой так, чтобы зазоры в стыках не превышали 2 мм. Все крепления щитов к конструкциям, фундаментам и между собой для удобства эксплуатации должны быть разъемными.

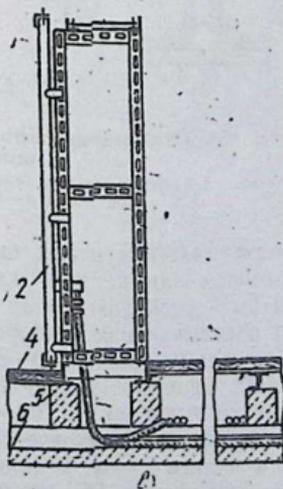
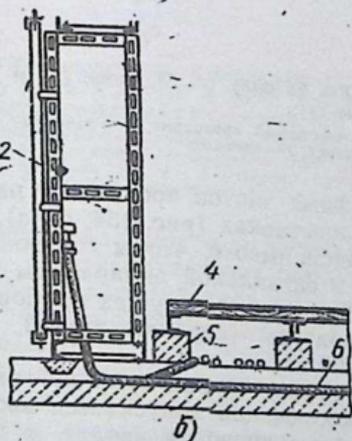
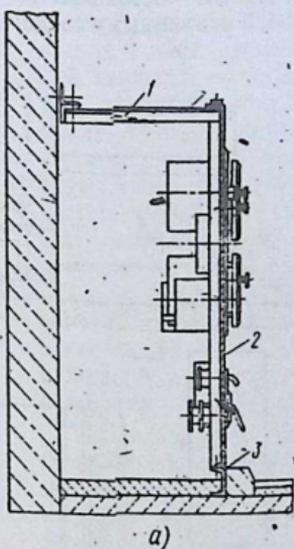
Щиты 2 (рис. 133, а) панельного типа для увеличения жесткости конструкции помимо установки на опорную раму 3 или фундамент крепят также в верхней части с помощью специальных ригелей 1. Ригели к стене крепят дюбелями или сквозными шпильками с гайками, а к щитам — болтовыми соединениями. На рис. 133, б и в показаны два варианта установки панельных щитов с каркасом из перфорированного профиля на двойном полу — ниже отметки пола и на уровне отметки пола.

При установке щитов 2 ниже отметки настла 4 двойного пола (рис. 133, б) задняя обслуживаемая часть щита заглублена на 250—300 мм. Однако это не вызывает неудобства для эксплуатационного персонала, так как доступ к электрическим зажимам, местам крепления кабелей и другим устройствам, расположенным в нижней части щитов, не затруднен. Дополнительный подъем пола перед фасадом щитов при данном варианте не требуется. Для прохода кабелей под раму щита, а также для прокладки взаимно пересекающихся кабелей в разных плоскостях на отметке черного пола 6 предусматривают ниже опор 5 каналы глубиной 50—70, шириной 300—500 мм.

При установке щитов на отметке двойного пола (рис. 133, в) щит оказывается приподнятым над отметкой черного пола, что приводит к необходимости подъема пола по всей площади помещения и к удорожанию строительства. Вместе с тем обслуживание щитов и общий вид помещения, в котором устанавливают щиты, улучшаются. Проход кабелей под раму щита осуществляют также из каналов, как и в предыдущем случае.

Рис. 133. Крепление панельного щита к стене (а) и установка панельных щитов на двойном полу ниже отметки пола (б) и на отметке пола (в):

1 — ригель, 2 — щит, 3 — опорная рама, 4 — деревянный настил двойного пола, 5 — бетонные опоры, 6 — отметка черного пола



Шкафные щиты 1 (рис. 134, а), устанавливаемые в производственных помещениях, монтируют на раме 2 из гнутого стального швеллера. В углах рамы для большей жесткости приваривают косынки. Щиты, состоящие из нескольких шкафов, соединяют между собой разъемными соединениями и устанавливают на общей раме.

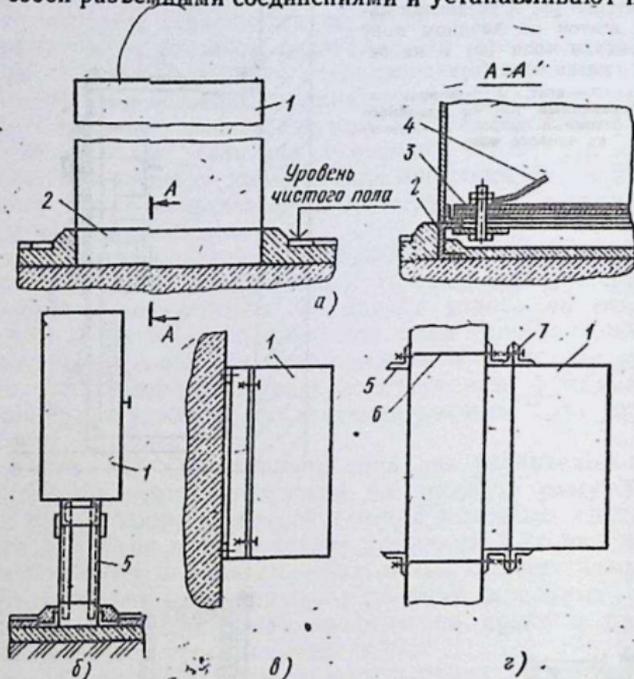


Рис. 134. Установка шкафного щита на полу (а, б), стене (в) и колонне (г):

1 — щит, 2 — рама, 3 — цапфа, 4 — заземляющий проводник, 5 — равнобе-
 лый уголок, 6 — шпилька, 7 — швеллер

Монтаж малогабаритных шкафных щитов производят на стенах, колоннах или на полу на подставках (рис. 134, б—г). Они должны быть расположены на такой высоте, чтобы горизонтальные оси показывающих приборов и сигнальной аппаратуры находились от пола на уровне 800—2100 мм; самопишущих приборов — 1000—1600; вспомогательной аппаратуры (переключателей, ключей управления, кнопок) — 700—1600 мм.

Ввод проводок. Электрические проводки, как правило, вводят в щиты и пульты снизу. В виде исключения допускается вводить их сбоку или сверху. Медные трубные проводки вводят в щиты сверху. Пневмокабели и пластмассовые трубы вводят в щиты преимущественно сверху, но в отдельных технических обоснованных случаях допускается ввод снизу — из кабельных каналов.

По способу выполнения вводы в щиты разделяются на открытые и уплотненные. Открытые вводы применяют в нормальной среде. Они могут быть выполнены через защитные гильзы, в защитных трубах и посредством переборочных соединений. Защитные гильзы используют при вводе в щиты (рис. 135, а) электрических и пневматических кабелей, стальных бесшовных, медных, алюминиевых и пластмассовых трубных проводок без защитных труб, а также капилляры манометрических термометров вводят через сальники. Пластмассовые трубы и электропроводки в защитных трубах вводят в щиты без гильз (рис. 135, б). Переборочные соединения (рис. 135, а) применяют при вводе трубных проводок через стенки щитов.

Уплотненными выполняют вводы трубных и электрических проводок в щитовые помещения из помещений взрыво- и пожароопасных, пыльных, сырых, особо сырых и с химически активной средой. Для уплотненных вводов используют защитные гильзы, которые герметично устанавливают в бетонных перекрытиях, а к металлическим перекрытиям их приваривают. Гильзы уплотняют сальниками.

Для уплотнения ввода защитных труб на расстоянии от 0,5 до 1 м перед вводом электропроводок в щитовые помещения устанавливают уплотнительные фитинги или тройники, которые после затягивания электропроводок в защитные трубопроводы заливают разогретой кабельной массой. Фитинг устанавливают таким образом, чтобы его заливная горловина находилась в верхнем положении.

Трубы, кабели и провода, вводимые в щиты и пульты, закрепляют вблизи места их ввода или у присоединительных устройств. Трубы, подходящие к щитам, с трубами, проложенными внутри щитов, соединяют разъемными (резьбовыми) соединениями. Подводимые к щитам кабели и провода подключают к сборкам зажимов. Компенсационные (термоэлектродные) провода под-

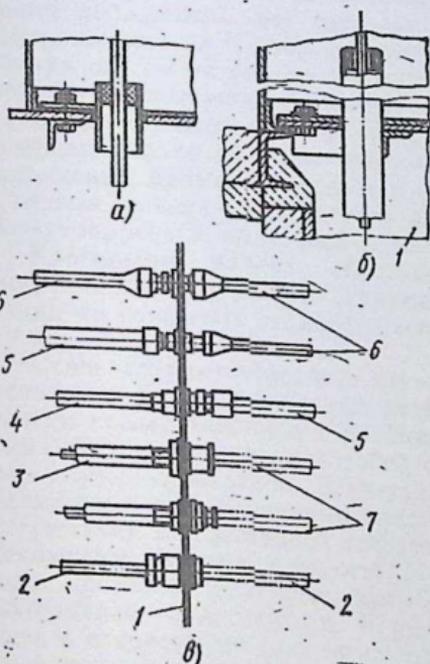


Рис. 135. Вводы в щиты через защитные гильзу (а) и трубу (б) и через переборочные соединения и сальники (в):
 1 — стенка щита или крышка люка, 2 — капилляр, 3, 4 — защитные водогазопроводные трубы, 5 — стальная труба, 6 — медная труба, 7 — кабель (провод или труба)

аппаратуры на наружных технологических установках и рассчитаны на работу без постоянного обслуживающего персонала.

Сборку КПА производят из различных панелей, имеющих одинаковые габаритные и установочные размеры. В стеновых глухих панелях каркасной конструкции из алюминиевых профилей, обрамляющих трехслойный утеплитель (пенополиуретан с пламягасящими добавками), нет съемных или открывающихся элементов. Стеновые панели с дверью служат для входа в помещение и для обслуживания устройств коммутации (коммутационных полей), к которым подключают внешние электрические и пневматические линии связи. Стеновые панели с окнами, предназначенными для освещения рабочей зоны оператора и обзора производственного помещения, применяют только в комплектах пунктов операторов. Стеновые панели с отверстиями предназначены для присоединения воздухопроводов приточной и вытяжной вентиляции.

Кровельные панели, образующие бескаркасное перекрытие, могут быть одинарными (пункты операторов) или для эксплуатации на открытых технологических установках двойными (пункты преобразователей).

Стальная рама-основание служит опорой для панелей, а также используется для прокладки электрических и трубных проводок между коммутационными полями, щитами, пультами или статами. Рама представляет собой сборную конструкцию из стальных гнутых швеллеров. В местах установки щитов, пультов, статов рама имеет опорные балки. В этих местах настил пола отсутствует. На остальной поверхности раму покрывают съемными стальными листами толщиной 2—4 мм, поверх которых укладывают древесностружечные плиты, покрытые токопроводящим материалом — линолеумом. К дну рамы приваривают стальной лист с отверстиями для ввода внешних электрических и трубных проводок. В этих отверстиях устанавливают вводные плиты с сальниками или патрубками для кабелей, переборочными соединителями и патрубками для труб. Для прокладки электрических и трубных проводок в полость рамы укладывают стальные короба или лотки.

Коммутационные поля состоят из двух модулей — конструкций из унифицированных элементов каркасов щитов (стоек, рам). В коммутационных полях возможно одно из трех сочетаний коммутационных модулей: два электрических, либо два пневматических, либо один электрический и один пневматический. В электрическом модуле может быть установлено до 44 блоков зажимов БЗ-10, в пневматическом — до 90 переборочных соединений. В зависимости от конкретной схемы автоматизации, числа щитов, пультов, статов, а также приборов и аппаратуры, устанавливаемых на них, КПА может быть оснащен несколькими коммутационными полями.

Монтаж КПА в монтажно-заготовительных мастерских монтажных управлений начинают со сборки рамы-основания, в которой устанавливают короба или лотки, затем приваривают опорные

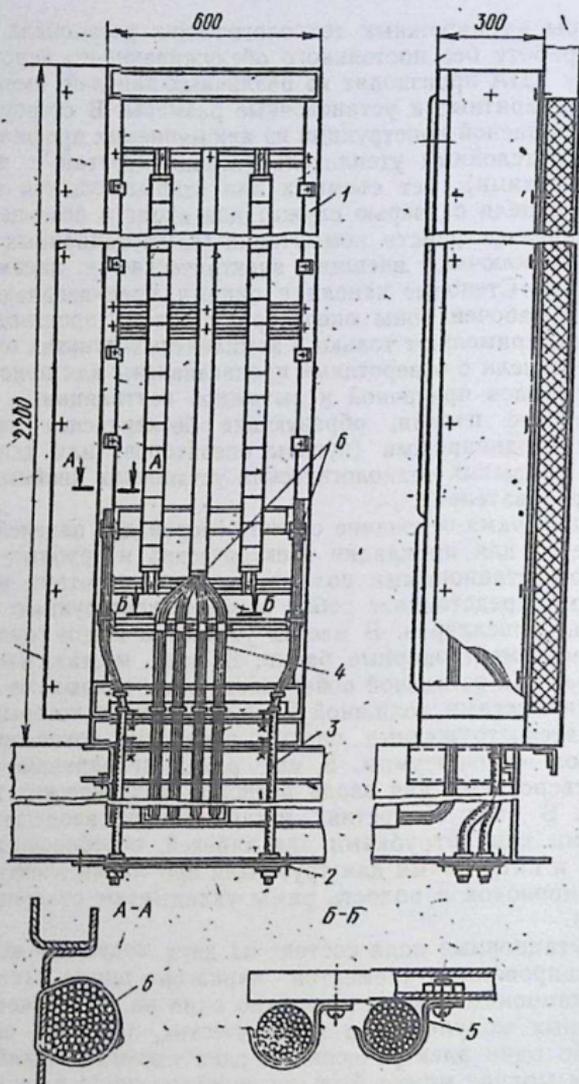


Рис. 137. Пример монтажа электрического модуля:
 1 — электрический модуль, 2 — вводная плата, 3 — кабель внешних проводов, 4 — провода внутренних проводов, 5 — скоба СО,
 6 — лента перфорированная с кнопочкой

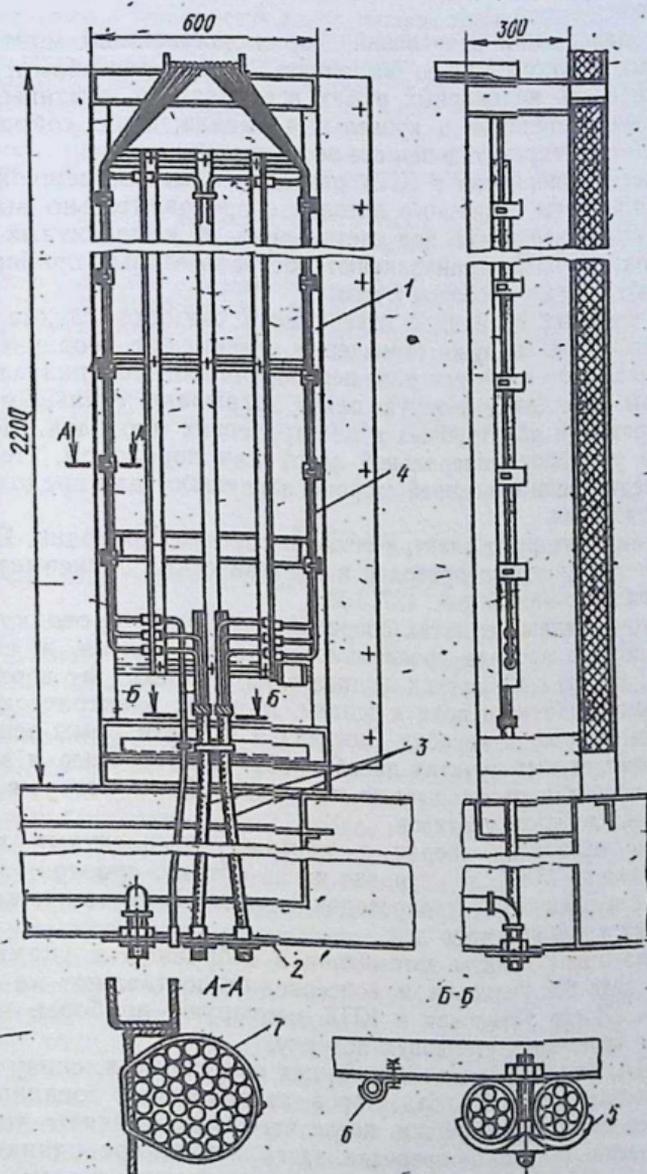


Рис. 138. Пример монтажа пневматического модуля:

1 — пневматический модуль, 2 — входная плита, 3 — трубы внешних проводов, 4 — трубы внутренних проводов, 5, 6 — скобы, 7 — лента перфорированная с кляшкой

рамы щитов, пультов, коммутационных полей и узлы крепления статов.

В зависимости от условий сборки дальнейший монтаж комплектных пунктов можно выполнять двумя способами: вначале смонтировать на опорных рамах все щиты и статовы, а затем установить стеновые и кровельные панели, либо собрать КПА, а затем смонтировать в нем все оборудование.

После выполнения в КПА разводки электроосвещения монтируют элементы подвесного потолка с предварительно вырезанными в них отверстиями под светильники. В комплектных пунктах преобразователей устанавливают обогревательные приборы и выполняют монтаж проводок к ним.

В стеновых панелях с отверстиями снимают глухие вставки и на их месте снаружи помещения закрепляют вводную плиту с сальниками, патрубками или переборочными соединителями. Со стороны помещения вводную плиту закрывают стальным листом с отверстиями для трубных и электрических проводок. Полость в панели утепляют минеральной ватой или поролоном. Переборочные соединители с внешней стороны заглушают для предохранения от загрязнения.

Затем монтируют электрические и трубные проводки. Примеры выполнения монтажа проводок в электрических и пневматических модулях показаны на рис. 137, 138.

В комплектных пунктах операторов трубные проводки и компенсационные провода прокладывают поверх щитов в стальных лотках. В таких же лотках осуществляют переход от верхней части коммутационного поля к щитам. Монтаж электрических проводок выполняют в коробах (лотках) в полости рамы-основания.

В комплектных пунктах преобразователей трубные и электрические проводки прокладывают на кронштейнах, которые крепят к верхней плоскости статов.

