

Л. М. ФАЙЕРШТЕЙН, Л. С. ЭТИНГЕН, Г. Г. ГОХБОЙМ



# СПРАВОЧНИК ПО АВТОМАТИЗАЦИИ

ББК 32.965  
Ф 17  
УДК 621.182-52(03)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

---

**Файерштейн Л. М. и др.**

Ф 17 Справочник по автоматизации котельных/ Файерштейн Л. М., Этинген Л. С., Гохбойм Г. Г.; Под ред. Л. М. Файерштейна. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1978. — 344 с., ил.

В пер.: 1 р. 30 к.

Справочник содержит нормативные материалы и типовые решения, а также техническую информацию по средствам автоматизации, применяемых для автоматизации отопительных и производственных котельных. Даны рекомендации по применению готовых заводских щитов автоматизации, сборок питания регуляторов, комплектной поставки приборов и регуляторов с технологическим оборудованием. Первое издание справочника вышло в 1972 г. Второе издание дополнено сведениями по автоматизации котлоагрегатов малой мощности.

Справочник предназначен для инженеров и техников, занятых проектированием автоматики отопительных и производственных котельных.

Ф 30303-257  
051(01)-78 — 9-78

ББК 32.965  
6П.2.22

© Издательство «Энергия», 1978 г.

Развитие средств автоматизации, расширение номенклатуры и повышение надежности выпускаемых приборов позволяют широко внедрять автоматизацию котельных, что повышает к. п. д. котельных установок и облегчает труд эксплуатационного персонала.

В настоящее время проектированием автоматизации котельных занимается значительное число проектных организаций, это приводит к разнотипным проектным решениям, повышает стоимость строительно-монтажных работ, затрудняет выполнение пусконаладочных и ремонтных работ, эксплуатацию систем автоматизации котельных.

Сведения, содержащиеся в настоящем справочнике, должны помочь инженерно-техническим работникам, занимающимся проектированием автоматизации котельных, в их практической деятельности и повысить качество выполняемых ими проектных разработок. В справочнике наряду с описанием средств, применяемых для автоматизации котельных, приводятся схемы контроля, автоматического регулирования, безопасности, сигнализации, блокировки для котельных установок с паровыми и водогрейными котлами.

В настоящее второе издание справочника внесены изменения и дополнения, вызванные выходом новых нормативных документов и изменением номенклатуры средств автоматизации.

В составлении справочника приняли участие: Л. М. Файерштейн (разд. 1; разд. 2, § 1, 2; разд. 4—6), Л. С. Этинген (разд. 2, § 3-10), Г. Г. Гохбойм (разд. 3).

Авторы обращаются ко всем читателям с просьбой направлять свои замечания и пожелания по адресу: 113114, Москва, Шлюзовая наб., 10, изд-во «Энергия».

## 1-1. Основные положения

Объем оснащения технологического оборудования средствами регулирования, управления и контрольно-измерительными приборами, выбор наиболее рациональных схем автоматического регулирования, промышленных методов монтажа средств автоматизации — все эти вопросы находят свое разрешение при разработке проекта, по которому ведется строительство котельных.

При разработке проектов автоматизации котельных проектная организация должна руководствоваться действующими нормативными документами по проектированию, указаниями и правилами строительного проектирования и утвержденными или согласованными с Госстроем СССР требованиями организаций Государственного надзора.

На всех стадиях проектирования в случаях, предусмотренных ГОСТ 2.110-68 «Единая система конструкторской документации. Патентный формуляр», следует осуществлять патентную проработку проектов автоматизации котельных. Патентоспособность и патентная чистота проектов определяются в соответствии с Указаниями Госкомитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР (ЗП-1-70).

Оригинальные технические проектные решения, выполняемые на уровне изобретений, должны быть защищены авторскими свидетельствами в СССР, а при необходимости и за границей.

В процессе монтажа и наладки автоматизации котельной по требованию заказчика организуется авторский надзор проектными организациями в порядке, установленном Положением об авторском надзоре. Решение об авторском надзоре принимается инстанцией, утверждающей проект.

Основными документами, устанавливающими объем автоматизации котельных установок, состав, содержание, порядок разработки, согласования и утверждения проектов и смет, по которым должно осуществляться строительство новых, расширение или реконструкция действующих котельных, являются СНиП II-35-76, «Котельные установки», «Временные указания по проектированию систем автоматизации технологических процессов» (ВСН 281-75) и «Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства» (СН 202-76).

Проектирование котельных установок, как правило, выполняют в одну стадию — техно-рабочий проект после утверждения технико-экономических обоснований (ТЭО). Для сложных объектов допускается разработка технического проекта с разрешения инстанции, утверждающей ТЭО. Запрещается использование проектной доку-

ментации, которая к началу строительства оказалась устаревшей и не соответствующей современному уровню производства и строительства.

Проектная организация и заказчик должны проверять соответствие технических решений, принятых в ранее разработанном проекте, современному уровню техники, действующим нормам, правилам и стандартам, а в необходимых случаях вносить в проект и сметы изменения, связанные с применением новых видов оборудования, введением новых норм технологического и строительного проектирования, новых типовых конструкций и деталей, а также новых стандартов на материалы и изделия.

Такая проверка важна при повторном использовании разработанных ранее проектов и при привязке типовых проектов для конкретных условий строительства.

Привязка отмененных типовых проектов после 6 мес со времени публикации сведений об их отмене не разрешается.

В случае, когда в году, следующем после года отмены привязанного ранее типового проекта, строительство по нему не было начато, привязанный проект должен быть заменен новым типовым проектом, введенным взамен отмененного, а при отсутствии такового — индивидуальным, разработанным с применением унифицированных габаритных схем и типовых конструкций. Индивидуальные проекты могут разрабатываться лишь при отсутствии типовых проектов с необходимыми параметрами, а также ранее разработанных экономичных индивидуальных проектов и только по разрешению Госстроя СССР.

Центральный институт типовых проектов издает периодически строительный каталог — перечень типовых проектов, имеются типовые проекты отопительных котельных (теплоноситель вода), отопительно-производственных котельных (теплоноситель вода и пар), производственных котельных (теплоноситель пар).

Типовые проекты предназначены для строительства котельных с закрытой, открытой и полукрытой системами теплоснабжения с использованием топлива: газ, жидкое топливо, газ и жидкое топливо, антрацит, каменные и бурые угли, дрова и древесные отходы, фрезерный торф.

По этим типовым проектам строятся котельные, оборудованные водогрейными и паровыми котлами различных типов и серий — КВ-ГМ, КВ-ТС, ПТВМ, ДЕ, КЕ, ДКВР, ТВГ, ВГД, ТМЗ, ММЗ, «Универсал-6», «Энергия», «Минск» и др.

Проекты автоматизации котельных выполняются на основании и в соответствии с заданием на проектирование, исходными данными и материалами. Основные технические решения, принимаемые в проекте автоматизации, должны рассматриваться генпроектировщиком (заказчиком) в процессе разработки проекта.

При разработке проекта автоматизации котельных исполнитель составляет задание смежным организациям и соисполнителям на выполнение разработок, связанных с автоматизацией котельных в строительной, теплотехнической, электротехнической, сантехнической и сметной частях проекта. Чертежи, выполняемые по указанным заданиям, должны быть согласованы с исполнителем проекта автоматизации котельных. При проектировании систем автоматизации котельных проектные организации должны руководствоваться: передовым промышленным опытом в области автоматизации технологических процессов;

действующими нормативными документами по проектированию систем автоматизации, эталонами проектов автоматизации;

нормами и правилами строительного проектирования, санитарными, электротехническими, противопожарными и другими требованиями, нормами и правилами на производство монтажных и специальных работ;

указаниями о мерах по обеспечению патентоспособности и патентной чистоты применяемых средств автоматизации и схемных решений в случаях, предусмотренных ГОСТ 2.110-68.

При проектировании необходимо максимально использовать типовые проекты и решения; заводское изготовление щитов автоматизации, а для котлов ДЕ, КЕ и др. — комплектную их поставку с оборудованием; поставку технологического оборудования и трубопроводов комплектно с отборными устройствами и присоединительными деталями для установки средств автоматизации.

В проекте должно предусматриваться также максимальное применение нормализованных и унифицированных изделий, узлов, конструкций и устройств для крепления средств автоматизации.

Проектные материалы (графическая и текстовая части) должны иметь минимально необходимый объем и должны быть составлены ясно и четко, чтобы пользование ими не вызывало затруднений и различных толкований.

## 1-2. Задание на проектирование. Исходные данные и материалы

Подразделение, проектирующее тепломеханическую часть котельной, выдает отделу автоматизации задание, исходные данные и материалы на разработку раздела «Автоматизация» комплексного проекта котельной.

### Задание отделу автоматизации на разработку техно-рабочего проекта

Задание на разработку должно содержать следующие данные:

- а) очередность ввода в действие подразделений;
- б) категорию котельной по источнику тепла (к I категории относятся котельные, к которым подключены потребители, не допускающие перерыв в теплоснабжении. Все остальные котельные II категории);
- в) краткую характеристику основного и вспомогательного оборудования котельной и сооружений, расположенных на площадке (станции перекачки, очистные сооружения и т. п.);
- г) принципиальные схемы: тепловую, газоснабжения и снабжения жидким топливом, водоподготовки, мазутонасосной, углеподачи, шлакозолоудаления;
- д) компоновочные чертежи котельной и других сооружений с установленным оборудованием;
- е) чертежи трубопроводов, на которых монтируются закладные устройства средств автоматизации с указанием действительных внутренних диаметров и толщин стенок;
- ж) перечень контролируемых и регулируемых параметров с указанием характеристик сред, значений параметров, требуемой точности контроля и регулирования;

з) схемы управления всеми электродвигателями, включая схемы управления электрозаводками; электрическую схему аварийной сигнализации;

и) указание пунктов управления силового оборудования, мест расположения приводов и условий их блокировки;

к) данные для расчета регулирующих органов, сужающих устройств и длин прямых участков до и после сужающих устройств дифманометров-расходомеров и заполнения опросных листов;

л) перечень дистанционно управляемых запорных органов с указанием требуемых блокировок;

м) перечень и характеристику поставляемых комплектно с оборудованием приборов и средств автоматизации, чертежи комплектно поставляемых щитов, пультов и т. п.;

н) строительные чертежи котельной;

о) чертежи типовых проектов для привязки.

## 1-3. Задание отдела автоматизации смежным отделам

На стадии техно-рабочего проекта отделом автоматизации выдается документация:

1. Отделу, разрабатывающему тепломеханическую часть проекта:

а) размеры щитовых помещений;

б) характеристики регулирующих органов (наименование, тип, габаритные размеры);

в) необходимые длины прямых участков до и после сужающих устройств расходомеров;

г) указания

о необходимости учета при раскладке трубопроводов и компоновке оборудования требований к размещению на них элементов систем автоматизации (в местах, достаточных по габаритам, доступных и удобных для обслуживания и снятия показаний приборов);

о необходимости отражения на чертежах тепломеханической части проекта размещения и координации первичных приборов, регулирующих и запорных органов и т. д.;

об установке закладных устройств (бобышек, штуцеров, гильз, карманов, расширителей, фланцевых соединений и т. п.) на технологическом оборудовании и трубопроводах.

Примечание. Как правило, отделы автоматизации и теплотехнический совместно определяют места установки и координаты элементов автоматизации и закладных устройств, а также типы ЗК (МВН, ТК, ОСТ) на закладные устройства.

2. Отделу, разрабатывающему электротехническую часть проекта:

а) величину требуемой мощности, потребляемую щитами управления, шкафами сборок задвижек РТЗО (в случае разработки схем управления задвижками отделом автоматизации) и средствами автоматизации, напряжения, род тока, требования к качеству электроэнергии;

б) требования к схеме питающей сети (радиальная с одностронним или двусторонним питанием, магистральная), к обеспечению подвода электроэнергии от независимых источников питания;

в) план расположения щитов (панелей), пультов автоматизации и шкафов сборок задвижек РТЗО с их наименованием и номерами,

а также перечень управляемых с каждого щита (панели), пульта механизмов;

г) наименование контактов приборов, регуляторов и аппаратуры из схем автоматизации, которые включаются в схемы управления электродвигателями с указанием условий работы контактов.

3. Отделу, разрабатывающему строительную часть проекта:

а) план щитового помещения с указанием размеров дверных и монтажных проемов;

б) задания на каналы, кабельные полуэтажи, двойные полы для электрических и трубных проводок;

в) требования на закладные детали для крепления щитов, пультов, шкафов сборок задвижек РТЗО, кабельных конструкций, проемы для прохода электрических и трубных проводок через стены и другие ограждающие конструкции зданий.

4. Отделу, разрабатывающему раздел проекта «В о д о п р о в о д и к а н а л и з а ц и я»:

а) места установки приборов, требующих подвода воды (газоанализаторы, гидравлические исполнительные механизмы);

б) требования к количеству и качеству воды, подводимой к приборам;

в) места установки дифманометров — расходомеров, уровнемеров, манометров для прокладки продувочных линий.

5. Отделу, разрабатывающему сантехническую часть проекта:

требования к отоплению и вентиляции щитовых помещений, с указанием тепловыделений от щитов.

6. Конструкторскому отделу:

а) задание на разработку нестандартного оборудования, в частности сочленений исполнительных механизмов с регулирующими органами с указанием их мест установки.

Данное задание выдается совместно с отделом, разрабатывающим тепломеханическую часть проекта.

7. Сметному отделу:

а) заказные спецификации и объемы монтажных работ для определения стоимости строительного-монтажных работ автоматизации котельной.

Объемы работ удобно выдавать по форме, приведенной в приложении 1.

При этом следует учесть следующее:

1. В графах 4—12 указывается наименование оборудования, например, на три котла КВ-ГМ-100; на вспомогательное оборудование паровой части; на мазутное хозяйство и т. п.

2. По п. 10. Кроме обычных вводов в щит импульсных трубных проводок, необходимо учитывать вводы в щит защитных труб для проводов (от ЗЗУ, рН-метров, компенсационных типа КПО и т. п.).

3. По п. 16. Необходимо учитывать только монтаж штепсельных разъемов, не поставляемых комплектно с приборам и щитами.

4. По п. 17. Необходимо учитывать присоединение жил кабелей только при реконструкции, поскольку при монтаже средств автоматизации впервые присоединение жил кабелей входит в стоимость монтажа.

## 1-4. Содержание техно-рабочего проекта

В техно-рабочем проекте разрабатываются следующие материалы:

пояснительная записка;

функциональные схемы автоматизации;

принципиальные электрические схемы контроля, автоматического регулирования, сигнализации, автоматики безопасности, питания;

общие виды щитов, пультов;

схемы внешних электрических и трубных проводок;

планы расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок;

нетиповые чертежи установки средств автоматизации;

общие виды нестандартизированного оборудования;

заказные спецификации приборов и средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, трубопроводной арматуры, кабелей и проводов, основных монтажных материалов и изделий (трубы, металлы), нестандартизированного оборудования;

смета на приобретение и монтаж средств автоматизации;

техдокументация, составляющая задание заводу-изготовителю щитов (пультов).

Пояснительная записка, функциональные схемы, смета и чертежи общих видов щитов (пультов) подписываются главным инженером проекта, начальником отдела и исполнителями. Остальные материалы — начальником отдела и исполнителями.

## 1-5. Оформление и состав проектных материалов

### Пояснительная записка

Пояснительная записка должна быть составлена кратко и ясно.

Пояснительная записка к техно-рабочему проекту должна содержать:

перечень материалов, на основании которых разработан техно-рабочий проект;

анализ целесообразности автоматизации;

краткое описание и обоснование принятых технических решений в части контроля, автоматического регулирования, сигнализации, защиты и управления;

основные требования к щитовым помещениям;

указания о соответствии систем автоматизации техническому заданию на проектирование и обоснование отклонений от технического задания;

указание о применении новых средств автоматизации;

указание о принятых щитах автоматизации (индивидуальных, групповых, центральных) и взаимосвязях между ними;

указание об источниках питания;

указания о применении блоков и монтажных узлов заводского изготовления;

обоснование применения дефицитных материалов;

техничко-экономические показатели автоматизации (при комплексном проектировании котельной входят в технико-экономическую часть комплексного проекта).

## Функциональные схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим структуру и характер автоматизации технологических процессов и оснащение их приборами и средствами автоматизации.

На функциональных схемах (рис. 1-1) при выполнении технологического проекта должно быть показано:

упрощенное изображение технологического оборудования, подлежащего автоматизации, трубопроводов, арматуры;

отборные устройства, первичные и вторичные измерительные приборы и регуляторы, исполнительные механизмы, регулирующие и

запорные органы с приводами; аппаратура управления и сигнализации и взаимные связи между ними.

Технологическое оборудование и коммуникации, на которых отсутствуют контрольно-измерительные приборы или регуляторы и без которых понятен принцип работы остального оборудования, на функциональных схемах автоматизации не приводятся. Условные обозначения технологического оборудования и трубопроводов должны соответствовать условным изображениям, принятым в схемах тепломеханической части проекта, а условные обозначения приборов и регуляторов — ГОСТ 3925-59 «Обозначения основных величин и условные изображения приборов в схемах автоматизации производственных процессов».

На схемах в нижней части чертежа вычерчиваются прямоугольники, условно изображающие расположения местных приборов, щиты и пульты, в которых показывается относящаяся к ним аппаратура. Отборные устройства, отдельные местные приборы (ртутные термометры), механические счетчики и другая аппаратура, встраиваемая в трубопроводы или технологическое оборудование, показывается непосредственно у этого оборудования.

Для схем с большой насыщенностью графических изображений могут выполняться отдельно «Функциональные схемы теплотехнического контроля...», на которых показывается и технологическая сигнализация, и «Функциональные схемы автоматического регулирования...», на которых показывают дистанционное управление электроприводами и аварийную сигнализацию.

Аппаратура вспомогательного назначения (реле, неоперативные выключатели, источники питания и т. п.) на функциональных схемах не показывается.

Аппаратура, поставляемая комплектно с технологическим оборудованием, на схемах показывается; о комплектности поставки на чертеже даются соответствующие указания.

Функциональная связь между отдельными устройствами средств автоматизации, осуществляющими контроль, регулирование, управление и сигнализацию, показывается условными линиями связи. Линии связи следует наносить с наименьшим количеством гибов и пересечений между собой. Гибы линий связи должны осуществляться под прямым углом. Пересекать условные обозначения средств автоматизации линиями связи не разрешается. Пересекать линиями связи изображения технологического оборудования допускается.

В случае подключения нескольких первичных приборов к одному вторичному прибору через переключатель или на многоточечный прибор допускается линии связи объединять в одну линию, разветвляющуюся через фигурные скобки у первичных приборов и переключателя (многоточечного прибора).