После окончания сборки и монтажа комплектных пунктов автоматики на МЗМ, до отправки их на объект, проверяют сопротивление изоляции электропроводок, правильность монтажа электрических и трубных проводок.

Комплектные пункты автоматики в собранном и укомплектованном виде без упаковки и консервации доставляют на объект монтажа. После установки в КПА монтируют приборы; предварительно прошедшие стендовую поверку.

В КПА, установленных на прямых или каналах, снизу укрепляют вводные плиты. С коллекторов, переборочных соединителей, сальников снимают заглушки, после чего присоединяют внешние электрические и трубные проводки, заземляющие проводники, воздухопроводы приточной и вытяжной вентиляционных систем.

§ 51. Правила техники безопасности

При установке и перемещении щитов, пультов, узлов обвязки, групповых стендов приборов принимают меры, предупреждающие их опрокидывание. Отдельные панели щита до их постоянного закрепления временно скрепляют между собой и с ближайшей стеной. Совпадение отверстий для болтов при стыковке щитов между собой, щитов и приставных пультов, а также при установке щитов и пультов на опорные рамы проверяют только с помощью ломика или хвостовика ключа; производить проверку пальцами запрещается. Запрещается одновременно двумя и более рабочими работать на различных по высоте участках одной и той же панели щита.

Приборы и средства автоматизации в щитах и пультах крепят стандартными крепежными изделиями без сорванных резьб, шлицев и граней с необходимой затяжкой резьбовых соединений.

В местах возможного передвижения рабочих предусматривают проходы достаточной ширины. Рабочие места не должны быть загромождены излишками материала, ненужным инструментом и приспособлениями. Каналы в местах прохода, а также отверстия в междуэтажных перекрытиях сплошь закрывают прочным дощатым настилом или ограждают перилами высотой не менее 1 м.

При использовании пространства под щитом для подвода и раскладки труб и кабелей, вводимых в щит, на нижнюю внутреннюю раму щитов укладывают прочный настил (пол).

Глава XII

ЗАЗЕМЛЕНИЕ (ЗАНУЛЕНИЕ) СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

В соответствии с СНиП III-34—74 защитное заземление систем автоматизации монтируют одновременно со всеми монтажными работами.

Автоматизируемые технологические установки питаются, как правило, от электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью. В таких установках заземление как защитную меру безопасности от поражения электрическим током называют занулением (в отличие от электроустановок с изолированной нейтралью, где применяется термин заземление).

При занулении все металлические корпуса электроприемников и металлические конструкции электрически связаны через нулевой защитный провод с глухозаземленной нейтралью сети — от нее питается система автоматизации. Благодаря этому всякое замыкание на корпус превращается в короткое замыкание и аварийный участок отключается предохранителем или автоматом.

Сеть зануления предусматривают в электротехнической части проекта. Ее монтируют специализированные электромонтажные организации. При монтаже систем автоматизации выполняют лишь присоединение элементов указанных систем к сети зануления с помощью нулевых защитных проводников. Зануление выполняют: при напряжении переменного тока 380 В и выше и постоянного тока 440 В и выше — во всех электроустановках; при номинальных напряжениях переменного тока выше 42 В и постоянного тока выше 110 В — только в электроустановках, размещаемых в поме-

шения с повышенной опасностью и в особо опасных, а также в наружных установках; во взрывоопасных установках — при любом напряжении переменного и постоянного тока.

В автоматизируемых технологических установках занулению подлежат: металлические части приборов и электроустановок, в которых при повреждении изоляции оболочек проводов возможно появление опасного для жизни персонала напряжения, в том числе: корпуса манометров ЭКМ и МЭД, дифтягомеров ДТ, гидравлических (ГИМ) и электрических (МЭО) исполнительных механизмов и других средств автоматизации, аппаратов управления, защиты, освещения; щиты и пульта системы автоматизации (включая щиты питания и сигнализации); броня и оболочки пневмокабелей, контрольных кабелей, металлические оболочки проводов; защитные стальные трубы, металлические короба и лотки, кронштейны и другие виды металлоконструкций; корпуса соединительных коробок при вводе в них небронированных кабелей с неметаллическими защитными оболочками; металлические конструкции групповых стенов приборов; корпуса источников питания, выпрямителей и трансформаторов.

В качестве нулевых защитных проводников могут быть использованы: нулевые рабочие проводники; специально предусмотренные для этой цели проводники (четвертая или третья жила кабеля, четвертый или третий провод, стальные полосы); металлические конструкции зданий (фермы, колонны, эстакады); металлические конструкции производственного назначения (площадки обслуживания, обрамление каналов); стальные трубы электропроводок; алюминиевые оболочки кабелей; металлические короба и лотки для прокладки электрических проводов и т. д.

Использовать в качестве нулевых защитных проводников газопроводов и импульсных трубопроводов от них, линии канализации и центрального отопления запрещается.

Для надежного соединения стальных труб электропроводов, используемых в качестве нулевых защитных проводников, при открытой прокладке применяют хорошо затянутые муфты, уплотненные на сурике, либо иные конструкции, обеспечивающие надежный контакт; при скрытой прокладке и в сетях с заземленной нейтралью при открытой прокладке — стальные резьбовые муфты, уплотненные на сурике и приваренные к трубам в двух-трех точках с обеих сторон. На длинном участке резьбы (сгоны) со стороны сгона перед муфтой устанавливают контргайку. При соединении труб на чугунных муфтах и чугунных электрофитингах в обход муфт и электрофитингов приваривают перемычки из круглой стали диаметром 6—8 мм.

Броню кабелей (рис. 139, а) у концевых заделок зануляют с помощью проводника, один конец которого припаивают к броне, а другой присоединяют к зануленному щиту, коробке и т. п. Зануляющий проводник к броне кабеля присоединяют после разделки конца кабеля, до наложения изолирующих обмоток на корешок заделки. У места обреза брони на оболочку кабеля подматывают

шнуровой асбест для предохранения места пайки от загрязнения битумным составом. Броню кабеля зачищают и облуживают припоем ПОС-61.

Зануляющий проводник 1, который обычно изготавливают в монтажно-заготовительных мастерских, также облуживают припоем ПОС-61 по всей длине и оконцовывают наконечником опрессовкой.

Во избежание выплавления при коротком замыкании напаять наконечник на зануляющий проводник запрещено. Проводник укладывают вдоль кабеля на облуженных местах брони, прикрепляют к кабелю бандажом 2 из 3—4 витков медной луженой проволоки диаметром 1 мм и припаивают припоем ПОС-61 к обеим лентам брони. Для защиты от влаги места пайки зачищают от следов флюса и покрывают несколькими слоями асфальтового лака.

Экранирующие оплетки кабеля или провода (рис. 139, б) зануляют перед местом их крепления у сборки зажимов или у ввода в прибор или аппарат. На расстоянии 10—15 мм от этого места на экранирующую оплетку накладывают бандаж из 6—7 витков медной проволоки диаметром 0,4—0,5 мм. Экранирующую оплетку от конца кабеля (или провода) до бандажа расплетают и разделяют на две равные пряди, растягивают и скручивают каждую прядь в отдельности, а затем обе

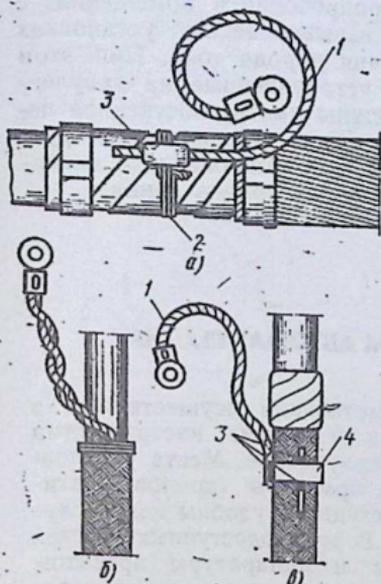


Рис. 139. Заземление брони кабеля (а) и экранирующей оплетки (б, в): 1 — зануляющий проводник, 2 — бандаж из медной проволоки, 3 — медная луженая полоска, 4 — пайка припоем ПОС-61

пряди между собой, образуя из них зануляющую перемычку. Конец перемычки припаивают припоем ПОС-61 с канифольным флюсом и закрепляют на нем опрессовкой кабельный наконечник. Если кабель (провод) и зануленный щит или коробка расположены таким образом, что длина перемычки из проволок экранирующей оплетки недостаточна для подключения к заземлителю, то экранирующую оплетку зануляют с помощью гибкого проводника, припаяваемого к медной луженой полоске $10 \times 0,2$ мм (рис. 139, в).

В многопанельных щитах все панели должны иметь между собой надежный электрический контакт. Для этого, если панели щита собраны на общей подщитовой раме из швеллера, соединяют каждую панель с рамой перемычкой из полосовой стали сечением не менее 15×3 мм. Перемычки приваривают к узлу зануления панели и ребру швеллера или присоединяют к болту узла зазем-

ления панели. При отсутствии на панелях скоб зануления перемычки приваривают к нижнему борту панели.

Первичные преобразователи, сигнализаторы и исполнительные механизмы присоединяют к сети зануления отдельными гибкими зануляющими проводниками. Последовательное соединение зануляющим проводником нескольких зануляемых приборов запрещено.

Занулению подлежат также электропроводки в помещениях с взрывоопасной средой и наружных взрывоопасных установках всех классов независимо от напряжения и рода тока. При этом приборы и средства автоматизации, установленные на зануленных металлических конструкциях, должны иметь собственное независимое зануление. Занулять следует также кабельные конструкции, по которым проложены кабели любых напряжений с металлическими оболочками, зануленными с обоих концов линий.

Глава XIII

МОНТАЖ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Монтаж приборов и систем автоматизации осуществляют в соответствии с проектом, техническими условиями, инструкциями заводов-изготовителей и условиями эксплуатации. Места установки приборов, аппаратуры и запорной арматуры (кранов, вентилей, переключателей) должны быть доступны и удобны для обслуживания, а также хорошо освещены. В труднодоступных местах для удобства обслуживания приборов и аппаратуры проектом должны быть предусмотрены, а строительной организацией установлены лестницы, площадки и т. п.

Во избежание повреждения приборы и аппаратуру не допускается устанавливать: в помещениях с незаконченными строительными и отделочными работами, а также до окончания работ по монтажу технологического оборудования; в местах, подверженных вибрации; в условиях агрессивных сред и местах с повышенной влажностью; в местах с сильным магнитным полем.

Крепят приборы и аппаратуру на несущих конструкциях (стативах, щитах, металлоконструкциях) крепежными изделиями, не имеющими сорванных резьб, шлицев и граней. Все резьбовые соединения должны быть туго затянуты. При необходимости установки приборов и аппаратуры в местах, подверженных вибрации, принимают меры к ее полному устранению или к изменению частоты и амплитуды колебаний до значений, обеспечивающих нормальную работу приборов (путем установки последних на амортизаторах) и прочность их крепления. В последнем случае резьбовые соединения должны иметь пружинные шайбы, шплинты или контргайки, исключающие их самопроизвольное отвинчивание.

§ 52. Приборы для измерения температуры

Вторичные приборы для измерения температуры (манометрические термометры, милливольтметры, логометры и уравновешенные мосты) устанавливают на панелях щитов. Абсолютное боль-

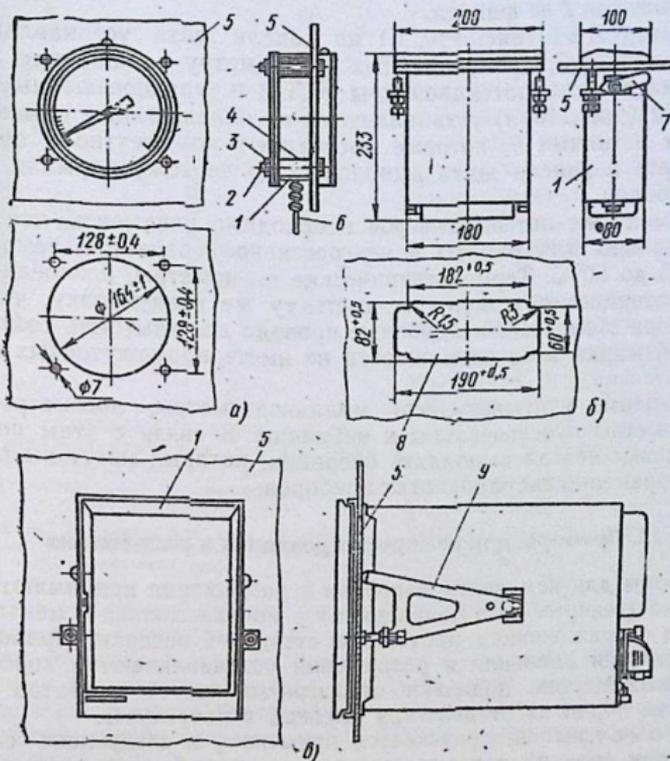


Рис. 140. Крепление манометрических термометров (а), логометра (б), потенциометра и моста (в) на панели щита:

1 — корпус, 2 — болт, 3 — гайка, 4 — втулка, 5 — панель щита, 6 — кабель к термобаллону, 7 — кронштейн, 8 — вырез в панели щита, 9 — деталь крепления

шинство таких приборов выпускают в корпусах, предназначенных для утопленного монтажа. При утопленном монтаже приборы крепят скобами или сухарями-зажимами, а при настенном — за специальные петли, поставляемые в комплекте с приборами. Во всех случаях конструкции, предназначенные для установки вторичных приборов, должны обеспечивать их жесткое и прочное крепление, а также удобство монтажа и демонтажа.

Манометрические термометры устанавливают на щите или стене в зависимости от условий эксплуатации. При внутрищитовом (утопленном) монтаже прибора (рис. 140, а) вырезают в панели 5 щита отверстие для прибора и четыре отверстия под болты, устанавливают корпус 1 прибора в щит с обратной стороны, вставляют между фланцем корпуса и щитом четыре втулки 4 и закрепляют прибор болтами 2 за фланец.

Логометр Л-64 (рис. 140, б) на панели щита устанавливают на кронштейнах 7, прикрепленных к логометру на шарнире.

Автоматические потенциометры КСП2 и уравновешенные мосты КСМ2 (рис. 140, в) устанавливают на панели также утопленно и крепят деталями 9, которые поставляют комплектно с прибором. Вырез в панели щита выполняют по чертежу нормали для этих приборов.

При монтаже потенциометров необходимо учитывать, что они предназначены для работы в неагрессивной среде при температуре от 5 до 50°С. Термоэлектрические термометры, присоединяемые к потенциометру, должны иметь ту же градуировку, что и прибор, при этом компенсационные провода должны быть соответствующей марки и по возможности не иметь промежуточных соединений.

Необходимо учитывать, что милливольтметры, логометры и потенциометры чувствительны к вибрации. В связи с этим после их установки нельзя выполнять операции, которые могут вызвать хотя бы временно вибрацию этих приборов.

§ 53. Приборы для измерения давления и разрежения

Приборы для измерения давления и разрежения принимают от заказчика (генерального подрядчика) в монтаж только в монтажной зоне с приложением протоколов стендовой поверки. Приборы для измерения давления и разрежения устанавливают в хорошо освещенных местах, подальше от нагретых частей агрегатов во избежание порчи их от действия высокой температуры.

Манометры не допускается применять в следующих случаях: истек срок их поверки; отсутствует пломба или клеймо с отметкой о проведении поверки; при отсутствии давления стрелка не возвращается к нулевой отметке шкалы, а останавливается на отметке, значение которой превышает половину допускаемой погрешности для данного манометра; разбито стекло или имеются другие повреждения, которые могут отразиться на правильности показаний прибора.

При внешнем осмотре приборов обращают внимание на наличие защитных колпачков на штуцерах, предохраняющих внутренние полости манометров от загрязнения и резьбы от механических повреждений.

Манометры для измерения давления пара или горячей воды (рис. 141) предохраняют от высокой температуры измеряемой среды, для чего последнюю подводят к прибору не прямой, а коль-

цеобразной или U-образной трубками. Устанавливают их на уровне не ниже места отбора давления. В противном случае в показание прибора необходимо вносить постоянную поправку на высоту столба жидкости между манометром и местом отбора.

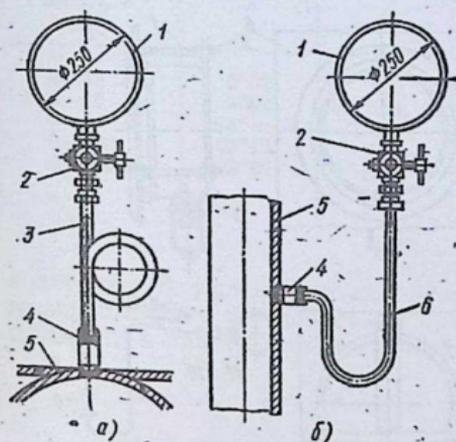


Рис. 141. Установка манометров при измерении давления пара или горячей воды (P_2 до 1,6 МПа, температура до 225° С) на горизонтальном (а) и вертикальном (б) трубопроводах:

1 — манометр, 2 — трехходовой кран, 3 — отборное устройство, 4 — штупер, 5 — трубопровод, 6 — U-образная трубка

щите без прижимной планки винтами, пропущенными через отверстие в заднем борту прибора.

При монтаже манометров непосредственно на трубопроводах или технологическом оборудовании необходимо обеспечить герметичность соединений. Присоединительный ниппель и сам манометр уплотняют прокладками из кожи, фибры, паронита, свинца или отожженной меди.

При дистанционном измерении давления и разрежения длина трубных соединительных линий для манометров, мановакуумметров и вакуумметров с одновитковой пружиной не должна превышать 100 м, с многовитковой пружиной и с сильфоном — 30 м. Соединительную трубную линию 9 (рис. 142, б) у места отбора прокладывают с уклоном 1:50 в сторону технологического трубопровода 11 или от него. На расстоянии 500 мм от места отбора устанавливают запорный вентиль 10. Соединительную трубную линию присоединяют к манометру 3 с помощью ниппеля 7 и накидной гайки. Перед прибором устанавливают трехходовой кран 8 для продувки соединительной трубной линии и проверки показаний манометра.

Для продувки и проверки манометров по контрольному манометру перед ними устанавливают трехходовые краны или вентили. При измерении давления до 0,025 МПа в чистых средах и при измерении давления нефтепродуктов, агрессивных и взрывоопасных сред трехходовые краны не применяют, а используют только вентили.

При утолщенном монтаже на панели щита манометры с одновитковой трубчатой пружиной, не имеющие бортов (рис. 142, а), крепят на панели 6 щита с помощью фронтального кольца 2, располагаемого на лицевой стороне панели, и планок 4, прижимающих корпус 3 прибора к панели. Те же манометры, имеющие борт, крепят на

Тягомеры, напоромеры и тягонапоромеры устанавливаются на щитах или непосредственно у технологического оборудования. В последнем случае жидкостные приборы монтируют в местах, где температура окружающей среды не поднимается выше 30°C . Для остальных приборов температура окружающей среды должна находиться в пределах $10-60^{\circ}\text{C}$. Приборы устанавливают вертикально или по уровню, вмонтированному в прибор. У наклонных жидкостных тяго-, напоро- и тягонапоромеров угол наклона прибора устанавливают в зависимости от предела измерений согласно табл. 7.

Наклонные тягонапоромеры отградуированы в миллиметрах водяного столба и заполнены подкрашенным этиловым спиртом. Расстояние от отборного устройства до прибора должно составлять 3—5 м. Пример установки жидкостного тягонапоромера ТНЖ-Н на стене показан на рис. 143.

Для импульсных линий к приборам применяют стальные бесшовные трубы 10×2 или 14×2 (ГОСТ 8734—75) или водогазопроводные трубы D_y-15 мм (ГОСТ 3262—75). Импульсные трубные проводки присоединяют к жидкостным тягонапоромерам с помощью переходных резиновых трубок с внутренним диаметром 6—8 мм (см. рис. 141). При измерении давления импульсную трубку подключают к штуцеру прибора со знаком «+», при измерении разрежения — со знаком «-».

При измерении перепада давления дифференциальным тягонапоромером к последнему присоединяют две импульсные трубы: с большим абсолютным давлением к штуцеру со знаком «+», с меньшим — к штуцеру со знаком «-».

Жидкостные тяго-, напоро- и тягонапоромеры укрепляют на панели щита или специальной конструкции крепежными болтами. Мембранные тяго- и напоромеры и тягонапоромеры монтируют на панелях щитов или на стене (с помощью специальных

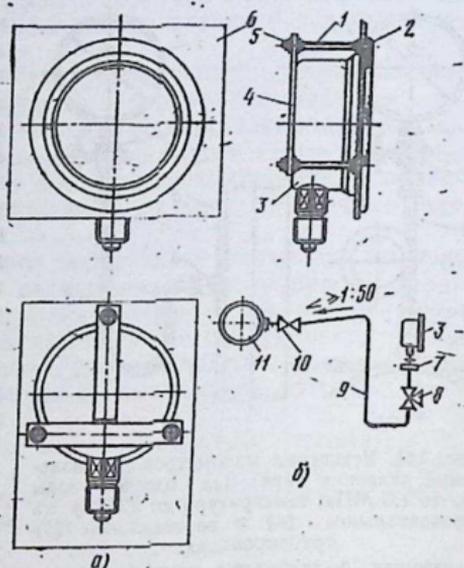


Рис. 142. Установка на панели щита манометра без борта (а) и схема установки манометра при дистанционном измерении давления воздуха или неагрессивных газов (б): 1 — винт, 2 — фронтальное кольцо, 3 — манометр, 4 — планка, 5 — гайка, 6 — панель щита, 7 — панель с накладной гайкой, 8 — трехходовый кран, 9 — соединительная трубная линия, 10 — запорный вентиль, 11 — технологический трубопровод

Таблица 7. Угол установки жидкостных тяго-, напоро- и тягонапомеров в зависимости от требуемого предела измерения

Пределы измерения, мм пол. ст.	Угол наклона, °	Размеры, мм (рис. 143)			
		L	H	A	B
0—25	5°36'	460	166	348	34
0—40	9°02'	459	194	346,5	62
0—63	15°10'	452	241	342	98
0—100	23°15'	444	289	331	147
0—160	39°00'	405	378,5	286	230

конструкций) утепленным способом и крепят винтами, поставляемыми комплектно с приборами (рис. 144). Импульсные проводки подводят к задней стенке прибора и присоединяют к его штуце-

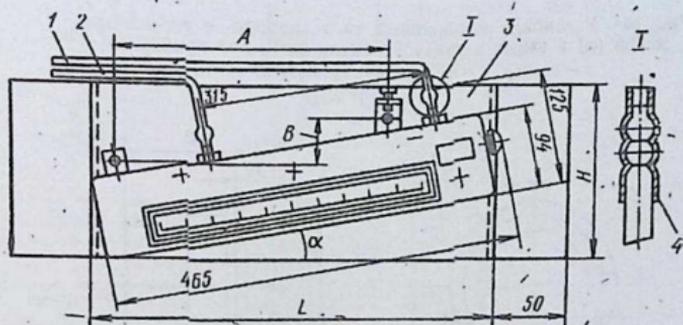


Рис. 143. Установка жидкостного тягонапомера ТНЖ-Н на стене:
1, 2 — минусовая и плюсовая трубки, 3 — кронштейн, 4 — трубка резиновая

рам резиновыми трубками 10 × 2. Для обеспечения герметичности места соединения резиновых трубок со штуцерами бандажируют мягкой проволокой.

Электроконтактные манометры и мановакуумметры устанавливают, как правило, на индивидуальных (рис. 145) или групповых конструкциях. Монтировать электроконтактные приборы непосредственно на отборном устройстве запрещается, так как возможные вибрации оборудования и вибрации от пульсаций измеряемой среды могут привести к ложному срабатыванию контактного устройства.

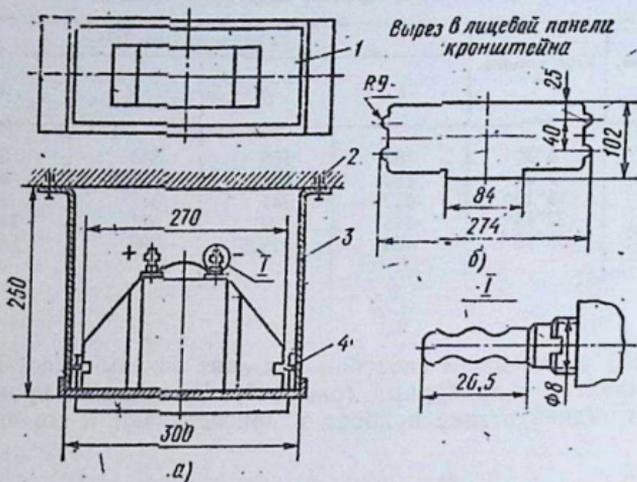


Рис. 144. Установка мембранных тяго-, напоро- и тягонапорометров (а) и вырез в лицевой панели щита под прибор (б):
 1 — прибор, 2 — дюбель, 3 — кронштейн, 4 — винт

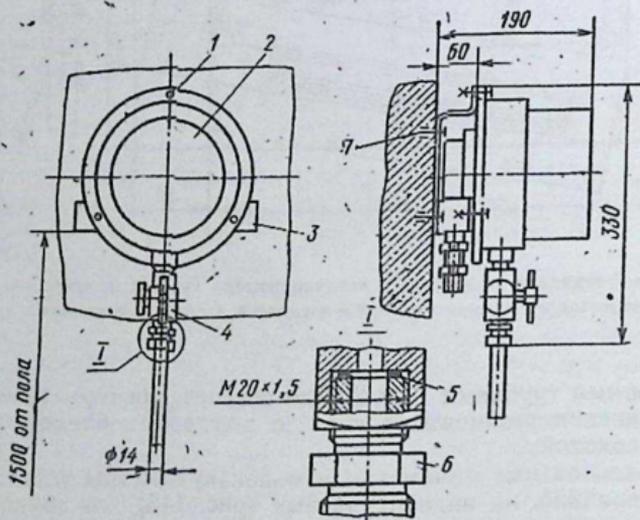


Рис. 145. Установка электроконтактного манометра на стене:
 1 — болт, 2 — манометр, 3 — кронштейн, 4 — трехходовой кран, 5 — прокладка, 6 — соединитель, 7 — дюбель

§ 54. Приборы для измерения расхода и количества

Дифманометры-расходомеры переменного перепада устанавливают вертикально-так, чтобы шкалы (диаграммы) приборов были удобны для наблюдения с рабочего места, а вентили доступны для обслуживания. Жесткость крепления обеспечивают путем дополнительного крепления отводной трубы скобой.

В помещениях с взрыво- и пожароопасной средой применяют только механические дифманометры без электрических цепей, так как контактные устройства электрических цепей могут образовывать искру и, как следствие ее, взрыв или пожар.

Импульсные линии для соединения сужающего устройства с дифманометром (соединительные линии) монтируют из труб, устойчивых к корродирующему действию среды. При измерении расхода агрессивных жидкостей и газов применяют бесшовные трубы из коррозионно-стойкой стали (ГОСТ 9941—81), винилпластовые или полиэтиленовые (ГОСТ 18599—73). Трубы для соединительных линий должны иметь внутренний диаметр не менее 8 мм, за исключением труб, соединяющих сужающее устройство с уравнительным или разделительным сосудом, для которых применяют трубы с внутренним диаметром не менее 12 мм.

Рис. 146. Схемы установки дифманометров-расходомеров ниже сужающего устройства (а) и выше (б):

1 — сужающее устройство, 2, 3 — вентили, 4 — отстойные сосуды, 5 — дифманометр, 6 — газосборник

Обе соединительные линии к дифманометру (плюсовая и минусовая) должны находиться в одинаковых температурных условиях. Их прокладывают вертикально или с уклоном к горизонтالي не менее 1:10, при этом необходимо, чтобы на всем протяжении уклон был направлен в одну сторону. Изгибы труб должны быть плавными, без острых углов и вмятин. Площадь сечения проходного отверстия вентилей в соединительных линиях должна быть не менее площади сечения труб.

Дифманометры-расходомеры при измерении расхода жидкости располагают ниже сужающего устройства 1 (рис. 146, а). Соединительные линии между дифманометром 5 и сужающим устройством на всем протяжении прокладывают с уклоном в одну сторону. Перед

дифманометром устанавливают отстойные сосуды 4 с продувочными вентилями 3. Непосредственно у отборного устройства каждую соединительную линию оборудуют вентилем 2 для перекрытия отборного устройства в случае ремонта дифманометра.

При таком размещении дифманометра выделяющиеся из жидкости конденсат или газы уходят в технологический трубопровод, в котором измеряется расход жидкости. В этом случае не требуется устанавливать газосборные емкости (воздушники) в устройства для выпуска газов в атмосферу.

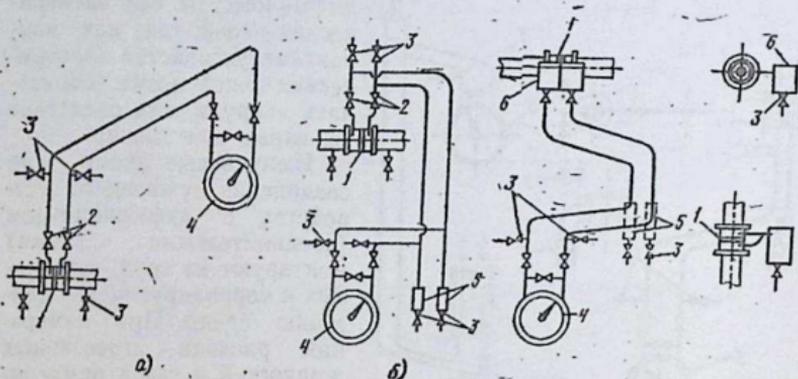


Рис. 147. Схема установки дифманометров для измерения расхода газа (а) и пара (б):

а — дифманометр расположен выше сужающего устройства, б — то же, ниже; 1 — сужающее устройство, 2, 3 — вентили, 4 — дифманометр, 5 — отстойный сосуд, 6 — управительный сосуд

Если по условиям размещения технологических трубопроводов в месте установки сужающего устройства невозможно обеспечить уклон импульсных проводок в одну сторону и расположить дифманометр ниже места отбора импульса, допускается установка его выше сужающего устройства (рис. 146, б), но при этом в наиболее высоких точках импульсных проводок устанавливают газосборники 6.

При измерении расхода газа дифманометры-расходомеры 4, как правило, располагают выше сужающего устройства 1 (рис. 147, а). Если по условиям размещения технологических трубопроводов это невозможно, в низших точках соединительных линий устанавливают отстойные сосуды 5 (рис. 147, б) для улавливания конденсата. Для продувки соединительных линий используют вентили 3.

При измерении расхода горячих газов необходимо обеспечивать равенство температур в обеих соединительных линиях. Не следует располагать соединительные трубки в непосредственной близости от горячего трубопровода; если же этого избежать не удастся, обе соединительные трубки покрывают тепловой изоляцией.

При измерении расхода пара надо обеспечивать постоянно и равенство уровней конденсата в обеих соединительных линиях.

Для этого в непосредственной близости от сужающего устройства 1 (рис. 147, в) устанавливают уравнительные (конденсационные) сосуды 6. Оба сосуда и боковые отверстия в них должны находиться на одной высоте. На вертикальных и наклонных трубопроводах боковые отверстия в сосудах располагают в плоскости верхнего отверстия для отбора давления в сужающем устройстве.

При измерении расхода агрессивных жидкостей и газов в каждую соединительную линию включают по одному разделительному сосуду. Дифманометры-расходомеры устанавливают на стене или полу. Для установки дифманометров разработаны типовые конструкции укрупненных узлов обвязок. Обвязки состоят из унифицированных деталей, изготавливаемых на заводах. Это позволяет организовать централизованное снабжение ими всех монтажных организаций, а также сократить объем и сроки разработки проектов.

Укрупненный узел обвязки дифманометра ДП для измерения расхода жидкости, устанавливаемого на стене ниже места отбора импульса (подвод импульсных труб сверху), выполнен из следующих унифицированных деталей (рис. 148, а): кронштейна 1 и подставки 2 для установки дифманометра, зажимов 3, соединителей 4, вентиля 5, отводов 6 с ввертными соединителями. Для установки такого узла применяют кронштейн 8 или плиту 9 с установочными шпильками, закрепляемые пристрелкой к стене или приваркой к металлоконструкции колонн. Кронштейн 1 может быть также непосредственно приварен к металлоконструкции. Если применяют плиту, на ней закрепляют кронштейн 1 укрупненного узла обвязки, на котором предварительно высверливают отверстия, соответствующие установочным шпилькам плиты. Затем с помощью лапок 7, предварительно установленных между вентилями и отводами, закрепляют узел обвязки дифманометра на кронштейне 8.

Аналогично крепят и укрупненный узел обвязки дифманометра ДП для измерения расхода жидкости или пара, устанавливаемого выше места отбора импульса с подводом импульсных труб снизу (рис. 148, б).

Одиночные дифманометры системы ГСП устанавливают на полу на одностоечных опорах с применением подставки. Пример установки и обвязки сильфонного дифманометра ДС-П (системы ГСП) на одностоечной опоре с подставкой показан на рис. 149.

При выполнении монтажных работ полносборным методом основным требованием к монтажно-заготовительным участкам является поставка на объект укрупненных сборочных единиц и блоков, в связи с чем наиболее предпочтительна групповая установка приборов. Для этой цели применяют унифицированные рамные конструкции (стативы) из перфорированного профиля. Габариты и конфигурация статива обеспечивают экономичное размещение приборов, их обвязку и несложное закрепление импульсных труб, предназначенных для присоединения к магистральным трубопроводам на объекте. Стативы дают возможность поставлять на объект законченные сборочные единицы, которые остается лишь установить и присоединить к линиям (импульсным, питающим, сбросным и др.)

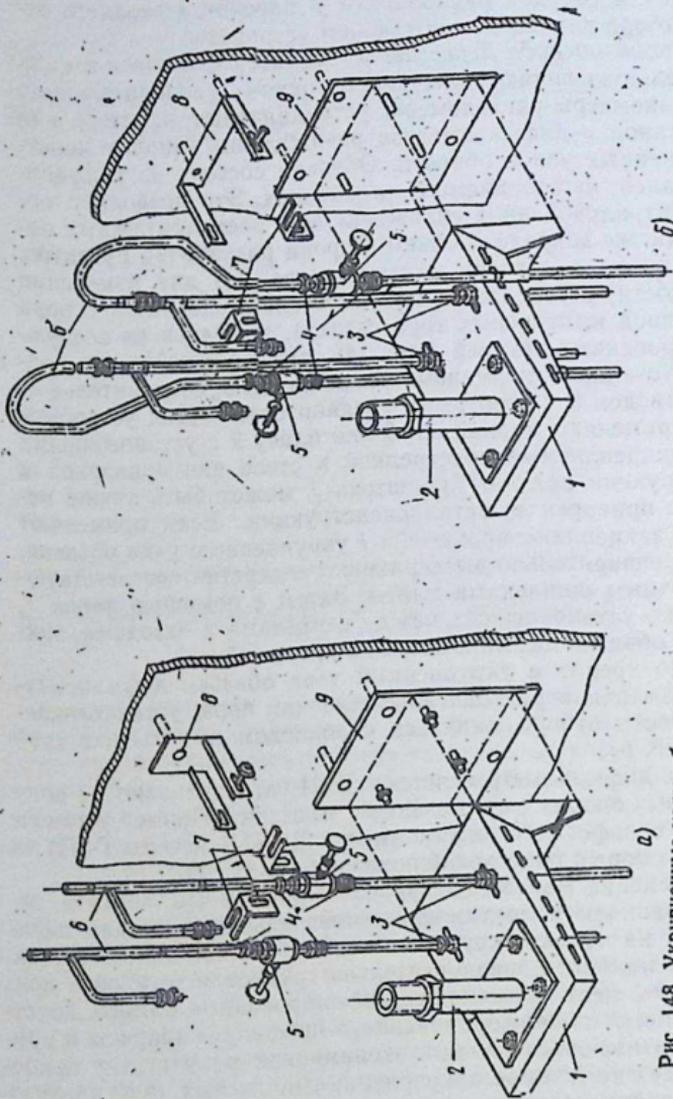


Рис. 148. Укрупненные узлы обвязок дифманометров типа ДП при установке прибора ниже (а) и выше (б) места отбора импульса:
 1, 8 — кронштейны, 2 — подставка, 3 — задвижки, 4 — соединители, 5 — вентили, 6 — отводы, 7 — дроссели, 8 — плита

Групповая установка мембранных дифманометров типа ДМ-П (системы ГСП) на стative показана на рис. 150.