Линии связи сложных схем допускается обрывать у первичных приборов и щитов (пультов).

На линиях связи около прямоугольников, условно изображающих места установки приборов (регуляторов), указываются предельное значение и размерность контролируемого (регулируемого) параметра.

У каждого прибора, регулятора, аппарата, изображенного на схеме, проставляется номер его позиции по спецификации; у отборных устройств и чувствительных элементов приборов (регуляторов), составляющих с прибором (регулятором) одно целое, номера позиций не проставляются.

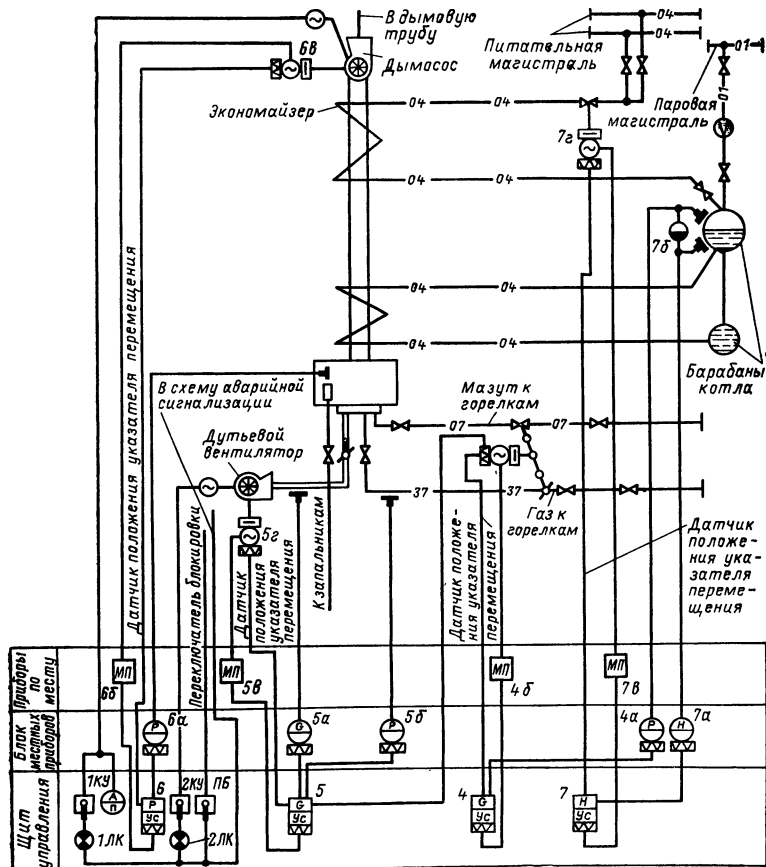


Рис. 1-1. Пример исполнения функциональной схемы автоматического регулирования (котла ДЕ).

## Принципиальные электрические схемы сигнализации, автоматики безопасности

Принципиальная схема определяет принцип действия, состав и взаимодействие элементов схемы.

Принципиальные электрические схемы условно изображают аппараты, устройства и их части, предназначенные для осуществления функций измерения, регулирования, управления, защиты и сигнализации с электрическими связями между ними (рис. 1-2).

Электрические схемы должны выполняться с учетом требований ГОСТ 2.702-75 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем».

На чертежах принципиальных электрических схем должны быть показаны:

- функциональная схема блокировочных зависимостей; схема главных цепей. С правой стороны схемы указывается назначение цепей;
- цепи измерения, регулирования, управления, защиты и сигнализации с таблицами необходимых пояснений;
- перечень примененной аппаратуры с указанием ее технических данных и места установки;
- диаграммы замыкания контактов ключей управления, конечных и путевых выключателей и других аппаратов, поясняющие работу схемы;
- контакты аппаратов данной схемы, участвующие в работе других схем;
- контакты аппаратов из других схем, участвующие в работе данной схемы.

В тех случаях, когда работа схемы не может быть прочитана без текстовых пояснений, на чертеже следует давать поясняющий текст.

Все элементы аппаратуры на схеме должны иметь буквенно-цифровую маркировку. Маркировка приборов и средств автоматизации на принципиальных схемах выполняется в соответствии с их обозначениями в функциональных схемах автоматизации. Как правило, маркировки помещаются над графическими обозначениями элементов аппаратов. Все контакты в схемах должны вычерчиваться в положениях, которые они занимают при отсутствии электрического напряжения или механического воздействия на аппараты. Концевые выключатели, связанные с регулирующими органами, изображаются для какого-либо конечного положения регулирующего органа («открыто», «закрыто»), о чем на схеме дается указание.

Электрические схемы, как правило, располагаются вертикально. Если схема не помещается по высоте листа, то ее располагают в несколько колонок. Участвующие в данной схеме контакты аппаратов или приборов, примененных в других схемах и изображенных на других чертежах, на данном чертеже обводятся пунктиром. Около обведенной пунктиром части схемы делается ссылка на чертеж, из которого использованы контакты.

Контакты аппаратов данной схемы, работающие в других схемах, изображаются на свободном месте чертежа. Около них делается ссылка на номер листа проекта и название схемы, в которой они работают.

Приборы и аппараты, имеющие заводскую маркировку выводов, на схеме могут изображаться прямоугольником, внутри которого

проставляются номера выводов с подведенными к ним участками цепей. Аппараты, не имеющие маркировки выводов, на схеме показываются в развернутом виде.

Маркировку цепей выполняют в соответствии с ГОСТ 2.709-72 «Система маркировки цепей в электрических установках». Для маркировки цепей рекомендуется следующее распределение групп чисел:

- 201-299. Цепи измерения.
- 300-399. Цепи технологической сигнализации.
- 400-599. Цепи регулирования.
- 600-699. Цепи защиты.

Маркировка на схемах проставляется:

- при горизонтальном расположении цепей — над участками проводников;
- при вертикальном расположении цепей — слева от участка проводников.

## Принципиальные электрические схемы питания

На чертежах принципиальных электрических схем питания приводится также перечень примененной аппаратуры с основными техническими данными. Все схемы выполняются в многолинейном исполнении. На чертежах схем должны быть показаны аппаратура защиты (автоматические выключатели, предохранители), аппаратура управления (выключатели, переключатели и т. п.), источники питания (выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы и т. п.), линии вводов от источников питания и отводов к щитам (пультам), приборам и отдельным токоприемникам, установленным вне щитов. На вводах и отводах питания следует указывать род тока, напряжение и адрес кабеля.

В тех случаях, когда в ГОСТ 3925-59 отсутствует обозначение какого-либо аппарата, такой аппарат изображается в виде прямоугольника с надписью внутри него буквенно условного обозначения. Для автоматов и предохранителей буквенное условное обозначение указывается в числителе, а в знаменателе ток уставки (для автоматов) или плавкой вставки (для предохранителей).

После трансформаторов напряжения в схеме указывается величина вторичного напряжения, после выпрямителей — род выпрямленного тока и величина напряжения.

Маркировка цепей питания выполняется в соответствии с ГОСТ 2.709-72. Цепям в зависимости от рода тока и напряжения рекомендуется присваивать следующие группы чисел:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1—49 с индексом фазы А, В или В для ~ 220 В; |                     |
| 1—49 для ~ 127 В;                            | 101—119 для = 4 В;  |
| 51—79 для ~ 12 В;                            | 121—139 для = 6 В;  |
| 81—99 для ~ 24 В;                            | 141—159 для = 10 В; |
|  | 161—179 для = 24 В; |

181—299 для = 120 В и больше. Нуль маркируется «0».

В схемах постоянного тока участки положительной полярности маркируются нечетными числами, а отрицательной — четными.

В схемах переменного тока участки цепей маркируются последовательными числами, без деления на четные и нечетные.

Участки цепей, которые в процессе работы схемы изменяют свою полярность или не имеют ярко выраженной полярности, могут маркироваться четными или нечетными числами.

Пример оформления схемы питания приведем на рис. 1-3.



**Диаграмма работы ключа 1КУ**

ПМОФ45-225666/II-Д40

Тип подвижного контакта	Номер подвижного контакта	Положение рукоятки		
		-45°	0	+45°
		Работа	Резерв	Восстановление
2	1—3 2—4	— ×	— —	× —
2	5—7 6—8	— ×	— —	× —
5	9—12 9—10	— ×	× —	× —

ПМОФ45-225666/II-Д40

Тип подвижного контакта	Номер подвижного контакта	Положение рукоятки		
		-45°	0	+45°
		Работа	Резерв	Восстановление
6	13—14 13—16	× —	× —	— ×
6	17—18 17—20	× —	× —	— ×
6	21—22 21—24	× —	× —	— ×

**Перечень**

№ п. п.	Обозначение по схеме	Наименование
---------	----------------------	--------------

*Аппаратура на*

1	КЭП	Командный электропневматический прибор
2	1КУ	Переключатель малогабаритный . . . . .
3	Кп	Кнопка сигнальная . . . . .
4	1РВ	Реле времени . . . . .
5	1РП; 4РП; Н-ЗРП; 5РП; 6РП	Реле промежуточное . . . . .
6	2РП	Реле промежуточное . . . . .

*Аппаратура*

1	Н-Р1 — Н-Р6; Р7 — Р12	Электромагнитный клапан . . . . .
2	КВО, KB3	Контакты микропереключателей . . . . .
3	УВ	Регулятор-сигнализатор уровня . . . . .

**аппаратуры**

Тип	Технические данные	Количество	Примечание
-----	--------------------	------------	------------

*щите управления*

КЭП-12У	~127 В	1	
ПМОФ45-225666/II-Д40	—	1	
КЕ-011	~127 В, исп. 19	1	
РВП 72-312200У4	~127 В, исп. 3	1	
РП-25	~127 В, 4з+1р	8	
РП-25	~127 В, 4р+1з	1	

*по месту*

—	—	46	
—	—		Комплектно с клапаном
ЭРСУ-2	—	1	

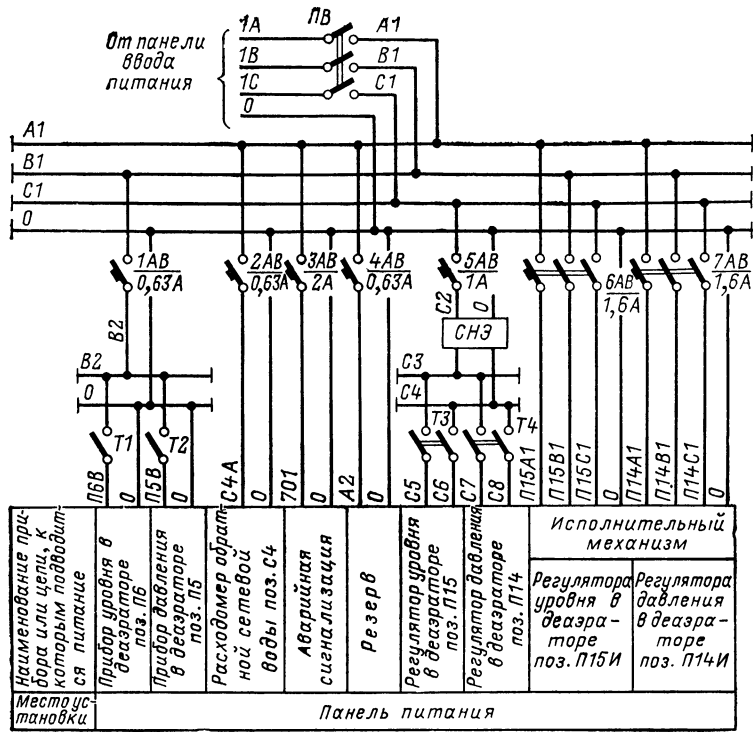


Рис. 1-3. Пример исполнения принципиальной электрической схемы питания токоприемников.

### Общие виды щитов и пультов

Чертеж общего вида щита (рис. 1-4, рис. 1-5) должен содержать: перечень составных частей (лист 1); вид спереди (фронтальная плоскость щита) с указанием технических требований (лист 2); вид на внутренние плоскости (лист 3); таблицу надписей на табло и в рамках (лист 4); таблицы соединения и подключения для монтажа электрических и трубных проводов (листы 5 и 6).

На чертежах общих видов щиты изображают в масштабе 1 : 10. В обоснованных случаях могут применяться и другие масштабы.

Щиты, приборы, средства автоматизации, рейки изображают упрощенно, в виде внешних очертаний.

Щкафам, пультам, рамам, приборам, средствам автоматизации, монтажным изделиям, устанавливаемым на фасадах и внутри щитов (пультов), присваиваются номера позиций, начиная с цифры 1 в порядке их записи в перечне составных частей. Нумерация позиций — сквозная в пределах всего перечня.

### Перечень аппаратуры (к рис. 1-3)

№ п.п.	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Технические данные	Количество	Примечание
1	1AB; 2AB; 4AB	Автоматический выключатель . . . .	A63-1M	~220 В, $I_{\text{НОМ}} = 0,63 \text{ А}$ , $I_{\text{отс}} = 1,34 I_{\text{НОМ}}$	3	
2	3AB	Автоматический выключатель . . . .	A63-1M	~220 В, $I_{\text{НОМ}} = 2 \text{ А}$ , $I_{\text{отс}} = 1,34 I_{\text{НОМ}}$	1	
3	5AB	Автоматический выключатель . . . .	A63-1M	~220 В, $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$ , $I_{\text{отс}} = 1,34 I_{\text{НОМ}}$	1	
4	6AB, 7AB	Автоматический выключатель . . . .	АП50-3MT	~380 В, $I_{\text{НОМ}} = 1,6 \text{ А}$ , $I_{\text{отс}} = 3,5 I_{\text{НОМ}}$	2	
5	СНЭ	Стабилизатор напряжения . . . . .	С-0,16	~220 В/стаб.-220	1	
6	П1В	Пакежный выключатель . . . . .	П1ВМЗ-60	~220 В, 60 А	1	
7	T1; T2	Переключатель (тумблер) . . . . .	ТВ2-1	—	2	
8	T3; T4	Переключатель (тумблер) . . . . .	ТВ1-2	—	2	

Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
		Детали		
		Стандартные изделия		
1		Панель скарпасом щита ШПК-11-600-УЧ Р00 ОСТ 36.13-76	1	
		Прочие изделия		
2		Мост самопишущий КСМЧ Мовфилькаша 42 340 80 201 Т225.05.1290-75	1	
3		Преключател ПМОФ-45-112222Л-Д143 ТУ16.526.12В-75	1	
4		Линза красная	3	
5		Реле РПУ-2-050023 220В ТУ.16.523.331-71	2	
<b>2100-11<sup>а</sup>-АТМ1</b>				
				Лист
				1
				6
Щит котла №1				
Общий вид				
				Итого
				Лист
				1
				6
				Итого
				Лист
				1
				6

Таблица 1				
Надписи на табло и в рамках				
№ Надл.	Надпись	К-во	№ Надл.	Надпись
1	Рамка 66 x 26		3	Избиратель скоростной дутьевого вентиля котла №3
2	Давление в барабана котла №1	1		
3	Давление в барабана котла №2	1		
4	Давление в барабана котла №3	1		
5	Уровень в барабана котла №1	1		
6	Уровень в барабана котла №2	1		
7	Уровень в барабана котла №3	1		
8	Скреперная установка котла №1	1		
9	Скреперная установка котла №2	1		
	Скреперная установка котла №3	1		
	Рамка 30 x 15			
1	Избиратель скорости дутьевого вентиля котла №1	1		
2	Избиратель скорости дутьевого вентиля котла №2	1		
<b>2100-11<sup>а</sup>-АТМ1</b>				
				Лист
				4

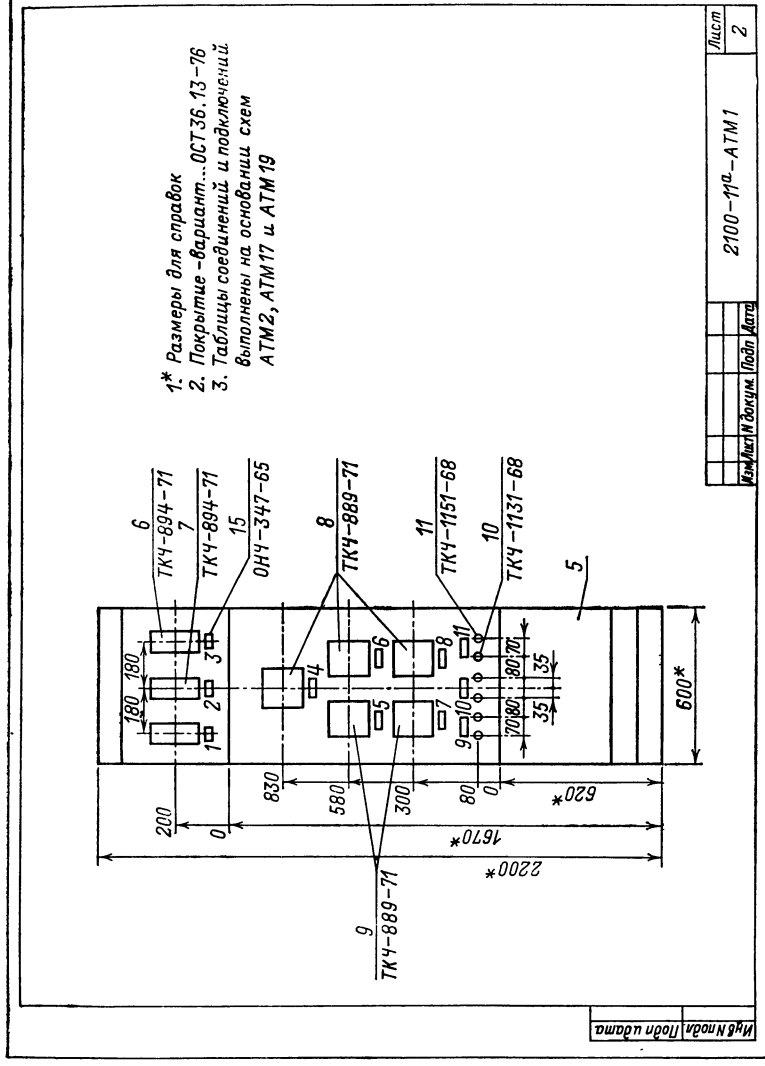
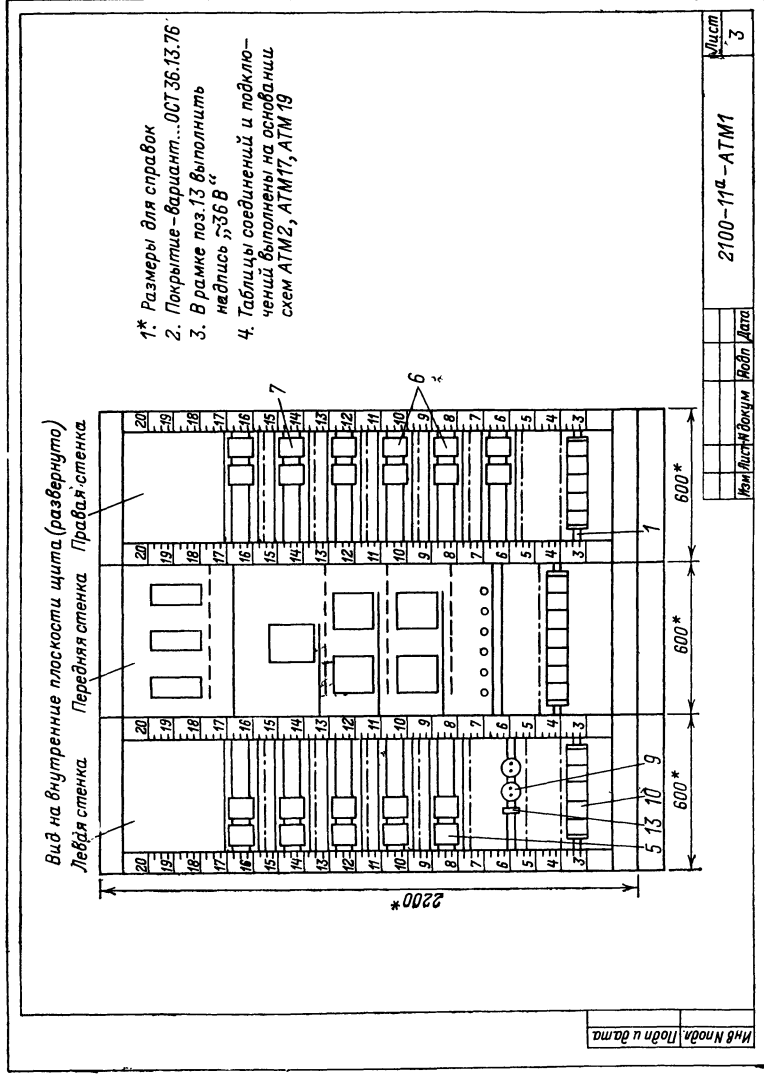