К установке различных дифманометров кроме общих требований предъявляются и специальные. Так, при монтаже мембранных дифманометров ДМ нельзя допускать попадания в прибор среды с температурой выше 80°C , что может привести к закипанию жидкости, заполняющей мембранный блок, в результате чего раздуются и повредятся мембранные коробки.

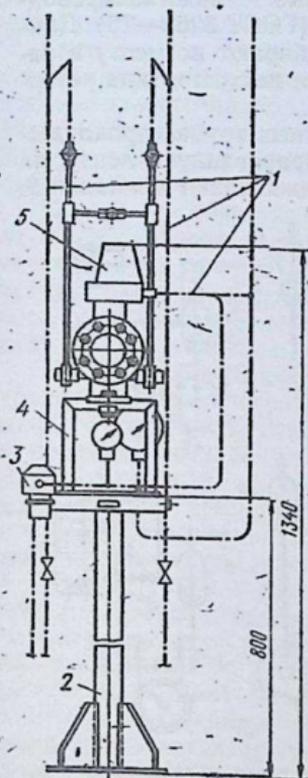


Рис. 149. Установка и обвязка сифонного дифманометра типа ДС-П на одностоечной опоре с подставкой:

1 — трубная обвязка узла, 2 — опора, 3 — узел подготовки воздуха, 4 — подставка, 5 — дифманометр

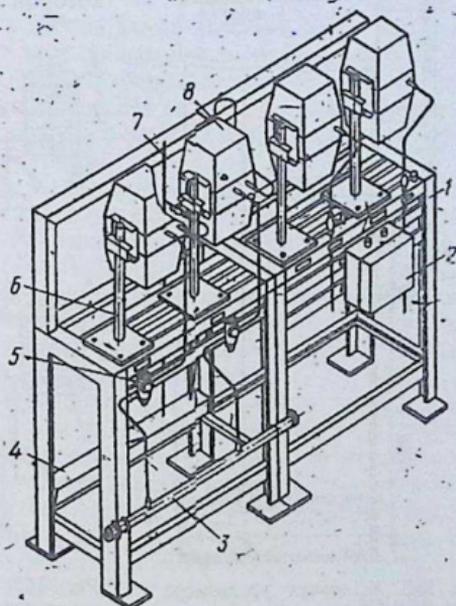


Рис. 150. Групповая установка мембранных дифманометров типа ДМ-П на стative:

1 — стative, 2 — соединительная коробка КС-7, 3, 4 — воздушный и сливной коллекторы, 5 — редуктор давления с фильтром, 6 — подставка, 7 — стальная бесшовная труба диаметром 14x2, 8 — дифманометр

§ 55. Приборы для измерения уровня

Поплавковый уровень УДУ-5М. На вертикальном резервуаре для его установки (рис. 151) выбирают место, наименее подверженное влиянию входящей струи жидкости на поплавок. Если жидкость в резервуар подается со значительной пульсацией, то поплавки ограждают. Высота ограждения зависит от высоты резервуара.

Монтаж уровнемера начинают с установки показывающего прибора 2 на кронштейне 1 и прокладки защитных труб 3, соединяющих его с емкостью, уровень жидкости в которой подлежит измерению.

В качестве защитных используют оцинкованные водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262—75). Длину труб выбирают по месту в зависимости от высоты и типа резервуара.

В защитных трубах прокладывают перфорированную ленту, на которой подвешивают поплавков 9.

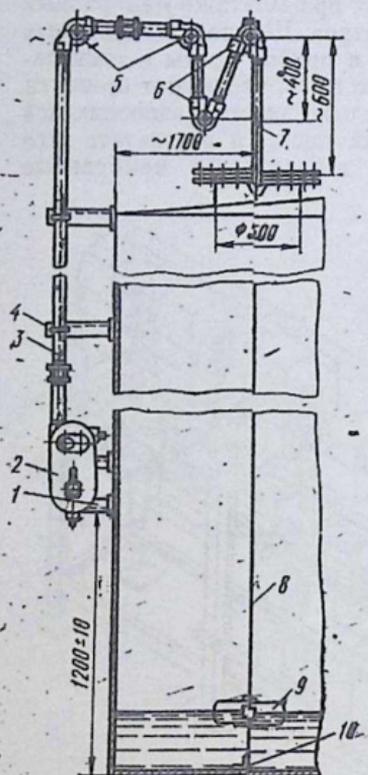


Рис. 151. Установка уровнемера типа УДУ-5М на вертикальном резервуаре:

1, 4 — кронштейны, 2 — показывающий прибор, 3 — защитные трубы, 5, 5' — прокладки, 7 — патрубок, 8 — лента, 9 — поплавок, 10 — уголок

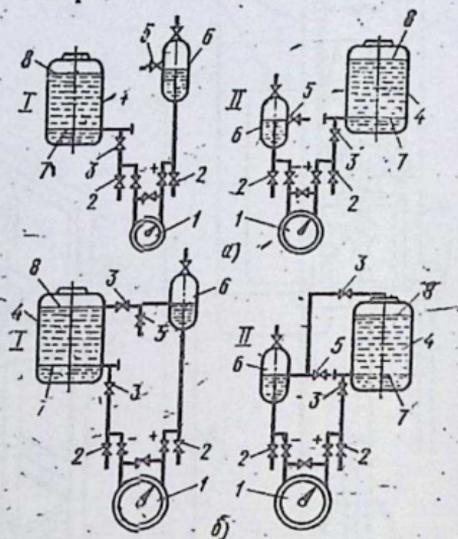


Рис. 152. Установка уравнительных сосудов при измерении уровня жидкости в открытых (а) и закрытых (б) резервуарах:

1 — нулевое показание дифманометра соответствует верхнему предельному уровню, 11 — то же, нижнему; 1 — дифманометр, 2, 3 — продувочный и запорный вентили, 4 — резервуар, 5 — штуцер, 6 — уравнительный сосуд, 7, 8 — нижний и верхний предельные уровни, 9 — вентиль

Лента должна свободно перемещаться в линии из защитных труб, для этого в линии устанавливают угловые ролики 5 и ролики 6 гидрозатвора. Во избежание горизонтальных перемещений поплавка в резервуаре натягивают две вертикальные направляющие струны. Эти струны крепят к уголку 10, который предварительно устанавливают по отвесу относительно натяжных устройств, а затем приваривают к дну резервуара. Натягивают струны двумя натяжны-

ми устройствами, закрепленными к крышке верхнего люка резервуара. Натяжные устройства и уголок устанавливаются так, чтобы обеспечить расстояние между направляющими струнами 420 мм по всей длине. Защитные трубы и показывающий прибор устанавливаются строго по отвесу. Трубы между собой и корпусом показывающего прибора соединяют на пакле с суриком.

Гидрозатвор собирают из роликов б и защитных труб, образующих колено. Назначение гидрозатвора — предохранять механизм показывающего прибора от паров жидкости, находящейся в резервуаре. С этой целью после сборки гидрозатвор заполняют на 200—300 мм незамерзающей жидкостью — этиленгликолем или дизельным топливом.

Корпус показывающего прибора имеет две горловины для входа перфорированной ленты: вертикальную и горизонтальную. В зависимости от условий установки прибора используют одну из горловин, а другую заглушают пробкой. На задней стенке корпуса прибора предусмотрены два отверстия с резьбой М8, используемые для крепления прибора на конструкции.

Уровнемер-дифманометр. Как указывалось выше, измерение уровня в технологических аппаратах и резервуарах методом переменного перепада давления производится с помощью дифманометра и уравнильных сосудов (ГОСТ 14319—73). При этом в зависимости от условий и характера измерений применяют различные схемы измерения уровня жидкости по описанному методу. На рис. 152 показаны два варианта установки уравнильного сосуда при измерении уровня жидкости в открытых резервуарах.

На рис. 152, а, I уравнильный сосуд б установлен таким образом, что уровень жидкости в нем равен верхнему предельному значению уровня измеряемой жидкости. В этом случае нулевое показание дифманометра I соответствует верхнему предельному уровню в резервуаре 4. По этой схеме отбор давления в точке, соответствующей нижнему предельному уровню в резервуаре, соединен с минусовой полостью чувствительного элемента дифманометра. Плюсовая полость дифманометра соединена с уравнильным сосудом, имеющим боковой штуцер 5 для контроля уровня жидкости в сосуде. Для обеспечения нормальной работы схемы на обеих импульсных трубах установлены продувочные 2 и запорные 3 вентили.

На схеме, показанной на рис. 152, а, II, уравнильный сосуд установлен так, что уровень жидкости в нем равен нижнему предельному значению уровня измеряемой жидкости. В данном случае нулевое показание дифманометра соответствует нижнему предельному уровню. По этой схеме отбор давления, соответствующий нижнему предельному уровню в резервуаре, соединен с плюсовой полостью чувствительного элемента дифманометра. Минусовая полость дифманометра соединена с уравнильным сосудом.

При измерении уровня в закрытых резервуарах также возможны два варианта установки уравнильных сосудов относительно самого резервуара. На рис. 152 б, I показана установка уравнильного

сосуда 6, при которой нулевое показание дифманометра соответствует верхнему предельному уровню. При этом минусовая полость дифманометра 1 соединена через запорный вентиль 3 с нижней частью резервуара 4, отборное устройство в котором установлено в точке, соответствующей нижнему предельному уровню измеряемой жидкости. Плюсовая полость чувствительного элемента дифманометра через уравнительный сосуд присоединена к резервуару в точке, соответствующей верхнему предельному уровню измеряемой жидкости. Уравнительный сосуд присоединен к резервуару боковым штуцером. При этом между штуцером и запорным вентилем к соединительной линии через тройник подсоединен вентиль 9 для контроля уровня жидкости в сосуде.

В другом варианте (рис. 152, б, 11) уравнительный сосуд установлен таким образом, что уровень в нем соответствует нижнему предельному уровню измеряемой жидкости. При этом показание дифманометра будет равно нулю. Такие схемы применяют для измерения уровня в закрытых резервуарах, находящихся под разрежением или избыточным давлением, и где в диапазоне температур окружающей среды не выделяется конденсат. В обоих описанных случаях при измерении уровня жидкости в закрытых резервуарах верхние отверстия уравнительных сосудов герметически закрывают пробкой.

Установка дифманометров-уровнемеров и обвязка их импульсными трубами аналогичны установке и обвязке дифманометров-расходомеров, основные требования к монтажу которых изложены в § 54.

§ 56. Приборы для измерения концентрации растворов

Солемер. Дегазационный холодильник устанавливают строго вертикально и крепят болтами (рис. 153). К верхнему боковому штуцеру холодильника 2 приваривают сифонную трубку, на которой устанавливают показывающий манометр. К нижнему боковому штуцеру холодильника подводят насыщенный пар от паротборного устройства 1 стальной трубой 14×2 мм. Длина неизолируемой части подводящей трубы 4, начиная от места отбора до холодильника, должна быть 8—10 м. При большей длине подводящей трубы излишек ее длины покрывают тепловой изоляцией. Подводящую трубу прокладывают в непрерывном уклоне 1:10 в сторону холодильника. Перед присоединением к холодильнику подводящую трубу продувают. Температура окружающей среды в помещении для установки дегазационного холодильника не должна превышать 55°C.

При монтаже электрической схемы внешних соединений электронного регистратора во избежание механических повреждений провода прокладывают в металлических трубах, которые надежно заземляют. Сечение проводов должно быть не менее 1 мм². Оба провода от каждого преобразователя прокладывают в одной трубе и переплетают между собой с целью ликвидации влияния внешних

магнитных полей. Прокладывать в одной трубе силовые и измерительные проводки не допускается.

Концентрамеры монтируют строго по заводским инструкциям. Место установки преобразователя прибора выбирают с учетом удобства его обслуживания в цехе. Его нельзя располагать вблизи источников электромагнитных полей (например, силовых трансформаторов, электродвигателей). Подвод и отвод раствора к преобразователю выполняют через его входной и выходной фланцы.

Вторичный прибор концентрамера устанавливают в щитовом помещении с чистым сухим воздухом и без резких колебаний температуры. В месте установки вторичного прибора не допускается вибрация стен и конструкций. Расстояние между преобразователем и вторичным прибором должно быть выбрано исходя из условия, что длина экранированного кабеля для их соединения между собой не может превышать 100 м.

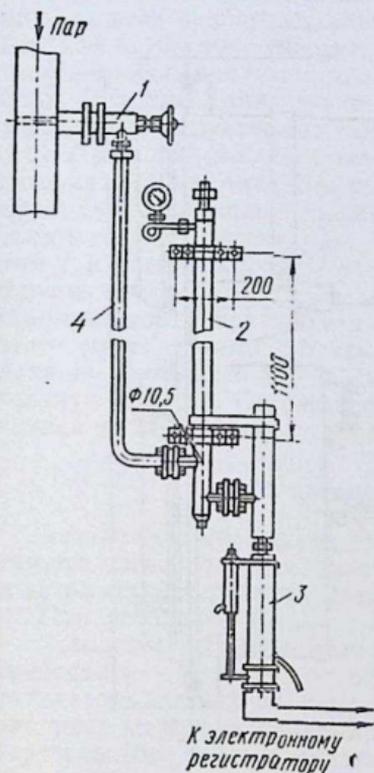


Рис. 153. Солемер:

1 — паротightное устройство, 2 — ходил дильник, 3 — преобразователь, 4 — подводящая труба

§ 57. Приборы для контроля состава газа

Монтаж газоанализаторов необходимо выполнять в строгом соответствии с проектом и заводской инструкцией.

Преобразователи газоанализаторов располагают во взрывобезопасных помещениях, в местах, удобных для обслуживания и регулировки. Для уменьшения за-

паздываний в анализе газов расстояние от места отбора анализируемых газов до преобразователя должно быть кратчайшим. При наличии в помещении пыли или в случае опасности механического повреждения преобразователи монтируют в щитах шкафного типа. Температура в месте установки преобразователей должна быть не менее 15 и не более 50° С, а относительная влажность воздуха — не более 80%. Преобразователи закрепляют на панели щита на петлях (настенный монтаж) или специальными трубцинами (утепленный монтаж).

Соединительную линию от газоотборного устройства до преобразователя выполняют из стальных или медных труб диаметром

8—10 мм. Применять трубы меньших диаметров не рекомендуется, так как это может привести к их засорению, образованию водяных пробок и к запаздыванию показаний прибора. Для обеспечения стока конденсата в конденсационный сосуд соединительные линии про-

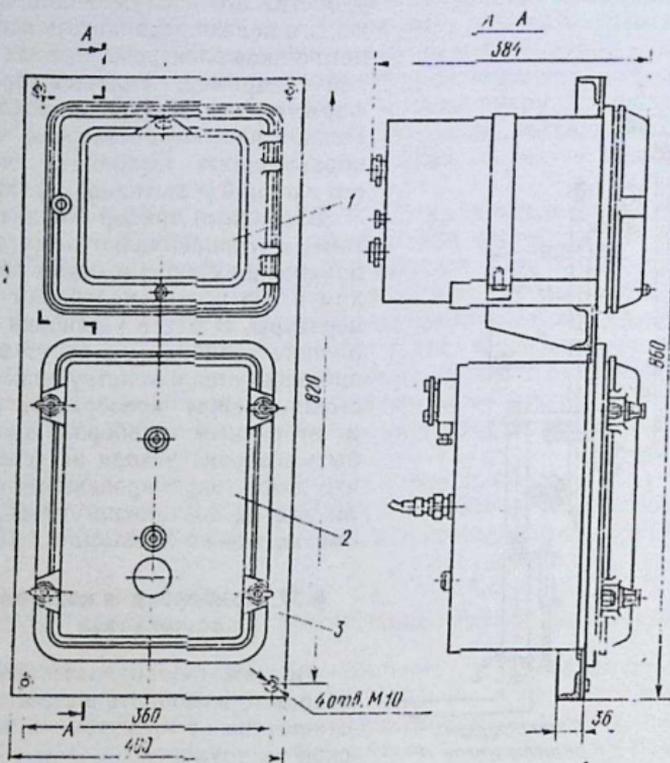


Рис. 154. Габаритно-установочный чертеж щита с электроблоком и самопишущим прибором оптико-акустического газоанализатора типа ОА:

1 — электронный самопишущий прибор, 2 — электроблок, 3 — щит

кладывают с уклоном. По окончании прокладки соединительные линии проверяют на плотность и герметичность давлением не более 10,5 МПа.

Воду, поступающую в холодильник и насос, очищают от механических примесей, устанавливая фильтр-очиститель. Давление воды должно быть постоянным, не ниже 0,6 и не выше 0,3 МПа при температуре 10—25°C. Подводят ее по стальным водогазопроводным трубам диаметром 1/2".

Вторичные приборы к газоанализаторам (электронные потен-

циометры, показывающие или самопишущие милливольтметры) устанавливают на панели щита по аналогии с рассмотренными выше правилами установки вторичных приборов. Соединительные электрические линии к потенциометрам и показывающим милливольтметрам должны иметь величину сопротивления, указываемую на шкалах этих приборов заводом-изготовителем. Помимо общих требований к монтажу газоанализаторов следует учитывать специфические требования к монтажу конкретного монтируемого типа прибора. Эти требования зависят от принципа действия газоанализатора, его конструктивных особенностей, назначения и т. п.

На рис. 154 показана установка на щите оптико-акустического газоанализатора типа ОА, предназначенного для непрерывного измерения малых концентраций окиси или двуокиси углерода и метана в газовых смесях. Щит 3 с электронным самопишущим прибором 1 и электроблокком 2 устанавливают таким образом, чтобы от блоков до стены было не менее 150 мм. Вблизи от щита монтируют стабилизатор напряжения и соединительную коробку. Расстояние этого щита от щита с приемником (собственно анализатором) не должно превышать 150 м. На последнем устанавливают соединительную коробку. Соединение двух щитов выполняют проводом сечением не менее 1 мм² с сопротивлением изоляции не менее 10 МОм.

§ 58. Автоматические регуляторы

Автоматические регуляторы, устанавливаемые на щитах, монтируют согласно правилам щитового монтажа приборов контроля и автоматического регулирования.

При установке автоматических регуляторов непосредственно в производственных помещениях должно быть выдержано основное требование — удобство их обслуживания (хорошая освещенность регулятора, легкий доступ к нему). В запыленных или чрезмерно влажных местах, в помещениях с резкой переменной температуры, агрессивными парами и газами автоматические регуляторы монтируют в уплотненных шкафах. Размещать автоматические регуляторы в местах, подверженных вибрации, не допускается. В случае крайней необходимости в таких местах устанавливают регуляторы только с применением резиновых или пружинных амортизаторов.

Регуляторы прямого действия. Регуляторы температуры и давления монтируют непосредственно на технологических трубопроводах (аналогично монтажу запорных органов). Установку таких регуляторов, как правило, выполняют монтажники, монтирующие технологические трубопроводы.

Регуляторы устанавливают на горизонтальных участках трубопроводов. Для обеспечения правильной их работы уплотнительные прокладки фланцевых соединений не должны выступать внутрь трубопроводов. При установке регуляторов следят за положением стрелок, отливных или выбитых на их корпусах: направление стрелки на регуляторе должно соответствовать направлению потока регулируемой среды в трубопроводе.

В регуляторах температуры штуцер термобаллона должен быть расположен выше термобаллона, а надпись «вверх», выгравированная на торце термобаллона, обращена вверх. Термобаллон полностью погружают в регулируемую среду. При погружении в агрессивную среду или аппарат, находящийся под высоким давлением, термобаллон устанавливают в защитной гильзе.

Термобаллоны в регуляторах прямого действия в качестве присоединительного элемента могут иметь резьбовой штуцер или переходную втулку с фланцем. Для установки термобаллона, имеющего резьбовой штуцер, к технологическому трубопроводу приваривают бобышку с соответствующей резьбой. При ввертывании термобаллона в бобышку и затягивании штуцера нельзя допускать скручивания капилляра.

Перед установкой термобаллона с переходной втулкой последнюю снимают с него и приваривают к технологическому трубопроводу. Затем во втулку вставляют чувствительный элемент и его фланец крепят к фланцу переходной втулки. Между фланцами устанавливают прокладку, имеющуюся в комплекте регулятора, и стягивают фланцы равномерно, располагая гайки болтов на одной стороне фланцевого соединения.

Капилляры прокладывают по поверхностям, температура которых не отличается от температуры окружающей среды. Если температура поверхности другая, то между капилляром и поверхностью предусматривают соответствующий воздушный зазор или прокладывают термоизоляцию. По всей длине капилляр защищают от механических повреждений защитной конструкцией, обеспечивающей легкий доступ к капилляру для осмотра и извлечения. Капилляр крепят по всей длине. Расстояния между точками крепления должны быть не более 300 мм, а радиусы изгиба капилляра — не менее 60 мм.

Регуляторы давления располагают только в вертикальном положении, мембраной вверх. Особенно тщательно подключают к регуляторам трубопроводы и электропроводки. Во избежание попадания в регулятор влаги импульсный трубопровод должен находиться ниже уровня его ввода в регулятор. При этом в самой нижней точке импульсного трубопровода устанавливают конденсационный сосуд или врезают вентиль для слива конденсата. Импульсные трубопроводы снабжают запорной арматурой, позволяющей при необходимости надежно отключить их от регулятора.

Резьбовые соединительные детали должны обеспечивать плотное, прочное присоединение импульсного и питающего трубопроводов к регулятору и свободно отвинчиваться соответствующими ключами или специальными приспособлениями.

Регулятор уровня устанавливают таким образом, чтобы его плавковая камера размещалась в закрытом резервуаре, в котором необходимо регулировать уровень. При этом нижняя часть плавковой камеры с помощью трубопровода должна сообщаться с наполненным жидкостью пространством резервуара, а верхняя часть — с воздушным (или паровым) пространством резервуара.

Нормальный уровень жидкости в резервуаре соответствует среднему положению поплавка в поплавковой камере.

Соединительные трубопроводы выполняют из водогазопроводных труб диаметром 1". Между резервуаром и поплавковой камерой

на соединительных трубопроводах устанавливают запорные вентили для отключения регулятора в случае ревизии или ремонта.

Регуляторы непрямого действия. В связи с многообразием регуляторов непрямого действия в данном учебнике приведены лишь краткие рекомендации по монтажу некоторых из них.

Гидравлические струйные регуляторы устанавливают индивидуально или на щитах в хорошо вентилируемых и незапыльных помещениях. При индивидуальном (щитовом) монтаже маслonaпорную установку размещают в общем агрегате с регулятором. На закрытом чугунном баке 2 (рис.

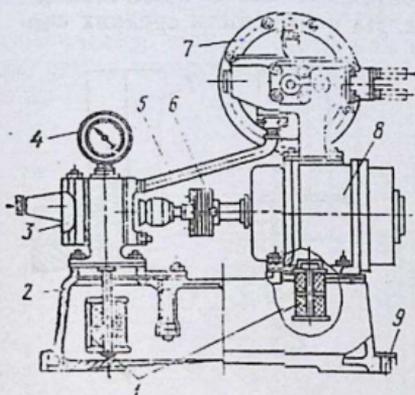


Рис. 155. Индивидуальный (щитовой) монтаж струйного регулятора:

1 — фильтр, 2 — бак, 3 — насос, 4 — манометр, 5 — соединительная трубка, 6 — муфта, 7 — регулятор, 8 — электродвигатель, 9 — отверстие для болта

155) устанавливают шестеренный насос 4. Насос соединяют с электродвигателем 8 с помощью муфты 6. Струйный регулятор 7 устанавливают на колонке (она находится за электродвигателем, поэтому на рисунке не видна). Колонку прикрепляют к баку болтами. Регулятор крепят к полу или другому основанию четырьмя болтами, пропущенными через отверстия 9 в приливах чугунного бака.

При щитовом монтаже струйные регуляторы обслуживаются групповой маслonaпорной установкой, вынесенной за пределы щита для предохранения приборов от вибрации. В этом случае регуляторы располагают за лицевой панелью щита с общим сливным коллектором, который для нормального стока масла в масляный бак размещается выше последнего.

Маслопроводы к струйным регуляторам щитового монтажа выполняют из медных или стальных бесшовных труб. Маслопроводные линии должны иметь минимальное число изгибов. Радиусы изгибов трубных проводок должны быть равны не менее 10—12 диаметрам маслопровода. Рабочие трубопроводы прокладывают с уклоном не менее 1:50, а сливные — 1:10. В местах возможного скопления воздуха устанавливают воздушники. Трубки к общему трубопроводу подключают под острым углом к направлению потока таким образом, чтобы струя масла из одной сливной трубки не попадала в сливное отверстие другой трубки.

§ 59. Системы автоматического регулирования

Аппаратуру на элементах УСЭППА, предназначенных для построения управляющих систем непрерывного или непрерывно-дискретного действия, устанавливают на платах, которые входят в комплект поставки элементов. Монтажные платы представляют собой три слоя органического стекла. На поверхности средних сло-

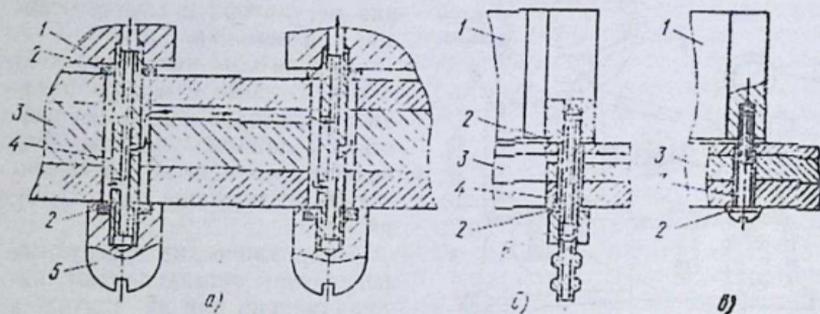


Рис. 156. Монтаж элементов УСЭППА с помощью ножек (а), штуцеров (б) и винтов (в):

1 — элемент, 2 — прокладка, 3 — монтажная плата, 4 — ножка, 5 — заглушка, 6 — штуцер, 7 — винт

ев в определенном порядке расположены фрезерованные или выштампованные русла, образующие при герметичном соединении трех пластин каналы.

Элементы могут быть связаны с каналами через радиальные отверстия ножек, используемых для крепления элементов к плате. Если по схеме необходимо исключить внутреннюю коммутацию, то применяют ножки без радиальных отверстий. Ножки вставляют в сквозные отверстия в монтажных платах. Отверстия в плате расположены в такой последовательности, которая позволяет устанавливать на плату любой элемент или любую комбинацию элементов. Все элементы УСЭППА имеют гнезда с резьбой М3 на глубине 5 мм. Для установки элементов на монтажных платах применяют кроме ножек специальные детали: штуцера, заглушки и прокладки, поставляемые заводом-изготовителем комплектно с элементами.

Элементы на монтажной плате с помощью ножек устанавливают в следующем порядке. В сквозное отверстие монтажной платы вставляют ножку 4 (рис. 156, а), имеющую на обоих концах резьбу М3. На продетый через плату конец ножки надевают прокладку 2 и ввинчивают ножку в резьбовое гнездо элемента. Затем с другой стороны платы на ножку навинчивают заглушку 5. Вместо заглушки на ножку (с радиальными отверстиями или без них) может быть накручен штуцер 6 (рис. 156, б) для последующей коммутации с любым элементом, прибором и т. д. Штуцер рассчитан на полиэтиленовую трубку с внутренним диаметром 4 мм.

Если управляющие системы содержат много элементов, которые объединяются в типовые узлы с самостоятельной отладкой, применяют безожечный монтаж. В этом случае платы поставляют без отверстий под ножки, а элементы крепят двумя винтами 7 (рис. 156, в).

Приборы системы «СТАРТ» устанавливают на основании (металлической панели щита или на другой конструкции) и подсоединяют к их штуцерам трубные проводки (командные, питающие и др.).

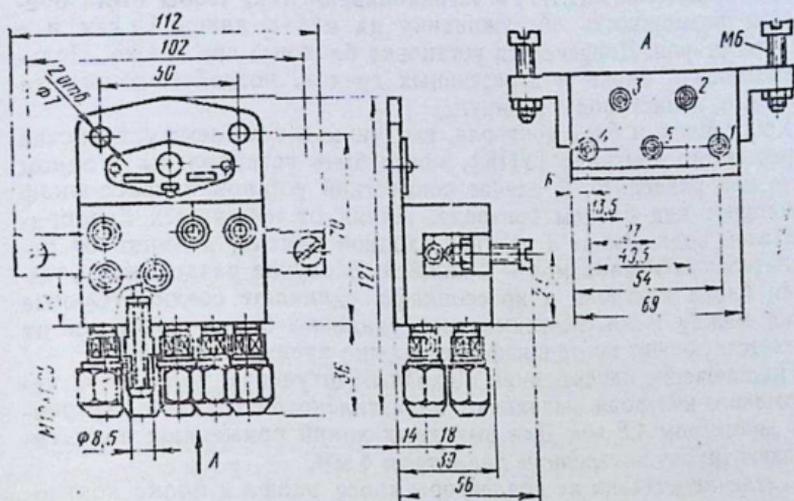


Рис. 157. Гнзздо (штуцеры сняты)

Приборы системы «СТАРТ» различаются по конструкции, поэтому способы их установки различны. Так, позиционный регулятор (прибор ПР1.5), прибор прямого предварения (ПФ2.1), прибор обратного предварения (ПФ3.1) и другие монтируют с помощью специального кронштейна, поставляемого комплектно с приборами. Регулятор ПР1.5 и приборы ПФ2.1 и ПФ3.1 к кронштейну крепят болтами диаметром 6 мм. Пропорциональный (ПР2.5) и пропорционально-интегральный (ПР3.21) регуляторы устанавливают на корпусе вторичного прибора, имеющего унифицированный штекерный разъем для присоединения указанных регуляторов, или у исполнительного механизма. В последнем случае требуется специальная деталь — гнездо для настенной установки (рис. 157).

Пропорционально-интегральный регулятор ПР3.22 с местным задатчиком устанавливают на стене только у измерительного прибора или исполнительного механизма с применением упомянутого выше гнезда.

Централизованный узел питания сжатым воздухом устанавливают в легкодоступном, удобном для обслуживания и хорошо освещенном месте. Температура окружающего воздуха в месте его установки должна быть не менее 10 и не выше 50°C. Импульсные линии монтируют особенно тщательно, так как они не должны давать даже малых утечек воздуха. Перед подключением узла питания к сети подводящие и импульсные линии продувают сухим сжатым воздухом для удаления пыли и влаги. Во время опрессовки линий регулятор узла питания должен быть отключен.

Блоки системы «ЦЕНТР» устанавливают так, чтобы была обеспечена возможность обслуживания их как с лицевой, так и с тыльной сторон. Допускается установка блоков в два этажа. Нельзя размещать блоки в агрессивных средах, действующих на оргстекло, полистирол и резину.

Кросс-шкаф и блок контроля, входящие в комплект устройства непрерывного контроля (УНК), могут быть установлены в одном месте или раздельно. В случае совместной установки кросс-шкаф размещают над блоком контроля. Линии от первичных преобразователей подключают к верхней входной панели, а линии от исполнительных механизмов — к нижней. В случае раздельной установки блока контроля и кросс-шкафа удлиняют соединительные линии между ними. Максимальное удаление блока контроля от соответствующего кросс-шкафа не должно превышать 30 м.

Подключение пневмолиний к входным штуцерам устройства непрерывного контроля выполняют полиэтиленовой трубкой внутренним диаметром 4,8 мм. Для выходных линий применяют полиэтиленовую трубку внутренним диаметром 4 мм.

Давление питания на коллекторы кросс-шкафа и блока контроля подают полиэтиленовой трубкой внутренним диаметром 6 мм с толщиной стенки 2 мм. Напряжение питания подводят к электрическому разьему блока контроля. Устройство надежно заземляют. При раздельной установке блока контроля и кросс-шкафа заземляют блок контроля.

Стойку и приставки устройства цифровой регистрации (авторегистратор) устанавливают на монтажные подставки. Приставки должны находиться в непосредственной близости от стойки. Длина линий между приставками и стойкой не должна превышать 6 м, а до преобразователей — 300 м. Питание к блоку «Авторегистратор» подают двумя полиэтиленовыми трубками внутренним диаметром 6 мм.

Блок регулирующих устройств (БР), как правило, устанавливают сверху на блок обнаружения отклонений измеряемых и регулируемых величин (БОВ). Переход с автоматического на ручное управление исполнительными механизмами и обратно осуществляют с пульта контроля управления.

Электронно-гидравлические регуляторы системы «Кристалл» (см. рис. 54). Устанавливают отдельные его элементы: первичные преобразователи, регулирующие приборы, гидравлические исполнительные механизмы и соединительные линии. Монтаж первич-

ных преобразователей, трубных и электрических проводок описан выше, а монтаж гидравлических исполнительных механизмов рассмотрен ниже в § 71. Регулирующие приборы серии Р25 устанавливаются на фасадной панели щита (рис. 158) с помощью специальных деталей крепления, входящих в комплект прибора.

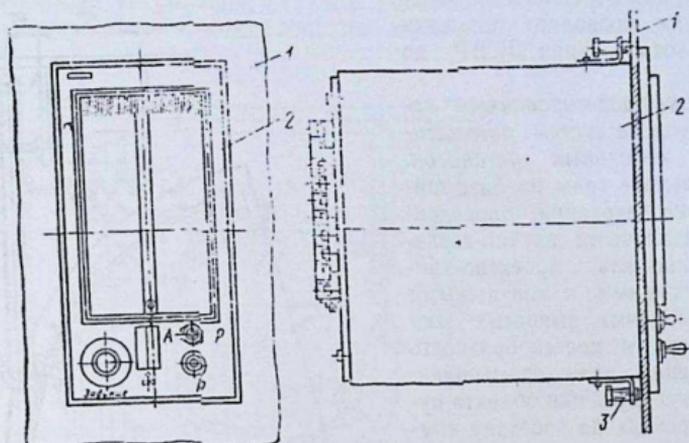


Рис. 158. Установка приборов Р25 на панели щита:
1 — панель щита, 2 — корпус прибора, 3 — деталь крепления

Опыт монтажа и наладки аппаратуры «Кристалл» показывает, что установленный на щитах Щ-К2 электронно-гидравлический регулятор подачи жидкого топлива и воздуха не обеспечивает оптимального режима управления котлами. Задающим импульсом для этого регулятора служит напряжение катушки дифференциально-трансформаторного преобразователя исполнительного механизма подачи топлива типа ГИМ. Как показали характеристики (снятые с регулирующего клапана) индукционной катушки дифференциально-трансформаторного преобразователя, совместить указанные характеристики невозможно без переделки регулирующего клапана. В то же время переделка клапана, как правило, влечет за собой либо недожог топлива на отдельных участках режимов работы котла, либо подачу лишнего воздуха, что в обоих случаях ведет к неэкономичной работе котлов.

Для устранения таких нежелательных явлений, а также в целях ускорения и удобства наладки регулятора применяют лекало с изменяемой кривизной, используемое в качестве приспособления для оптимизации регулирования подачи воздуха к котлу (рис. 159). Лекало 13 устанавливают на вал 15 исполнительного механизма подачи топлива. Специально подобранная кривизна лекала позволяет добиться оптимального значения управляющего напряжения для регулятора воздуха. Это достигается благодаря установке индукционной катушки 4 дифференциально-трансформаторного

преобразователя исполнительного механизма подачи топлива на кронштейне 5, механически связанном с лекалом, выполняющим роль кулачка.