Рис. 1-4. Чертеж общего вида щита.



- 1.\* Размеры для справок
2. Покрытие - вариант...ОСТ 36.13.76
3. В рамке поз.13 выполнить надпись «36 В»
4. Таблицы соединений и подключений выполнены на основной схеме АТМ2, АТМ17, АТМ19

Сведения о проводе		Таблица 2		Примечание
Проводник	Откуда идет	Куда поступает	Данные о проводе	
A2	XТ1/1	Левая стенка	26В/1	
N	XТ1/6		26В/6	
A3	XТ1/2		27/1	
N	XТ1/7		27/6	
A4	XТ1/3		15/1	
N	XТ1/7		15/6	
A5	XТ1/4		28А/1	
N	XТ1/8		28А/6	
A6	XТ1/5		16А/1	
N	XТ1/8		16А/6	
203	XТ2/1		>ПВ1х1,5	
201	XТ2/2		S1/4	
201	XТ2/3		S2/2	
200	XТ2/3		S1/3	
204	XТ2/4		S2/1	
205	XТ2/5		S3/4	
206	XТ2/5		S4/2	
207	XТ2/6		S3/3	
215	XТ2/7		S4/1	
			S5/4	
Имя Исполнителя Подп. Дата				Лист
2100-11 <sup>а</sup> -АТМ1				5

Таблица 3		Продолжение таблицы 3		Продолжение таблицы 3	
Проводник	Конт. таблица	Проводник	Конт. таблица	Проводник	Конт. таблица
Правая стенка					
	П1				
1П-4-А1	1				
1П-4-В1	2				
1П-4-С1	3				
1П-5-А1	4				
1П-5-В1	5				
1П-6-С1	6				
1П-7-А1	7				
	П2				
2П-8-А1	1				
2П-8-В1	2				
2П-8-С1	3				
2П-9-А1	4				
2П-9-В1	5				
2П-9-С1	6				
2П-10-А1	7				
	П3				
3П-10-А1	1				
3П-10-В1	2				
3П-10-С1	3				
3П-11-А1	4				
3П-11-В1	5				
3П-11-С1	6				
3П-12-А1	7				
3П-12-В1	8				
3П-12-С1	9				
Имя Исполнителя Подп. Дата					
2100-11 <sup>а</sup> -АТМ1					
Лист 6					

Рис. 1-5. Чертеж общего вида щита.

Изображение фронтальной плоскости щита обычно выполняют на листе формата 12 и проставляют размеры, координирующие установку приборов и средств автоматизации. Для приборов и аппаратуры указывают обозначение установочного чертежа. В качестве установочных чертежей должны применяться типовые монтажные чертежи, а при их отсутствии в проекте должен быть разработан чертеж установки.

Вид на внутренние плоскости щита изображают на листе не более формата 14. Над изображением щита помещают заголовок «Вид на внутренние плоскости (развернуто)», изображают развернутыми в плоскости чертежа боковые стенки, поворотные рамы, находящиеся в разных плоскостях. Для пультов вид на внутренние стенки дается по стрелкам. Допускается смещать изображения составных частей щитов (пультов). При этом у соответствующего изображения помещают надпись по типу «Поворотная рама секции 1 смещена». На чертежах общих видов двух-трехсекционных щитов раму секции 1 (1 и 2) изображают всегда смещенной.

На передних и боковых стенках, поворотных рамах показывают установленные на них приборы, аппараты, блоки зажимов, рейки для установки приборов, дециметровые шкалы, потоки электрических и трубных проводок.

Вертикальные жгуты, прокладываемые в стойках щитов, не показывают.

Дециметровые шкалы наносят на стойки условно, и они служат для координации аппаратуры по вертикали.

Для всех приборов и аппаратов указывают позиционные обозначения, которые наносят на изображение прибора. В качестве позиционного обозначения принимают:

для приборов — позиции по заказной спецификации;

для электроаппаратуры — позиционные обозначения по принципиальным электрическим схемам;

для блоков зажимов — обозначение ХТ и порядковый номер, присвоенный блоку на данном чертеже.

Аппаратура, устанавливаемая внутри щита, не координируется.

Технические требования в общем случае должны содержать следующий текст:

1. Размеры для справок.

2. Покрытие-вариант . . . . . ОСТ 36.13-76.

3. Таблицы соединений и подключений выполнены на основании схем. . . . .

Таблица надписей на табло и в рамках выполняется на листе формата 12 и имеет заголовок «Надписи на табло и в рамках».

Каждой надписи на чертеже присваивают номер, начиная с единицы, и указывают его внутри контура табло или рамки. Присваивают номера, как правило, слева направо, сверху вниз, вначале надписям на табло, а затем — в рамках.

В таблицу вначале включают надписи на табло, затем — в рамках. При заполнении таблицы надписей в графе «Надпись» в виде заголовка указывают наименование и тип табло или рамки и подчеркивают. Затем в этой же графе против соответствующих номеров надписей записывают текст надписи. Надписям, имеющим одинаковый текст, присваивают одинаковые номера. В этом случае в графе «Количество» указывают количество одинаковых надписей.

Таблицы соединения и подключения проводок выполняют на листах формата 11.

Таблица «Соединения проводок» является обязательной. Таблицу «Подключения проводок» допускается не разрабатывать при незначительных потоках электрических и трубных проводок, например при установке на щите только вторичных приборов.

Таблицы для монтажа электрических и трубных проводок для каждой секции двух- или трехсекционного щита выполняются с нового листа и запись в таблице начинают с заголовка «Секция. . .».

При заполнении таблиц «Соединения проводок» необходимо соблюдать следующие правила:

вначале записывают электрические проводки, а затем, начиная с нового листа, трубные;

проводки записывают в таблицы, как правило, начиная с проводок, прокладываемых по передней стенке, затем проводки, прокладываемые последовательно по левой и правой боковым стенкам, запись в таблице начинают с заголовков «Передняя стенка», «Левая стенка», «Правая стенка»;

для каждой плоскости проводки записывают в порядке, соответствующем расположению приборов и аппаратуры на виде с внутренней стороны щита слева направо, сверху вниз, при этом первыми записывают проводки общих цепей (например, в схемах питания и сигнализации — фазные и нулевые проводки и т. п.), затем остальные проводки, кроме перемычек, выполняемых непосредственно на аппаратах, далее проводники, используемые для заземления приборов, аппаратов и реек, на которых устанавливается внутрищитовая аппаратура, и последними записывают перемычки на аппаратах;

для боковых стенок после проводок, указанных выше, записывают проводки, идущие на переднюю стенку; для правой стенки последними записывают проводки, идущие на левую стенку;

при наличии в щите поворотной рамы проводки на ней записывают под заголовком «Поворотная рама». После проводок, указанных выше, записывают проводки, которые собираются в гибкий жгут (жгуты), подключаемый к сборкам коммутационных зажимов щита; перемычки между секциями записывают с нового листа под заголовком «Перемычки между секциями».

Порядок заполнения граф таблицы «Соединения проводок» следующий:

в графе «Проводник» указывают маркировку проводки по принципиальной электрической схеме или схеме внешних электрических и трубных проводок;

в графах «Откуда идет» и «Куда поступает» указывают адреса (направления) прокладки проводки. Адрес указывают в виде дроби, в числителе которой приводят позиционное обозначение прибора или аппарата, а в знаменателе — номер контакта прибора или аппарата. Например, РП4/5, П7/4. Для общих цепей допускается не заполнять графу «Откуда идет» (кроме первого адреса);

в графе «Данные провода» указывают марку провода, сечение.