Такое устройство позволяет при любом режиме эксплуатации котла подавать строго определенное количество воздуха. Применение рассмотренного приспособления позволяет повысить КПД котлов типа ДКВР до 15%.

Блочно-агрегированный метод монтажа систем автоматизации котельных установок. В последние годы на базе широких исследований, проведенных различными научно-исследовательскими, проектно-конструкторскими и монтажными организациями, выявлена возможность и целесообразность повышения доли промышленности в сооружении объекта путем перехода на поставку комплектов технологического оборудования максимальной заводской готовности. В общем случае это укрупненные монтажные блоки, включающие технологическое оборудование и вспомогательные металлоконструкции, электротехническое и санитарно-техническое оборудование, отборные устройства, первичные преобразователи систем автоматизации и др.

Блочно-агрегированный метод от полносборного монтажа отличается возможностью комплексного решения технических и организационных вопросов проектирования и монтажа средств автоматизации в тесной связи со строителями, технологами и изготовителями оборудования.

В качестве одного из первых объектов для применения метода укрупнения в блоки агрегированного оборудования были избраны котельные установки. Внедрение нового метода вызвало значительные изменения проектной (уменьшено число кабелей и увеличена их жилность, уменьшено число коробок зажимов) и конструкторской (предназначенной для изготовления блоков на машиностроительных заводах и в монтажно-заготовительных мастерских монтажных организаций) документации.

Котельная установка разбивается на блоки технологического оборудования. На каждом из таких блоков кроме технологического

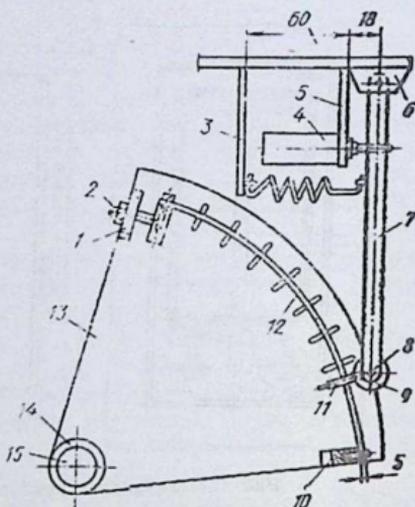


Рис. 159. Приспособление для автоматизации регулирования подачи воздуха к котлу:

1, 10 — упоры, 2 — натяжной винт, 3, 5, 6 — кронштейны, 4 — индукционная катушка, 7 — штанга, 8 — ось, 9 — подшипник, 11 — передвижной упор, 12 — стальная лента, 13 — лекало, 14 — ступица, 15 — вал исполнительного механизма

го оборудования должны быть установлены приборы и средства автоматизации, проложены электрические и трубные проводки систем автоматизации или часть их, заканчивающиеся в пределах блока соединительными коробками и подготовленные для подключения внешних линий — межблочных связей.

Отборные устройства, ртутные термометры, термопреобразователи сопротивления, показывающие манометры устанавливают не-

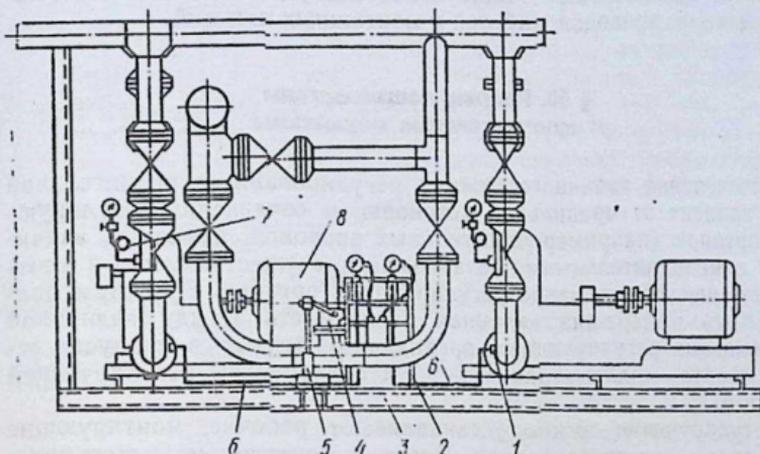


Рис. 160. Сборочный чертеж блока сетевых насосов:

1 — врезка импульсного трубопровода, 2 — стойка, 3 — рама, 4 — регулирующий клапан, 5 — ГИМ, 6 — импульсный трубопровод, 7 — отборное устройство давления, 8 — сетевой насос

посредственно на трубопроводах и технологическом оборудовании блоков с использованием типовых закладных конструкций. Электроконтактные манометры, манометры, имеющие отборные устройства с разделительными сосудами, устанавливают на специальных стойках. Последние с помощью кронштейнов крепят к металлоконструкции (раме) блока.

На рис. 160 показан пример сборочного чертежа блока сетевых насосов 8. Внутри блока монтируют стойку 2 с установленными на ней электроконтактными манометрами, сочленение гидравлического исполнительного механизма 5 типа ГИМ с регулирующим клапаном 4, отборные устройства давления 7 с установленными на них показывающими техническими манометрами. Кроме того, от врезок 1 для отбора импульсов давления прокладывают импульсные трубопроводы 6 к приборам, установленным на стойке 2. Весь блок с установленным на нем технологическим оборудованием, трубопроводами и средствами автоматизации монтируют на раме 3.

Предварительные технико-экономические расчеты работ по монтажу систем автоматизации котельных установок блочно-агре-

гированным методом показали высокую его эффективность. Сокращаются общие сроки строительства котельной за счет максимальной заводской готовности блоков и обеспечивается возможность выполнения работ по монтажу систем автоматизации одновременно с монтажом технологического оборудования. Максимальная унификация монтажных изделий и заготовок, применение типизированных стоек, поставляемых комплектно с установленными на них приборами с полной трубной и электрической обвязкой, обеспечивают также значительную экономию материалов: металла, проводов, кабелей и монтажных изделий.

§ 60. Регулирующие органы и исполнительные механизмы

Обеспечение заданного режима регулирования в значительной мере зависит от правильной установки и сочленения регулирующих органов (например, дроссельных заслонок, клапанов, задвижек) с исполнительными механизмами, осуществляющими соответствующее перемещение регулирующих органов. При этом должна быть выдержана заданная зависимость между величиной перемещения регулирующего органа, выраженной в градусах угла поворота, миллиметрах и т. п., и отклонением регулирующей величины.

Регулирующие органы устанавливаются рабочие, монтирующие технологические трубопроводы. Поэтому монтажники систем автоматизации, выполняющие, как правило, установку отдельно стоящих исполнительных механизмов и их сочленение с регулирующими органами, должны принимать работы по установке последних и проверять соответствие их техническим требованиям на монтаж приборов и средств автоматизации и монтажно-эксплуатационной инструкции.

Регулирующие органы должны быть уравновешены и свободно без заклинивания и застреваний перемещаться от одного крайнего положения до другого. Если для их перемещения требуются значительные усилия, следует произвести ревизию и устранить причины ненормальной работы.

Проверять регулирующие органы желательно при нормальном давлении, температуре и скорости потока в трубопроводе.

Исполнительные механизмы монтируют в строгом соответствии с проектом в хорошо освещенных местах, не подверженных вибрации. Места установки исполнительных механизмов должны находиться вблизи регулирующих органов. Исполнительные механизмы устанавливаются на полу, на специальных подставках или на кронштейнах, которые в свою очередь закрепляют на стенах, колоннах и других несущих конструкциях зданий.

Конструкция крепления исполнительных механизмов должна быть жесткой с учетом массы механизма и развиваемых им усилий. Пневматические исполнительные механизмы с мембранным приво-

дом конструктивно объединены с регулируемыми органами (см. § 12), поэтому их устанавливают организации, монтирующие технологические трубопроводы.

Мембранные исполнительные механизмы устанавливают вертикально, мембраной вверх. К технологическому трубопроводу их присоединяют на фланцах или на конической резьбе в зависимости от конструкции исполнительного механизма.

Установка на трубопроводе мембранного пневматического исполнительного механизма, сочлененного с регулирующим клапаном, показана на рис. 161.

В данном случае показана установка исполнительного механизма 4 на фланцах с конусными переходными патрубками 3, что необходимо делать в тех случаях, когда диаметр технологического трубопровода 1 больше присоединительных размеров регулирующего органа. Запорные вентили 2 до и после регулирующего органа уста-

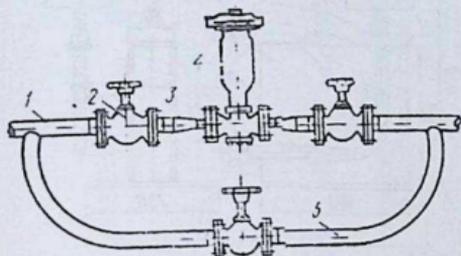


Рис. 161. Пример установки мембранного пневматического исполнительного механизма:

1 — технологический трубопровод, 2 — вентиль, 3 — конусный переходный патрубок, 4 — исполнительный механизм, 5 — обводная линия (байпас)

навливают на основном технологическом трубопроводе. Обводная линия (байпас) 5 выполнена с одним запорным вентилем. Она позволяет в процессе ревизии и ремонта снимать исполнительный механизм с регулирующим органом, не прерывая подачи вещества, транспортируемого по технологическому трубопроводу. Поршневые исполнительные механизмы устанавливают на металлоконструкциях или кронштейнах и крепят к основаниям через отверстия в лапах.

Исполнительные механизмы с регулирующими органами сочленяют жесткими тягами. Сжатый воздух подается по медным или стальным бесшовным трубам, которые присоединяют к штуцерам механизма с помощью ниппеля с накидной гайкой.

Гидравлические исполнительные механизмы, применяющиеся в системе «Кристалл», монтируют на горизонтальной плоскости. Питание ГИМ осуществляется через редукционный клапан типа РК-2. Клапан рассчитан на питание на питание трех-четырёх механизмов, поддерживает давление поступающей воды на уровне 0,16 МПа. Устанавливают его на отводе питательного водопровода, выполненном из водогазопроводных труб D_y 20 мм. Для поддержания давления воды в заданных пределах может быть использован любой редукционный клапан, имеющий соответствующую характеристику. Для этой же цели используют напорный бак, расположенный на высоте 10—15 м от уровня установки исполнительных механизмов. В случае отсутствия водопроводной воды используют

замкнутую систему водоснабжения. При этом напор воды также создается за счет бака.

Для установки ГИМ применяют нормализованные конструкции (рис. 162), состоящие из подставки 1 и закрепленной на ней трубы 2 со сливной воронкой 6. Присоединение трубы 2 к дренажному трубопроводу выполнено накидной соединительной гайкой 3, а к сливной воронке — муфтой 5 и контргайкой 4. Угол α определяют в зависимости от расположения дренажного трубопровода на месте монтажа. Во время монтажа обращают внимание на состояние регулирующего органа, сочлененного с исполнительным механизмом. Регулирующий орган должен быть уравновешен и легко перемещаться. Если для перестановки требуются значительные усилия, производят ревизию и устраняют причины его неправильной работы. Конструкция сочленения гидравлического исполнительного механизма с регулирующим органом должна предусматривать использование полного хода поршня сервомотора механизма при полном ходе регулирующего органа.

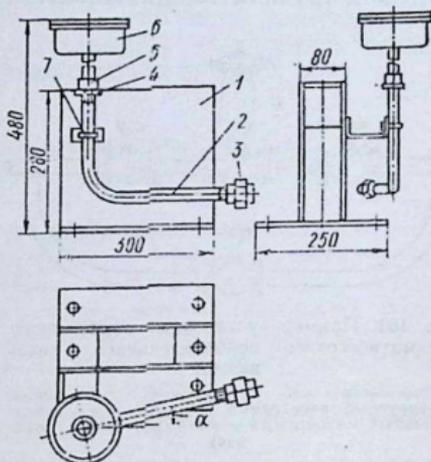


Рис. 162. Конструкция для установки гидравлического исполнительного механизма:

1 — подставка, 2 — труба, 3 — гайка, 4 — контргайка, 5 — муфта, 6 — воронка, 7 — хомут

Исполнительный механизм рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы при среднем положении регулирующего органа углы между штангой и рычагом регулировочного органа, а также между штангой и рычагом исполнительного механизма были близки к 90° , т. е. рычаги регулирующего механизма устанавливаются параллельно друг другу. В случае перемещения регулирующего органа от перемещения исполнительного механизма зависимость

На рис. 163 показаны примеры применения гидравлических исполнительных механизмов в регулирующем и регулирующем клапаном.

Электрические исполнительные механизмы устанавливают на валу или боковой ступице исполнительного механизма. При этом ось исполнительного механизма должна занимать горизонтальное положение. Выходной вал исполнительного механизма сочленяют с валом регулирующего органа кривошипом и жесткой тягой. Узлы сочленения исполнительного механизма с регулирующим органом не должны иметь люфтов. Корпуса электрических исполнительных механизмов сле-

дует заземлять с помощью провода сечением не менее 4 мм^2 через специальный болт, предусмотренный на механизме.

На рис. 164 показана установка электрического исполнительного механизма типа МЭО, управляющего поворотным регулирующим шибером. Шибер расположен вертикально в дымоходе нагр-

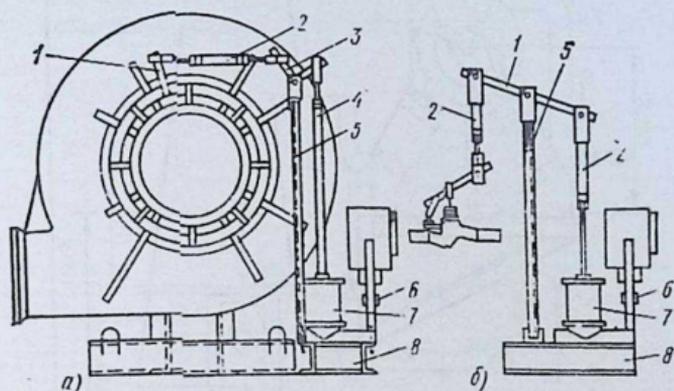


Рис. 163. Сочленения гидравлических исполнительных механизмов с направляющим аппаратом (а) и регулирующим клапаном (б):
1 — рычаг, 2, 4 — штанга, 3 — корнысло, 5 — стойка, 6 — сливная воронка, 7 — гидравлический исполнительный механизм ГИМ, 8 — основание

реватальной печи и является регулирующим органом в схеме автоматического регулирования давления в печи. Исполнительный механизм 3 устанавливают на кронштейне 1, который прикреплен непосредственно к корпусу 8 колонки регулирующего шибера. Рычаг 5 исполнительного механизма шарнирно сочленен с соединительной тягой 6, другой конец которой также шарнирно сочленен с рычагом 9 поворотного шибера. Перемещение рычага 5 по часовой стрелке или против часовой стрелки ограничивается конечными выключателями. Упор 2, перемещающийся одновременно с рычагом 5, воздействует на конечные выключатели таким образом, что исполнительный механизм перемещает поворотный шибер в пределах 90° от крайнего положения «Закрыто». Требования к установке других однооборотных исполнительных механизмов, таких как ДР-1М и ПР1-М (см. § 12), аналогичны требованиям, предъявляемым к установке механизмов типа МЭО. Следует лишь иметь в виду, что конструкция этих исполнительных механизмов рассчитана на работу только при горизонтальном расположении вала ротора электродвигателя.

Электрические исполнительные механизмы ИМ устанавливают в помещениях с температурой окружающей среды от -20 до $+60^\circ \text{C}$ и относительной влажностью 30—80%. На рис. 165 показан пример установки исполнительного механизма ИМ-2/120 на вертикальном трубопроводе. Ось его выходного вала должна быть рас-

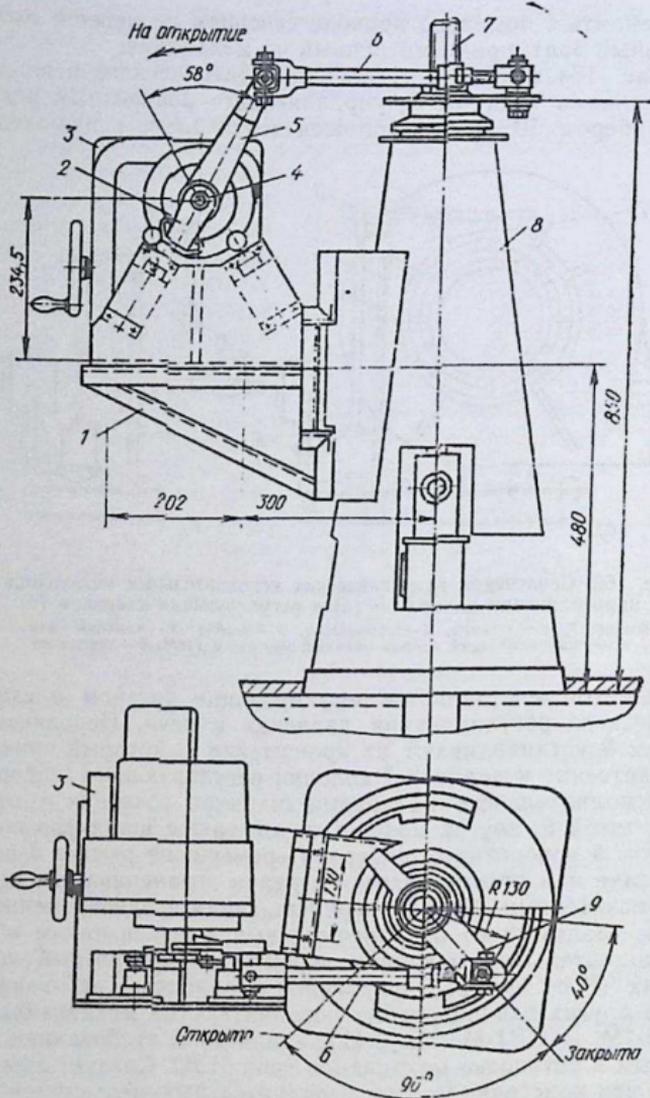


Рис. 164. Установка электрического исполнительного механизма типа МЭО, управляющего поворотным регулирующим шибером: 1 — кронштейн, 2 — упор, 3 — исполнительный механизм, 4 — выходной вал исполнительного механизма, 5 — рычаг, 6 — соединительная тяга, 7 — выходной вал регулирующего шибера, 8 — корпус колонки регулирующего шибера, 9 — рычаг поворотного шибера

положена горизонтально. Механизм крепят к несущей конструкции основанием или одной из боковых стенок корпуса четырьмя болтами М8×20.

Командные провода от магнитных усилителей регуляторов сечением 1,5—4 мм² вводят в исполнительный механизм 7 через уплотнительное кольцо штуцерного ввода. Выходной вал 8 исполнительного механизма соединяют с выходным валом 4 регулирую-

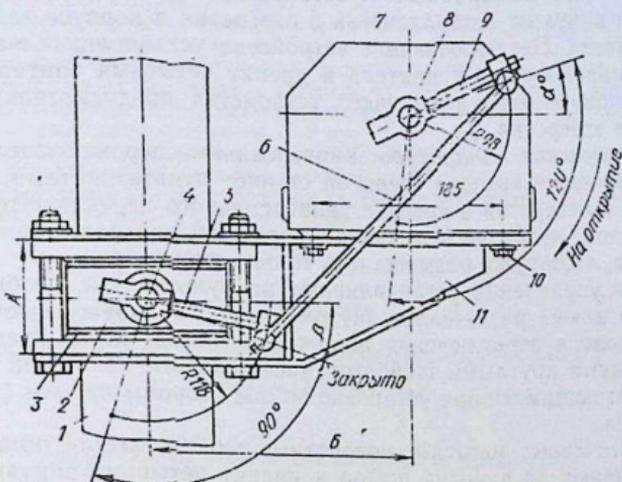


Рис. 165. Установка электрического исполнительного механизма типа ИМ, сочлененного с поворотной регулирующей заслонкой:

1 — трубопровод, 2 — заслонка, 3 — прокладка, 4, 8 — выходные валы, 5 — рычаг, 6 — тяга, 7 — исполнительный механизм, 9 — кривошип, 10 — болт М8×20, 11 — кронштейн

го органа кривошипом 9 и стальной тягой 6 диаметром 10 мм. Длина тяги должна быть минимальной, ее выбирают в зависимости от расстояния между исполнительным механизмом и заслонкой и типоразмера последней.

Поворотную регулирующую заслонку 2 встраивают в чугунный литой корпус и крепят между фланцами трубопровода 1 болтами, число и диаметр которых зависят от типоразмера устанавливаемой заслонки и указаны в заводской инструкции.

§ 61. Аппаратура дистанционного управления

Аппаратуру дистанционного управления, как правило, устанавливают на щитах или пультах при изготовлении их на предприятиях и в заготовительных мастерских монтажных организаций. В данном учебнике приведены лишь основные положения по установке аппаратуры дистанционного управления, рассмотренной в гл. IV.

Пневматическая аппаратура. Панели дистанционного управления крепят на щитах четырьмя винтами. При использовании панелей для дистанционного управления регулирующими клапанами максимальное расстояние от панели до исполнительного механизма должно быть не более 100 м.

Гидравлическая аппаратура. Механизмы ручной настройки (задающие устройства) устанавливают на корпусе гидравлического усилителя или мембранного чувствительного элемента и крепят четырьмя винтами, вставляемыми в отверстия в корпусе задающего устройства. Переключающие устройства устанавливают на корпусе гидравлического усилителя и крепят четырьмя винтами, для чего в корпусе переключающего устройства предусмотрены специальные отверстия.

Электрическая аппаратура. Универсальные переключатели крепят к наклонной крышке (верхней стенке) пульта винтами, вставляемыми в отверстия в крышке универсального переключателя таким образом, чтобы весь механизм переключения находился внутри пульта, а снаружи размещалась только рукоятка.

Ключи управления устанавливают на пультах так, чтобы весь механизм ключа размещался внутри пульта, а наружу выступала лишь рукоятка переключения положений ключа. Ключ крепят на панели двумя круглыми шайбами, насаженными на общий валик и располагающимися при установке по обе стороны панели (крышки) пульта.

Многоточечные щеточные поворотные переключатели типа ПМТ устанавливают на панелях щитов и крепят четырьмя винтами через отверстия в крышке. Провода к штырям переключателя подсоединяют пайкой.

Пластинчатые (джековыс) переключатели типа ПД предназначены для утепленного щитового монтажа. Их крепят на панели щита или пульта двумя шпильками, жестко укрепленными в крышке переключателя, и гайками, поставляемыми вместе с переключателями.

§ 62. Правила техники безопасности

Работы по монтажу систем автоматизации связаны с подъемом и опусканием тяжестей, поэтому их следует выполнять с соблюдением правил техники безопасности, изложенных в § 33.

Если приборы и аппаратуру монтируют в условиях действующих установок или действующих цехов, то меры по безопасности соблюдают в соответствии с правилами техники безопасности для данного вида предприятия (например, металлургического завода, нефтеперерабатывающего завода, завода искусственного волокна). Для выполнения монтажа приборов и аппаратуры на таких установках и в цехах следует получить разрешение начальника установки или дежурного оператора. Подробно правила выполнения работ в действующих цехах изложены в гл. XI.

В местах установки приборов и средств автоматизации, труднодоступных для монтажа и эксплуатационного обслуживания, до начала монтажа должно быть закончено сооружение лестниц, площадок и колодцев, предусмотренных строительной частью проекта.

Приборы, аппаратуру и другие средства автоматизации на несущих конструкциях крепят стандартизированными или нормализованными крепежными изделиями без сорванных резьб, шлицев и граней, затягивая резьбовые соединения до отказа.

Не допускается крепить приборы и аппаратуру на технологическом оборудовании и трубопроводах с нарушением герметичности трубопроводов и аппаратов, на которых их устанавливают.

Перед переноской приборов надежно закрепляют все открывающиеся части, а у жидкостных приборов предварительно сливают в специальную тару жидкость, находящуюся в негерметичных сосудах.

При работе с ртутными приборами соблюдают специальные правила, так как ртуть вредна для здоровья человека. Запрещается отсасывать или нагнетать ртом воздух в прибор, заполненный ртутью, а также касаться ее руками. Сливать ртуть из приборов во всех случаях допускается только в сосуды, заполненные водой. Если в приборе ртуть находится в сосуде, сообщающемся с атмосферой, ее заливают чистым глицерином слоем 1—2 мм.

Все работы с ртутными приборами выполняют в специально отведенном помещении, оборудованном вытяжным шкафом, зонтом или другими вентилирующими устройствами, а также имеющем гладкие непроницаемые для ртути и покрытые линолеумом полы с уклоном к общему сливу.

Глава XIV

ПРОВЕРКА И ИСПЫТАНИЕ СМОНТИРОВАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

§ 63. Испытание и сдача трубных проводок

Металлические трубные проводки. По окончании монтажа трубные проводки тщательно осматривают и испытывают на прочность и плотность.

При внешнем осмотре устанавливают соответствие смонтированных трубных проводок проекту и качества выполненных работ требованиям СНиП. Затем трубные проводки независимо от их назначения до проведения испытаний продувают сжатым воздухом или инертным газом, чтобы удалить твердые частицы и пыль, а в необходимых случаях и промывают.

При этом сжатый воздух или инертный газ должен быть осушен и очищен от масла и пыли. Воздух или инертный газ подают через открытые запорные вентили и вентиля, установленные на ответвлениях. При продувке трубных проводок приборы и преобразователи (датчики) отсоединяют. Трубные проводки, заполняемые кислородом, продувают только инертным газом. Трубные проводки для пара и воды допускается продувать и промывать рабочей средой.

Прочность и плотность смонтированных трубных проводок проверяют гидравлическим или пневматическим испытанием путем создания в них пробного давления $p_{пр}$. Прочность и плотность импульсных и вспомогательных трубных проводок, заполняемых жидкостями, а также негорючими и нетоксичными газами, командных гидравлических проводок, обогревных и питающих а также

проводок, работающих при низком вакууме, определяют гидравлическими испытаниями. Прочность импульсных и вспомогательных трубных проводок, заполняемых горючими и токсичными газами, проверяют гидравлическими испытаниями, а их плотность — пневматическими испытаниями.

Прочность и плотность трубных проводок, работающих при давлении менее 0,07 МПа, проверяют пневматическими испытаниями. При наружном диаметре труб до 10 мм и пробном давлении до 0,25 МПа прочность и плотность трубных проводок к приборам и средствам автоматизации допускается проверять только пневматическими испытаниями.

Перед проведением испытаний трубные проводки закрывают заглушками, конструкция которых должна обеспечить невозможность их срыва при пробных давлениях. Для трубных проводок высокого давления применяют заглушки с указателями.

Трубопроводы, подводящие испытательную жидкость, воздух или инертные газы от насосов, компрессоров и баллонов к испытуемым трубным проводкам, предварительно испытывают гидравлическим способом в собранном виде с запорной арматурой и манометрами. Манометры и вакуумметры, применяемые для испытаний, должны иметь пределы измерения, равные $\frac{1}{3}$ измеряемого давления, и класс точности не ниже 1,6.

✓ **Гидравлические испытания.** К испытуемому трубопроводу 6 через соединительную трубку 4 подключают гидравлический ручной насос 1 (рис. 166). Ход испытаний контролируют по манометру 3. На противоположном конце трубопровода и на ответвлениях устанавливают заглушки 7. При положительной температуре воздуха в качестве испытательной среды применяют воду. Нагнетая воду насосом, создают нужное давление в трубопроводе. Воздух из трубопровода выпускают через вентили 8 или удаляют промываемой через него в течение нескольких минут водой.

При температуре воздуха ниже 5°C применяют растворы хлористого кальция в воде или индустриальное масло И-12а (ГОСТ

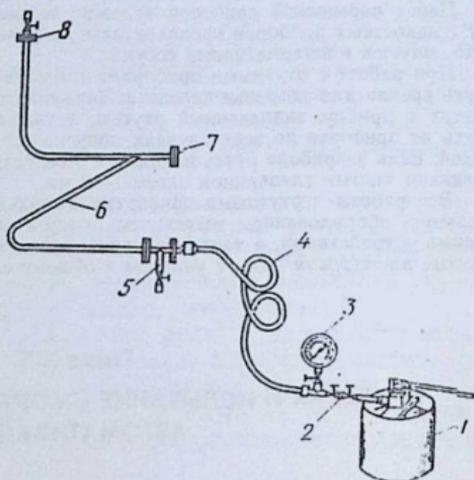


Рис. 166. Схема гидравлического испытания трубных проводок с применением ручного насоса:

1 — насос, 2 — два запорных вентиля, 3 — контрольный манометр, 4 — соединительная трубка, 5 — арматура для спуска испытательной жидкости, 6 — испытуемый трубопровод, 7 — заглушка, 8 — вентиль

20799—75), не замерзающие при температуре до -30°C . Для испытания трубных проводок, заполняемых кислородом, применять масло запрещается.

Пробное давление $p_{пр}$, создаваемое в трубных проводках, как правило, должно быть при рабочих давлениях до 0,5 МПа — $1,5 p_p$, но не менее 0,2 МПа; при рабочих давлениях свыше 0,5 МПа — $1,25 p_p$, но не менее $p_p + 0,3$ МПа.

Во время гидравлических испытаний давление поднимают по ступеням: первая ступень 0,05—0,2 МПа (предварительное опробование); вторая — $0,5 p_p$; третья — до p_p ; четвертая — до $p_{пр}$.

На каждой из промежуточных ступеней установленное для нее давление выдерживают 1—3 мин, в течение которых по манометру следят за тем, чтобы не падало давление в трубных проводках. На последней четвертой ступени при гидравлическом давлении, равном $p_{пр}$, металлические трубные проводки выдерживают в течение 5 мин, затем давление снижают до рабочего и тщательно осматривают трубные проводки с простукиванием труб молотком массой не более 0,5 кг.

Трубные проводки высокого давления выдерживают под пробным давлением $p_{пр}$ в течение 10 мин, после чего его снижают до рабочего и тщательно осматривают трубы, обстукивая их молотком. По окончании осмотра давление снова поднимают до пробного и выдерживают его в течение 5 мин, после чего снова снижают до рабочего, которое выдерживают в течение времени, необходимого для осмотра.

Трубные проводки считаются годными для эксплуатации, если при гидравлических испытаниях не было падения давления, а при осмотре труб не выявлено выпучив, трещин, течей и запотеваний.

По окончании испытания из трубных проводок спускают жидкость через вентиль 5 и продувают их сжатым воздухом.

✓ *Пневматические испытания.* В качестве испытательной среды применяют воздух или инертный газ (например, азот).

Пневматические испытания проводят в два этапа: вначале на прочность трубной проводки, а затем на плотность.

При испытании на прочность давление в трубной проводке поднимают до пробного с выдержкой в течение 5 мин. После этого пробное давление снижают до рабочего, осматривают трубы и выявляют возможные дефекты.

Затем проводят испытания на плотность, для чего в трубных проводках поднимают давление от рабочего p_p до пробного $p_{пр}$ и выдерживают в течение времени, необходимого для осмотра.

Для выявления дефектов в процессе осмотра применяют пенообразующие растворы, состав которых зависит от температуры окружающего воздуха: при температуре выше -5°C — 0,5 кг хозяйственного мыла в 8 л горячей воды; ниже -5°C (до -20°C) — 0,2—0,3 кг хозяйственного мыла, 2 кг поваренной соли в 8 л горячей воды или 1 кг сухого или густого лакричного экстракта в 0,6 л воды. Полученный в результате смешивания лакричного экстракта с водой концентрированный раствор (15 г) смешивают с водным

раствором хлористой соли (1 л). Для получения водного раствора хлористой соли растворяют 170—260 г хлористого натрия (поваренной соли) или хлористого кальция на 1 л воды.

При отсутствии лакричного экстракта применяют порошок лакричного корня, из которого делают растворы: в 1 л кипятка засыпают 50 г порошка и непрерывно помешивают в течение 10 мин. Раствор отстаивают в течение часа, а затем сливают. К полученному раствору добавляют только хлористую соль в зависимости от температуры окружающего воздуха. Пенообразующий раствор, пригодный для работы, сохраняется в течение не более 10—15 дней на холоде и 5 дней в теплом помещении.

Можно пользоваться мыльной водой, которой смачивают все стыки и соединения. Образование мыльных пузырей указывает на неплотность, которую следует устранить. Испытания повторяют до тех пор, пока не будут устранены все неплотности.

Во время пневматических испытаний трубные проводки, находящиеся под давлением, нельзя обстукивать молотком. В зоне испытаний запрещено пребывание посторонних лиц.

Трубные проводки считают годными для эксплуатации, если в процессе пневматических испытаний не наблюдалось падения давления, а при осмотре и применении пенообразующих растворов не были выявлены выпучины, трещины и течи.

По окончании гидравлических или пневматических испытаний составляют протокол испытаний по установленной форме.

Пластмассовые трубные проводки. Прочность и плотность смонтированных пластмассовых трубных проводок определяют пневматическими испытаниями.

Проводки из полиэтиленовых труб, предназначенные для рабочих давлений до 0,14 МПа, испытывают пневматическим давлением 0,3 МПа, для рабочих давлений свыше 0,14 МПа — гидравлическим давлением 1,5 p_p . Подъем давления проводят по ступеням: первая — предварительное опробование давлением 0,05—0,2 МПа и затем после выдержки в течение 2—3 мин; вторая — 0,5 рабочего давления p_p ; третья — до полного рабочего давления p_p ; четвертая — до полного давления $p_{пр}$. Под пробным давлением трубные проводки выдерживают 5 мин. В течение этого времени давление в трубной проводке поддерживают, добавляя воздух. Затем, прекратив подачу воздуха, трубопровод осматривают и проверяют на плотность.

Для определения мест утечек воздуха в металлических и пластмассовых трубных проводках систем автоматизации может быть применен ультразвуковой теченскатель типа ТУЗ-5М. Конструктивно прибор выполнен в виде цилиндра диаметром 32 мм и длиной 207 мм, внутри которого смонтирована электронная схема и ряд взаимозаменяемых пасадов. Насадки (рис. 167) используют для усиления сигнала точного определения места утечки, ограничения окружающих шумовых помех и обнаружения мест утечек в труднодоступных местах.

Принцип работы теченскателя ТУЗ-5М основан на обнаружении акустических (ультразвуковых) колебаний, возникающих при столкновении молекул воздуха, истекающего через отверстие, с молекулами окружающего воздуха и кромками отверстия. Ультразвуковые колебания воспринимаются первичным преобразователем прибора, преобразуются и усиливаются его электронной схемой и подаются на головные телефоны оператора. Для обнаружения места утечки включают питание прибора, с помощью регулятора

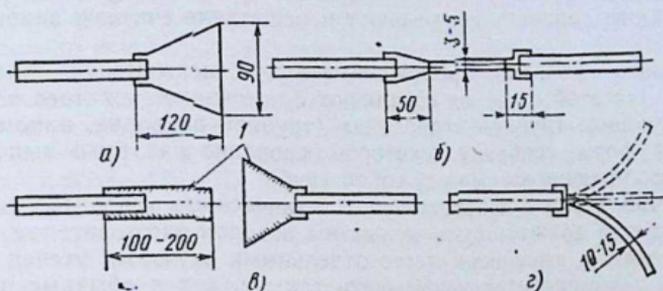


Рис. 167. Насадки к ультразвуковому теченскателю ТУЗ-5М:

а — для усиления сигнала при обнаружении утечек на расстоянии, *б* — для точного определения места утечки, *в* — для ограничения окружающих шумовых помех, *г* — для обнаружения утечек в труднодоступных местах; *1* — звукопоглощающий материал

усиления добиваются максимального усиления уровня собственных шумов и ориентируют первичный преобразователь теченскателя в направлении предполагаемого места утечки. Сильную утечку прибор (рис. 167, *а*) чувствует на значительном расстоянии; при этом в головных телефонах появляется характерный шум, после чего снижают степень усиления, сохраняя в телефонах слышимость шума от утечки. При отыскании места слабой утечки первичный преобразователь теченскателя подводят непосредственно к предполагаемым местам утечки, добиваясь максимальной чувствительности прибора. При появлении в телефонах характерного шума от утечки определяют ее точное расположение, для чего на прибор надевают насадки (рис. 167, *б*), повышающие избирательность и экранирующие его от влияния помех, вызванных возможными соседними утечками.