Номера контактов приборов и аппаратов проставляют в соответствии с технической документацией завода-изготовителя. При отсутствии у аппарата заводской нумерации контактов им присваивают условную маркировку, которую поясняют развернутой внутренней схемой. Эту схему размещают на листе с изображением вида на внутренние плоскости или на последующих за ним листах.

Порядок заполнения граф таблицы «Подключения проводок» следующий:

проводки записывают в порядке, соответствующем расположе-

нию приборов и аппаратуры на виде с внутренней стороны слева направо, сверху вниз;

в графе «Контакт» для каждого прибора или аппарата в виде заголовка указывают его позиционное обозначение и подчеркивают, а под заголовком перечисляют номера контактов обозначенного прибора или аппарата;

в графе «Проводник» против соответствующих номеров контактов прибора или аппарата указывают номера проводок, подключаемых к данному контакту.

Перечень составных частей щита составляется на отдельных листах формата И1.

Перечень, как правило, содержит разделы:

детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы.

В раздел «Детали» включают нетиповые детали для установки приборов и аппаратуры внутри щитов.

В раздел «Стандартные изделия» включают:

а) рейки для крепления приборов и аппаратуры;

б) щитовые конструкции; при этом графа «Обозначение» не заполняется, а в графе «Наименование» указывается условное наименование щитовых конструкций (шкафа, панели, пульта);

в) другие стандартные изделия (приборы, электроаппаратура и т. п.), изготавливаемые по ТУ.

В раздел «Прочие изделия» включают приборы, аппаратуру и монтажные изделия, изготавливаемые по ГОСТ, ОСТ и ТК, следующими группами:

приборы и средства автоматизации — в порядке включения их в заказные спецификации (по возрастанию номеров позиций);

электроаппаратуру по следующим функциональным группам: аппаратура управления (ключи, переключатели, кнопки), сигнальная арматура, реле, аппаратура питания (трансформаторы, выпрямители, автоматы, выключатели, предохранители);

монтажные изделия: изделия для электромонтажа (щитки питания, блоки зажимов, перемычки), рамки для надписей.

При заполнении графы «Наименование» приборы и средства автоматизации записывают упрощенно, без указаний технических характеристик (градуировок, пределов измерений и т. п.). Для всех приборов, электроаппаратуры, располагаемых внутри щитов, в графе «Примечание», указывается обозначение установочного чертежа.

В раздел «Материалы» включают: электрические провода, трубы.

На первом листе перечня составных частей щита, являющемся первым листом чертежа, располагают основную надпись по СН 460-74, форма 1а. На последующих листах чертежа основную надпись принимают по ГОСТ 2.104-68, форма 2а. Дополнительные графы во всех случаях выполняют по СН 460-74 (раздел 1).

При разработке листов чертежа разными исполнителями допускается помещать основную надпись по СН 460-74 (форма 1а) на следующих листах: на виде спереди, на виде с внутренней стороны, на первом листе таблицы «Соединения проводок». При этом графы 1, 4, 8, 9, 34 и 35 не заполняют.

### Установка аппаратов и приборов на фасадах щитов и пультов

Человек-оператор обладает рядом качеств, которые делают его участие весьма целесообразным при решении многих задач управления котельной установкой. К таким качествам человека следует отнести его гибкость мышления и инициативность. По этой при-

чине ему целесообразно поручать надзор за работой систем автоматизации, давая возможность вмешиваться в работу систем только в случае отказов или таких ситуаций, которые не предусмотрены программой их работы.

Следует иметь в виду, что весьма маловероятно, чтобы оператор, принимающий на себя управление процессом только в непредвиденных ситуациях и при возникновении отказов, т. е. сравнительно редко, будет все время следить за ходом процесса (это делают системы автоматизации). По этой причине все нарушения нормального течения технологического процесса ему придется оценивать «с ходу». На это потребуется некоторое время, и успех принимаемых оператором мер будет в значительной степени зависеть от характера представляемой ему информации о состоянии и тенденции процесса и ее полноты. Исходя из вышеизложенного следует признать, что при любой степени автоматизации задача компоновки щитов (пультов) является весьма ответственной.

Проектирование щитов и пультов управления является одним из этапов проектирования систем автоматизации, при котором производятся дальнейшая детализация и конструктивное оформление идей, изложенных в ранее выполненных документах проекта. Одновременно принимается решение о рабочей позе оператора: оператор перемещается вдоль фронта щита (пульта) управления или сидит за пультом. В задачу проектирования щита входят:

выявление размеров и потребного количества панелей щитов и пультов, необходимых для размещения аппаратуры, предусмотренной функциональными схемами автоматического регулирования и контроля и принципиальными электрическими схемами регулирования, защиты, технологической и аварийной сигнализации;

компоновка щитов и пультов, т. е. рациональное, удобное, эффективное и безопасное размещение аппаратуры на щитах и пультах и в случае необходимости замена некоторых аппаратов на более приемлемые для оператора;

компоновка пунктов управления, т. е. размещение щитов и пультов управления относительно оператора и друг друга наиболее удобным для оператора и эксплуатационного персонала образом.

При компоновке щитов и пультов необходимо учитывать следующие основные принципы размещения:

принцип функциональный, при котором приборы и аппараты, относящиеся к тому или иному технологическому оборудованию, должны размещаться в одной зоне щита (пульта), т. е. функциональной группой;

принцип ответственности, вследствие которого наиболее удобные (видимые, доступные) зоны щита (пульта) используются для размещения наиболее ответственных приборов и аппаратов;

принцип оптимального размещения, в силу которого приборы и аппараты размещаются в зависимости от удобства пользования, точности измерения или величин усилия, прикладываемых, например, к органам управления, оператором;

принцип последовательности использования — размещение приборов и аппаратов в порядке их использования оператором в процессе работы;

принцип частоты использования, т. е. размещение часто используемых приборов и аппаратов в наиболее удобных зонах щитов и пультов.

Очевидно, что при разработке компоновок щитов (пультов) некоторые из вышеперечисленных принципов взаимно несовместимы. Например, размещение приборов и аппаратов функциональными группами противоречит принципу ответственности или принципу последовательности, так как оператору может потребоваться совместно использовать аппараты из разных функциональных групп. Размещение приборов и аппаратов по принципу частоты использования часто противоречит принципу оптимального размещения, поскольку занимает неудобные для работы оператора зоны щита (пульта).

Поскольку совместное равноправное применение всех изложенных принципов практически невозможно, при компоновке щитов (пультов) отдают предпочтение некоторым из них, однако не ценой полного игнорирования остальных принципов.

При компоновке щитов (пультов) также необходимо учитывать требования эстетики. Щит должен быть скомпонован красиво, однако не за счет нарушения основных принципов размещения. Необходимо особо отметить, что компоновка щита (пульта) может быть хорошей только в том случае, когда щит скомпонован на основании работоспособных функциональных и принципиальных схем. Щит (пульт) не может быть лучше систем автоматизации, частью которых он является. Хорошая компоновка щита (пульта) улучшает работоспособную систему автоматизации и бесполезна для плохой системы.

Недостаточная надежность средств автоматизации, их высокая стоимость делают в настоящее время нецелесообразной полную автоматизацию котельных. Следствием этого являются необходимость участия человека-оператора в управлении котельными установками, координирование им работы котлоагрегатов и котельно-вспомогательного оборудования. По мере увеличения мощности котельных установок растет их оснащенность средствами автоматизации. Рост количества приборов и аппаратов на щитах и пультах вызывает увеличение протяженности щитов (пультов) и как следствие этого ухудшение условий труда операторов из-за потери обзорности аппаратуры контроля и управления. Из-за чрезмерной протяженности щитов и пультов затрудняется поиск оператором необходимых ему приборов и аппаратов. Из сказанного очевидна задача уменьшения протяженности щитов (пультов) управления путем представления оператору информации о состоянии и тенденциях процесса в наиболее компактной и понятной форме.

Сокращение протяженности щитов (пультов) управления применением малогабаритных приборов полностью не решает поставленной задачи. Более целесообразным методом снижения нагрузки оператора является передача некоторых предвидимых функций контроля и управления от оператора устройствам автоматики. К таким функциям относятся, например, пуск и останов котлоагрегата, включение резервного насоса при аварийной остановке работающего и др. Автоматизация этих функций исключила необходимость в щитовой аппаратуре, ранее использовавшейся оператором для неавтоматического выполнения названных операций, что позволило существенно сократить размеры щитов и, главное, количество приборов и аппаратов в оперативной зоне щита (пульта).

Большая часть средств автоматизации этих систем не представляет интереса для оператора и устанавливается вне рабочей зоны щита (пульта).

Компоновка аппаратуры и приборов на фасаде щитов в значительной мере определяется наличием или отсутствием пультов. В случае применения пультов на фасаде щита располагают только показывающие и самопишущие приборы, регуляторы, светосигнальную аппаратуру. На пультах в этом случае размещают аппаратуру дистанционного управления исполнительными механизмами регуляторов, запорными органами с электроприводами; указатели положения исполнительных механизмов регуляторов; переключатели блокировок и аппараты управления электроприводами силового оборудования котельной; ключи проверки и съема сигнализации и т. п.

Если пульты имеют вертикальную или наклонную приборную приставку, то часть оперативных контрольно-измерительных приборов и светосигнальной аппаратуры переносится со щита на пульты. Вид пульта — отдельно стоящий либо приставной — скажется лишь на компоновке аппаратуры и приборов на щите.