При очень незначительных утечках, когда трудно отличить сигнал шума, вызванного утечкой, от собственного шумового фона усилителя, первичный преобразователь плотно прикрывают рукой, затем руку отводят и поворачивают первичный преобразователь в противоположную сторону, где утечки отсутствуют. Если между силой шумов в том и другом случаях окажется разница, поиск утечки продолжают, надев на прибор другую насадку (рис. 167, *в*). При определении мест утечек в труднодоступных местах поль-

зуются гибким шлангом длиной 10—15 см и подводят его к местам с вероятными дефектами (рис. 167, з).

Чувствительность прибора позволяет определять утечки через неплотности размером 0,1 мм на расстоянии 0,5 м при избыточном давлении в трубопроводе 0,01—0,04 МПа, а при давлении 0,16—0,2 МПа — до 0,04 мм.

Если при проведении пневматических испытаний не обнаруживают падения давления и не выявляют всучивания трубопровода и пропуска воздуха, давление постепенно снижают до рабочего, при котором трубопровод проверяют на прочность путем осмотра. После этого давление сбрасывают и испытание считают законченным.

Трубные проводки, проложенные рядом, испытывают одновременно. Для этой цели их соединяют с источником сжатого воздуха с помощью трубной «гребенки» (трубной подводки, напоминающей по форме гребенку, в которой основание и «зубцы» выполнены из сообщающихся между собой труб).

Пневмокабели в соответствии с техническими условиями на их изготовлении должны быть испытаны заводом-изготовителем. Однако в связи с имевшими место отдельными случаями утечек воздуха их рекомендуется испытывать так же, как и обычные полиэтиленовые трубы, проложенные рядом. По окончании испытаний составляют протокол по установленной форме.

Трубные проводки высокого давления испытывают приемом оформляют акт готовности их к работе, указывают результаты их наружного осмотра, полноту выполненного монтажа (в том числе наличие гаек, линз и соответствие их маркировке), герметичность гнутья труб (радиусы гнутья). К началу работ составляют соответствующую техническую документацию: приемки в монтаж труб, арматуры, деталей трубопроводов, соединительных деталей; ведомости применяемой арматуры; индивидуальную проверку труб на складе заказчика; журнал работ; журнал проверки качества электродов, сварочных флюсов, флюса и аргона для сварочных работ; журнал режима термообработки сварных стыков; ведомость учета контрольных стыков и исполнительная схема трубной подводки.

Прочность трубных проводок высокого давления проверяют гидравлическим испытанием пробным давлением $p_{пр} = 1,25 p_r$. Подъем давления производят ступенями. Пробное давление 1,25 p_r выдерживают в течение 5 мин, после чего давление снижают до рабочего и оставляют таким на все время, в течение которого производят осмотр. Во время осмотра обстукивают линию молотком с закругленным бойком массой 1 кг.

В случае обнаружения дефектов исправление допускается только после сброса давления до нуля. После устранения дефектов производят повторные гидравлические испытания.

Трубные проводки считаются годными к эксплуатации, если при гидравлических испытаниях не обнаружится падение давле-

ния, а при осмотре не будет выявлено вспучиваний, трещин, течи и запотеваний. Испытание оформляют актом с указанием обнаруженных дефектов, их расположения на схеме и методов исправления.

Испытания трубных проводок высокого давления на плотность проводят только по требованию заказчика. В перечень обязательных испытаний они не входят, поэтому в настоящей книге не рассматриваются. Результаты испытаний оформляют актом.

По окончании испытаний трубные проводки промывают водой и продувают воздухом или азотом в соответствии с указаниями проекта, о чем составляют акт. Промывают и продувают трубные проводки по специально разработанным схемам, согласованным с заказчиком.

Промывку ведут интенсивно со скоростью подачи воды 1—1,5 м/с до появления чистой воды на выходе из промываемой трубы. После этого трубные проводки продувают сжатым воздухом давлением не более 4,0 МПа в течение не менее чем 10 мин, если нет специальных указаний в проекте. Во время промывки или продувки арматуру, установленную на выбросных линиях, и тупиковые участки трубной проводки полностью открывают, а после окончания промывки или продувки тщательно осматривают и очищают.

Трубные проводки низкого вакуума испытывают на прочность избыточным давлением гидравлическим или пневматическим методами. Гидравлическое испытание трубных проводок на прочность производят, как правило, давлением $p_{\text{др}} = 0,15$ МПа. По окончании испытания линию продувают сухим сжатым воздухом и испытывают на плотность. Результаты гидравлического испытания считаются удовлетворительными, если за все время испытаний на поверхности труб, на сварных швах и соединительных деталях не обнаружено течи, капель и запотевания, а давление по манометру не снизилось в течение 30 мин.

Пневматическое испытание трубных проводок низкого вакуума на прочность производят давлением $p_{\text{др}} = 0,15$ МПа в соответствии с приведенными выше рекомендациями. При этом давление в трубной проводке поднимают до пробного и выдерживают в течение времени, необходимого для осмотра и выявления неплотностей. Окончательный осмотр трубных проводок при рабочем давлении совмещают с испытанием их на плотность. Результаты пневматического испытания трубных проводок признаются удовлетворительными, если за время испытания на прочность не произошло падения давления по манометру и при последующем испытании на плотность в сварных швах, фланцевых соединениях и сальниках не обнаружено утечек.

На плотность вакуумные трубные проводки испытывают в зависимости от условий эксплуатации установки. Если по условиям ведения технологического процесса в установке подсос воздуха в систему трубопровода, находящегося под вакуумом, недопустим, испытания проводят с помощью теченскателя ПТИ-4А. Схема испытаний такого трубопровода показана на рис. 168. Применяемый

в схеме вакуум-насос 5 создает разрежение в испытываемом трубопроводе 1. С помощью форсунки 4 обдувают соединения и швы гелием, подаваемым от баллона 2 через накопитель 3. Теченскатель 6 ПТИ-4А контролирует степень натекания гелия через неплотности швов и соединений в трубопровод.

Если по условиям ведения технологического процесса в установке подсос в систему трубопровода, находящегося под вакуумом, в незначительной степени допустим (по технической документации), испытания на плотность проводят так же, как и испытания других видов трубных проводок на плотность, т. е. пневматически пробным давлением $p_{пр} = 0,15$ МПа.

§ 64. Испытание и сдача электрических проводок

Перед проведением испытаний смонтированные электрические проводки подвергают внешнему осмотру, во время которого устанавливают соответствие их проекту и требованиям СНиП.

После внешнего осмотра проводят следующие испытания: измеряют сопротивление изоляции электрических цепей всех проводок; проверяют фазировку (в трехфазных сетях переменного тока) или полярность (в сетях постоянного тока) у силовых цепей и цепей питания; испытывают на плотность соединения защитных трубопроводов (во взрывоопасных помещениях класса В-1).

Перед измерением омического сопротивления изоляции электрических проводок измерительные приборы, исполнительные механизмы и прочую электрическую аппаратуру отключают. Провода и кабели подключают к зажимам соединительных коробок и сборкам щитов и пультов.

Сопротивление изоляции электрических цепей в системах автоматизации измеряют 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 между каждой жилой провода и защитным трубопроводом (коробом).

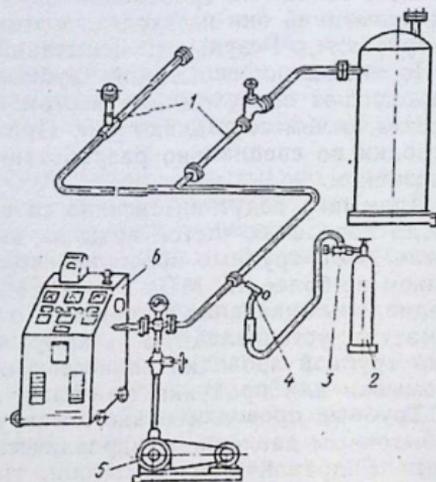


Рис. 168. Схема испытания вакуумных трубных проводок теченскателем ПТИ-4А:

1 — испытываемый трубопровод, 2 — баллон с гелием, 3 — накопитель типа БЭЗ-Х-В, 4 — форсунка, 5 — вакуум-насос, 6 — теченскатель ПТИ-4А

При измерении сопротивления изоляции цепей управления, измерения, питания и других электропроводок систем автоматизации применяют мегаомметры на напряжение 1000 В.

Схемы измерения сопротивления изоляции электрических проводок с помощью мегаомметра показаны на рис. 169. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1 МОм.

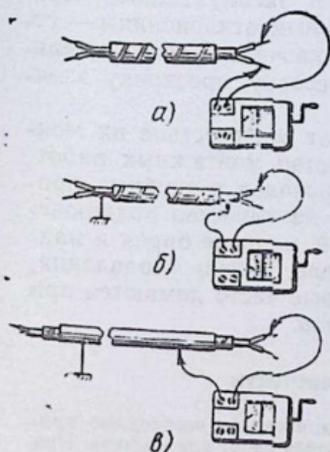


Рис. 169. Схемы измерения сопротивления изоляции электрических проводок между жилами кабеля (а), между жилой и металлической оболочкой кабеля (б), между жилой кабеля и защитной стальной трубой (в)

Результаты измерения сопротивления изоляции электрических проводок оформляют протоколом по установленной форме.

Проверку фазировки и полярности силовых цепей и цепей питания, как правило, выполняют наладчики, поэтому в настоящем учебнике эти операции не рассматриваются.

Соединения защитных трубопроводов на плотность испытывают сжатым воздухом, свободным от влаги и масла. Для этого воздух осушают и очищают от масла с помощью фильтров. Испытанию на плотность подлежат полностью смонтированные защитные трубопроводы, после того как в них протянуты провода, а сами трубопроводы закреплены на несущих конструкциях. Если защитные трубопроводы одной цепи открыто проложены в нескольких помещениях, содержащих взрывоопасные смеси разных категорий и групп, трубопроводы испытывают отдельно в каждом помещении.

После того как в участке трубопровода установится необходимое давление, этот участок отключают от источника сжатого воздуха и выдерживают под давлением в течение 3 мин. Контролируют падение давления с помощью манометра.

Участок трубопровода считают годным к эксплуатации, если по окончании выдержки в течение 3 мин давление в нем уменьшилось не более чем на 50%. Если в конце испытания давление будет ниже допустимого, трубопровод вновь осматривают, а выявленные дефекты устраняют. После этого испытание трубопровода на плотность повторяют вновь. Устранять дефекты в защитных трубопроводах, находящихся под давлением, запрещается.

Результаты испытания защитных трубопроводов на плотность оформляют протоколом по установленной форме.

§ 65. Сдача в эксплуатацию смонтированных щитов и пультов

Смонтированные щиты и пульты сдают в эксплуатацию одновременно с системами автоматизации после установки на них всех предусмотренных проектом приборов, ввода и подключения трубных и электрических проводов, а также проведения индивидуального опробования всех цепей.

При сдаче щитов и пультов монтажная организация обязана передать организации, принимающей их в эксплуатацию, перечень отклонений от проекта, а по значительным отклонениям — утвержденную проектной организацией и заказчиком исполнительную документацию, а также акты на опрессовку, прозвонку электрических цепей, проверку и опробование.

При осмотре щитов и пультов проверяют соответствие их монтажа требованиям проекта и СНиП, качество монтажных работ, обращая особое внимание на крепление проводов и трубных проводов, приборов и средств автоматизации, на качество подключения трубных и электрических коммуникаций, наличие бирок и надписей на них. Тщательно осматривают реле, ключи управления, универсальные переключатели и т. п., которые часто ломаются при транспортировке и разгрузке щитов и пультов.

§ 66. Правила техники безопасности

Работы по испытанию смонтированных трубных проводов необходимо проводить в присутствии и под руководством производителя работ или мастера. При проведении испытаний руководствуются указаниями, имеющимися в проекте данной установки, и СНиП на монтаж приборов и средств автоматизации. В зоне испытаний не должно быть посторонних лиц.

Производитель работ или мастер, отвечающий за проведение испытаний, должен предварительно подробно проинструктировать всех участников испытаний: показать места размещения арматуры и заглушек, разъяснить и показать приемь удаления воздуха из системы и простукивания сварных швов и стыков трубопроводов, находящихся под давлением. Особое внимание обращают на недопустимость выполнения каких-либо исправлений в системе, находящейся под давлением, и повышения давления сверх установленного действующими техническими условиями и инструкциями по проведению испытаний.

Перед началом испытаний трубных проводов проводят гидравлическое испытание линий, подводящих воздух к испытываемым трубопроводам, а также проверяют исправность и плотность закрытия всей запорной арматуры, заглушек и регулирующих органов. Не допускается применять для испытания трубных проводов исправные манометры. Компрессор, используемый для проведения пневматических испытаний, должен находиться не ближе 10 м от места расположения испытываемого трубопровода.

При продувке импульсных трубопроводов необходимо остерегаться поражения мелкими механическими частицами из продуваемого трубопровода. Осматривать трубные проводки во время нагнетания в них воздуха запрещается. Эту работу можно выполнять лишь после того, как в трубопроводе установится рабочее давление. Категорически запрещается простукивать трубопровод в процессе пневматического испытания. Во избежание несчастных случаев присоединение и разъединение трубных проводов, используемых для подведения воздуха к испытываемому трубопроводу, допускается лишь после снятия в нем давления.

Устранять дефекты, выявленные в процессе испытаний, при наличии давления в трубопроводе запрещается.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ	
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ	
Глава I. Общие сведения	6
§ 1. Единицы измерения	6
§ 2. Классификация приборов	7
§ 3. Основные сведения из метрологической терминологии	8
§ 4. Единая государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП)	10
Глава II. Контрольно-измерительные приборы	12
§ 5. Измерение температуры	12
§ 6. Измерение давления и разрежения	26
§ 7. Измерение расхода	33
§ 8. Измерение уровня	41
§ 9. Измерение концентрации растворов	45
§ 10. Контроль состава газов	47
Глава III. Автоматические регуляторы и комплекты системы автоматического регулирования	52
§ 11. Основные сведения об автоматическом регулировании	52
§ 12. Пневматические регуляторы и системы регулирования	56
§ 13. Гидравлические регуляторы и системы регулирования	64
§ 14. Электрические и комбинированные регуляторы и системы регулирования	72
Глава IV. Аппаратура дистанционного управления	77
Глава V. Трубные и электрические проводки систем автоматизации	83
§ 15. Трубные проводки	83
§ 16. Электрические проводки	88
РАЗДЕЛ ВТОРОЙ	
ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ И МОНТАЖ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ	
Глава VI. Проектная документация. Централизованная заготовка и сборка узлов и блоков	91
§ 17. Рабочие чертежи	91
§ 18. Заготовка труб и подготовка их к сборке	93
§ 19. Сборка труб в блоки	97
§ 20. Подготовка арматуры к монтажу	102
§ 21. Заготовка проводов и кабелей	103
§ 22. Конструкции и изготовление щитов и пультов	105
§ 23. Правила техники безопасности	111
Глава VII. Подготовка и организация монтажных работ	112
§ 24. Подготовка к производству монтажных работ. Проект производства работ	112
§ 25. Понятие об индустриальном и полносборном монтаже	115
§ 26. Комплектная контейнерная поставка изделий и материалов на монтажную площадку	115
§ 27. Инструментальное хозяйство монтажного управления	117
	247

Глава VIII. Монтаж трубных проводок	Б И Б Д И О Т Е К А	118
§ 28. Прокладка трубных проводок	Ип. № 5. 2535	118
§ 29. Соединение труб при монтаже трубных проводок		129
§ 30. Крепление трубных проводок		134
§ 31. Требования к монтажу трубных проводок в особых условиях		136
§ 32. Монтаж пневмокабелей		142
§ 33. Правила техники безопасности		145
Глава IX. Монтаж электрических проводок		146
§ 34. Требования к прокладке электрических проводок		146
§ 35. Прокладка кабелей в производственных помещениях и на территории промышленных предприятий		148
§ 36. Прокладка электрических проводок в защитных трубах, лотках и коробах		150
§ 37. Монтаж концевых заделок кабелей и проводов		157
§ 38. Соединение кабелей и проводов		164
§ 39. Прокладка электрических проводок в помещениях пожаро- и взрывоопасных установок		167
§ 40. Прозвонка жил кабелей и проводов		170
§ 41. Присоединение электрических проводок к приборам и средствам автоматизации		172
§ 42. Правила техники безопасности		174
Глава X. Монтаж первичных преобразователей и отборных устройств		175
§ 43. Первичные преобразователи для измерения температуры		175
§ 44. Отборные устройства для измерения давления и разрежения		182
§ 45. Сужающие устройства для измерения расхода		184
§ 46. Первичные устройства уровнемеров		184
§ 47. Отборные устройства для контроля состава газов		188
§ 48. Правила техники безопасности		189
Глава XI. Монтаж щитов и пультов		190
§ 49. Установка щитов и пультов и ввод в них трубных и электрических проводок		190
§ 50. Монтаж комплектных пунктов автоматки		195
§ 51. Правила техники безопасности		200
Глава XII. Земление (зануление) систем автоматизации		200
Глава XIII. Монтаж приборов и систем автоматизации		203
§ 52. Приборы для измерения температуры		204
§ 53. Приборы для измерения давления и разрежения		205
§ 54. Приборы для измерения расхода и количества		210
§ 55. Приборы для измерения уровня		214
§ 56. Приборы для измерения концентрации растворов		217
§ 57. Приборы для контроля состава газа		218
§ 58. Автоматические регуляторы		220
§ 59. Системы автоматического регулирования		223
§ 60. Регулирующие органы и исполнительные механизмы		229
§ 61. Аппаратура дистанционного управления		234
§ 62. Правила техники безопасности		235
Глава XIV. Проверка и испытание смонтированных систем автоматизации		236
§ 63. Испытание и сдача в эксплуатацию трубных проводок		236
§ 64. Испытание и сдача в эксплуатацию электрических проводок		243
§ 65. Сдача в эксплуатацию смонтированных щитов и пультов		245
§ 66. Правила техники безопасности		245