Если в проекте автоматизации пульты отсутствуют, то все перечисленные приборы и аппаратуру размещают на фасаде щита.

Приборы и аппаратуру на фасаде щитов рекомендуется устанавливать в пределах следующих расстояний по высоте от основания щита, мм:

Показывающие приборы и сигнальная арматура . . . . .	800—2100
Самопишущие приборы:	
на щитах без приставных пультов . . . . .	900—1600
на щитах с приставными пультами . . . . .	1100—1600
на щитах неоперативных . . . . .	700—2000
Аппаратура управления и контроля (переключатели, ключи, кнопки управления) . . . . .	900—1500

Выбор расстояний между приборами и аппаратурой, располагаемыми на фасадах щитов (пультов) для свободного открывания крышек приборов, исключающих взаимное повреждение приборов, обеспечивающих прокладку и присоединение электрических и трубных проводок, а также свободный доступ к приборам и аппаратам рекомендуется производить с учетом табл. 1-1 и 1-2.

По табл. 1-1 определять принадлежность приборов (средств автоматизации), между которыми необходимо определить расстояния, к той или иной группе.

Рекомендуемые минимальные размеры от края щита (приставки пульта) до оси крайнего прибора приведены в табл. 1-1, графа 4. Для плоских панельных щитов эти размеры могут быть уменьшены на 10 мм.

При расчете расстояния от левого края наклонной части пульта до оси крайнего прибора к размеру из табл. 1-1 прибавляют  $B_1$ , от правого края —  $B_2$ , от переднего —  $H_1$  и от заднего —  $H_2$ .

Определение размеров между фланцами (корпусами) соседних приборов производят по табл. 1-2.

В табл. 1-2 в середине каждой клетки условно полужирной цифрой изображены приборы с номером той группы, от которой производится отсчет, а с четырех сторон указаны рекомендуемые размеры до приборов, расположенных соответственно справа, слева, сверху и снизу. Отсчет ведется от прибора с меньшим номером группы до прибора с большим номером группы.

Например, при установке на щите приборов 5-й и 2-й групп отсчет производится от прибора 2-й группы до прибора 5-й группы.

## Приборы и средства автоматизации, устанавливаемые на фасадах щитов и пультов

Наименование прибора	Тип	Группа	Размеры от края щита до оси прибора, мм	Размеры прибора по фланцу, мм			Размеры монтажной зоны, мм		
				В	Н	Н <sub>1</sub>	В <sub>1</sub>	Н <sub>1</sub>	Н <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Переключатель	ПЛ-6	2	100	15	28	15	15	28	28
Переключатели многопочечные	ПМТ с прямым штепсельным разъемом	4	150	55	55	55	55	55	55
Манометры	МОШ-100 ОБМ1-160 МОШ-160	3	130	52	52	52	52	52	52
		12	160	95	95	95	95	95	95
		3	160	85	85	85	85	85	85
Тягомер	ТММП-52	14	240	141	60	145	145	60	60
Напормер	НМП-52	14	240	141	60	145	145	60	60
Тягонапормер	ТНМП-52	14	240	141	60	145	145	60	60
Краны-переключатели	КП-3 КП-6	15	200	65	65	110	110	110	110

## Продолжение табл. 1-1

Наименование прибора	Тип	Группа	Размеры от края щита до оси прибора, мм	Размеры прибора по фланцу, мм			Размеры монтажной зоны, мм		
				В	Н	Н <sub>1</sub>	В <sub>1</sub>	Н <sub>1</sub>	Н <sub>2</sub>
Универсальный сельсинный прибор	УСП-1М УСП-2М	3	130	49	125	50	50	125	125
Преобразователь рН-метра	рН-261	18	220	115	115	140	140	200	115
		14	180	100	50	110	110	50	50
Логометр	Л-64	14	180	100	50	100	100	50	50
Милливольтметр	М-64	7	180	80	100	110	110	100	100
		7	220	120	160	140	140	160	160
		7	240	160	160	170	200	160	160
		8	300	200	200	210	230	200	200
Потенциометры	КСП-1 КСП-2 КСП-3 КСП-4	7	180	80	100	110	110	100	100
		7	220	120	160	140	140	160	160
		7	240	160	160	170	200	160	160
		8	300	200	200	210	230	200	200
Приборы вторичные электрические	ВМД КСД-2 КСД-3	18	140	60	60	60	60	140	60
		7	220	120	160	140	140	160	160
		7	240	160	160	170	200	160	160

Наименование прибора	Тип	Группа	Размеры от края щита до оси прибора, мм	Размеры прибора по фланцу, мм		Размеры монтажной зоны, мм			
				В	Н	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	Н <sub>1</sub>	Н <sub>2</sub>
Прибор электронный регулирующий	РПИБ	4	150	88	150	90	130	150	150
	КПИ								
Прибор электронный корректирующий	Р25.1; Р25.2; Р25.3; К15.1; К15.2; К15.3; К16.1; К16.3; К26.1; К26.3	9	130	60	120	60	60	140	140
	СП-63								
Сумматор сигналов	СП-63								
Размножитель сигналов	РП-63	4	150	88	70	90	120	70	70
Переключатель	ПЛК-П								
	ПЛК-Т								
Дифференциатор ламповый	ДЛ-Т	4	150	88	70	90	120	70	70
	ДЛ-П								
Задатчик ручного управления	ЗУ11-1	3	110	30	18	30	30	18	18
	ЗУ11-5								

Наименование прибора	Тип	Группа	Размеры от края щита до оси прибора, мм	Размеры прибора по фланцу, мм		Размеры монтажной зоны, мм			
				В	Н	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	Н <sub>1</sub>	Н <sub>2</sub>
Блок управления	БУ21	3	110	30	30	30	30	30	30
	ИПУ	2	110	30	30	30	30	30	30
Указатель положения	М.4202.6	2	100	30	30	30	30	30	30
	ЗЗУ-1 ЗЗУ-3 ЗЗУ-4 ЗЗУ-6 ЗЗУ-7	6	150	90	68	90	120	70	70
Амперметры	Э-371	3	160	80	80	80	90	80	80
	Э-376								
Кнопки управления	КЕ-011					35	35		
	КЕ-012					40	40		
	КЕ-021	4	120	20	21	35	35	25	25
	КЕ-022					40	40		
	КЕ-031					35	35		
	КЕ-032					40	40		

Наименование прибора	Тип	Группа	Размеры от края шлица до оси прибора, мм	Размеры прибора по фланцу, мм		Размеры монтажной зоны, мм			
				В	Н	В <sub>1</sub>	Н <sub>1</sub>	Н <sub>2</sub>	
									В <sub>2</sub>
Переключатели ППМ	I величина I исполнение	15	120	30	30	50	50	50	50
	II величина I исполнение	15	130	45	45	65	65	65	65
	V величина I исполнение	15	170	70	65	110	110	110	110
	УП-5300 с числом секций до 10	15	140	34	36	70	70	70	70
	УП-5300 с числом секций 10, 12, 16	16	140	34	36	70	70	70	70
Переключатели	ПМО	15	130	36	36	75	75	75	75
Переключатель типа „Тумблер“	ТПП-2	3	90	8	8	15	15	10	10
Выключатели ПВМ	I величина II исполнение	15	120	30	30	50	50	50	50
	III величина I исполнение	15	130	45	45	65	65	65	65
	V величина I исполнение	15	170	70	65	110	110	110	110
	A63-1M	2	80	14	70	14	14	80	80

Наименование прибора	Тип	Группа	Размеры от края шлица до оси прибора, мм	Размеры прибора по фланцу, мм		Размеры монтажной зоны, мм			
				В	Н	В <sub>1</sub>	Н <sub>1</sub>	Н <sub>2</sub>	
									В <sub>2</sub>
Выключатели типа „Тумблер“	ТВ1 ТВ2-1	3 3	80 80	10 8	10 18	25 10	15 20	15 20	
	АС-0	3	80	15	15	15	15	15	
	АСК-0	3	80	15	15	15	15	15	
	АС-220	3	100	19	19	25	25	25	
	АСКМ	3	80	7	7	10	10	10	
	АСКМ-1	3	80	32	8,5	32	32	8,5	
	АСКМ-2	3	90	32	8,5	32	32	8,5	
	АСКМ-3	3	80	20	8,5	20	20	8,5	
	АСКМ-4	3	90	20	8,5	20	20	8,5	
	ЛС-53	3	100	19	34*	20	20	55	
					19				
	Табло световое	ТСМ ТСБ	1 1	110 130	28 55	23 23	28 55	23 23	23 23
	Сигнальное устройство	ЭС41	1	120	45	49	45	49	49

\* В числителе — размер от левого края, в знаменателе — от правого.

Рекомендуемые расстояния между фланцами (корпусами) приборов

средств автоматизации на фасадах щитов и пультов, мм

Группы приборов, от которых ведется отсчет	Группы приборов, до								которых ведется отсчет										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	0 0 1 0 0	30 1 30 30	30 1 30 30	30 1 30 1 30	—	30 1 30 30	40 1 40 40	40 1 40 40	40 1 40 40	40 1 40 40	100 1 40 40	—	130 1 40 40	—	30 1 30 30	60 1 60 60	130 1 30 30	—	80 1 40 40
2	—	30 2 0 30	30 2 30 30	40 2 40 40	—	40 2 40 40	50 2 50 50	50 2 50 50	40 2 40 40	100 2 40 40	—	130 2 40 40	—	40 2 40 40	60 2 60 60	130 2 40 40	—	80 2 50 50	
3	—	—	30 3 26 30	30 3 30 30	—	40 3 40 40	40 3 40 40	50 3 50 50	40 3 40 40	100 3 40 40	—	130 3 40 40	—	40 3 40 40	50 3 50 50	130 3 40 40	—	80 3 50 50	
4	—	—	—	40 4 40 40	—	40 4 40 40	50 4 50 40	50 4 50 40	40 4 40 40	100 4 40 40	—	130 4 40 40	—	40 4 40 40	60 4 60 60	130 4 40 40	—	80 4 50 50	
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6	—	—	—	—	—	40 6 60 40	50 6 70 50	60 6 70 60	60 6 60 60	100 6 60 60	—	130 6 60 60	—	40 6 40 40	60 6 60 60	130 6 50 50	—	100 6 60 60	
7	—	—	—	—	—	—	50 7 70 50	50 7 70 50	70 7 70 70	100 7 60 60	—	130 7 60 60	—	40 7 60 40	70 7 70 70	130 7 40 40	—	80 7 60 60	
8	—	—	—	—	—	—	70 8 70 70	70 8 70 70	50 8 50 50	100 8 50 50	—	130 8 50 50	—	40 8 60 40	70 8 70 70	130 8 60 60	—	80 8 70 50	
9	—	—	—	—	—	—	—	—	40 9 40 60	120 9 40 40	—	130 9 40 40	—	40 9 40 50	80 9 60 80	130 9 40 50	—	100 9 50 60	
10	—	—	—	—	—	—	—	—	40 10 40 100	100 10 40 100	—	130 10 40 100	—	40 10 40 100	60 10 60 150	130 10 40 100	—	80 10 50 100	
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130 12 40 130	—	40 12 40 130	60 12 60 160	130 12 40 130	—	80 12 60 130	
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 14 40 0	60 14 60 60	130 14 40 40	—	100 14 60 60	
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60 15 60 60	180 15 50 50	—	180 15 80 60		
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130 16 60 130	—	100 16 80 130	
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80 18 70 80	

Затем определяют расстояния между осями приборов (средств автоматизации):

между вертикальными осями — к размеру, найденному по табл. 1-2, соответственно справа или слева следует прибавить сумму размеров  $B$  сочетаемых приборов по табл. 1-1 (графа 5);

между горизонтальными осями — к размеру, найденному по табл. 1-2, соответственно сверху или снизу следует прибавить сумму размеров  $H$  сочетаемых приборов по табл. 1-1 (графа 6).

При расчете расстояния от переднего края пульта следует учитывать глубину (длину) устанавливаемого прибора и глубину пульта в месте установки прибора. Так же рассчитывают расстояния от края малогабаритных щитов до оси крайних приборов.

При расстановке круглых приборов в шахматном порядке расстояния между горизонтальными осями следует принимать равным 0,8 расстояния между вертикальными осями, определенного по табл. 1-1 и 1-2.

Рамки для надписей (шильдiki) следует устанавливать на расстоянии 15—20 мм от фланца прибора.

При расчете места для пакетов (жгутов) проводов или труб диаметр провода по изоляции принимается равным 3,4 мм, а диаметр труб — по фактическому размеру.

Для электропроводок щитов и пультов применяются изолированные медные провода.

Минимально допустимые сечения: в цепях напряжением до 60 В — 0,2 мм<sup>2</sup>; в цепях напряжением свыше 60 В — не менее 1 мм<sup>2</sup>.

Перемычки между отдельными панелями многосекционных щитов (пультов) рекомендуется выполнять медными изолированными проводами (кабелями).

Электропроводки щитов и пультов должны выполняться проводами с полихлорвиниловой изоляцией, лакированной оплеткой и т. п. Запрещается применение проводов с горючей изоляцией из полиэтилена.

В случаях указаний заводов-изготовителей приборов и средств автоматизации о применении специальных проводников (экранированных, например, для запально-защитного устройства типа ЗЗУ) должны применяться указанные марки проводов (кабелей).

Для электропроводок к аппаратам и приборам, установленным на подвижных элементах щитов (пультов) — дверях, поворотных рамах и т. п., необходимо применять гибкие медные провода.

Не допускается объединение в общие пакеты цепей питания, управления и т. п. с измерительными цепями приборов и аппаратов, в которых величины помех, возникающие из-за влияния цепей другого назначения, превосходят допустимые значения. Прокладка таких цепей должна производиться в соответствии с указаниями заводов-изготовителей приборов и средств автоматизации. В случае отсутствия особых указаний такие цепи должны прокладываться по щиту (пульту) отдельно.

Соединения аппаратов и приборов, принадлежащих одной системе управления, измерения или сигнализации, между собой в пределах одной панели щита (пульта) должны выполняться без промежуточных выводов.

Внешние электрические проводки, выполненные кабелями или проводами, должны присоединяться к аппаратам и приборам, установленным на щитах и пультах, через сборки выводов.

Проводники питающих линий системы электропитания, компенсационные провода, специальные провода, поставляемые комплектно с аппаратурой, присоединяются к приборам и аппаратам, минуя сборки выводов.

Сборки выводов либо выводы в пределах одной сборки рекомендуются группировать по следующим признакам:

по агрегатам, установкам и т. п.;

по системам управления, регулирования, измерения, сигнализации и т. п.;

по напряжению коммутируемых цепей, при этом следует выделять в отдельные группы выводы цепей измерения; зажимы постоянного и переменного тока; выводы стационарно-прокладываемых на щитах (пультах) цепей питания электрифицированного инструмента и переносного освещения напряжением до 36 В.

Группы выводов должны разделяться между собой маркировочной колодкой либо свободным выводом.

Под один винт коммутационного зажима подсоединяют один провод или одну жилу кабеля. Допускается производить присоединение двух медных жил под один винт вывода. Подсоединение двух алюминиевых жил под один винт не допускается.

Выводы коммутационные предназначены для соединения проводов сечением до 4 мм<sup>2</sup>.

#### Установка аппаратов и приборов на внутренних стенках щитов и пультов

Аппаратура и приборы, располагаемые как на лицевой стороне, так и на внутренних стенках щитов и пультов, должны устанавливаться таким образом, чтобы была обеспечена безопасность обслуживания, а возникающие в процессе работы отдельных аппаратов искры или электрические дуги не могли воспламенить (повредить) окружающие предметы или вызвать короткое замыкание.

Шафные щиты с задней дверью, с передней и задней дверью, а также с боковой дверью без внутреннего прохода, у которых глубина или расстояние от двери до противоположной стенки не превышает 600 мм, относятся к щитам, обслуживаемым извне. В этих щитах аппараты и приборы с открытыми токоведущими частями могут устанавливаться на любых внутренних стенках.

Не допускается устанавливать аппараты и приборы с открытыми токоведущими частями на дверях щитов с углом открытия дверей 90—110°; при необходимости для этого допускается использовать щиты с углом открытия дверей 170°.

При установке аппаратуры и приборов в шкафных щитах с внутренним проходом должны соблюдаться следующие требования:

а) расстояние в свету между аппаратами и приборами (без открытых токоведущих элементов на наиболее выступающих частях), расположенными на противоположных стенках щита, или расстояние от этих приборов, установленных на одной стенке щита, до свободной противоположной стенки должно быть не менее 800 мм; допускается уменьшение этого расстояния в отдельных местах до 600 мм;

б) расстояние от наиболее выступающих открытых токоведущих частей аппаратов и приборов, расположенных на одной стенке щита, до свободной противоположной стенки или до аппаратов и при-

боров (без открытых токоведущих элементов на наиболее выступающих частях), установленных на этой противоположной стенке, должно быть не менее 1000 мм при длине щита до 7 м и 1200 мм при длине щита более 7 м;

в) расстояние от наиболее выступающих открытых токоведущих частей аппаратов и приборов, расположенных на противоположных стенках щита, должно быть не менее 1500 мм;

г) при невозможности выдержать указанные выше расстояния должны предусматриваться меры по ограждению открытых токоведущих частей аппаратов и приборов. При этом расстояния между противоположно установленными ограждениями или между ограждениями и аппаратами и приборами (без открытых токоведущих элементов на наиболее выступающих частях), расположенными на противоположной ограждению стенке щита, должны удовлетворять требованиям п. «а». В качестве ограждений могут использоваться сетки с размером ячеек не более 25×25 мм, а также сплошные ограждения. Расстояния от открытых токоведущих частей до ограждений должны быть не менее: 1000 мм—при сетках и 50 мм—при сплошных ограждениях.

Вышеперечисленные требования должны выполняться и в случае применения шкафных щитов с боковой дверью без внутреннего прохода, у которых расстояние от дверей до противоположной стенки превышает 800 мм. Эти же щиты с расстоянием от двери до противоположной стенки, равным 800 мм, и щиты с задней дверью глубиной 800 мм применять для установки электрических аппаратов и приборов с открытыми токоведущими частями не рекомендуется. Во всех случаях для установки электрических аппаратов и приборов следует стремиться использовать щиты с задней дверью и щиты с задней и передней дверями глубиной 600 мм.

В щитах шкафных малогабаритных с передней (задней) дверью электрические аппараты и приборы разрешается устанавливать на всех внутренних стенках щита, включая дверь.

На открытых щитах аппараты и приборы с открытыми токоведущими частями допускается устанавливать на всех внутренних стенках панели, если глубина щита не превышает 600 мм.

В пультах для размещения аппаратов и приборов должна, как правило, использоваться только рабочая (верхняя) поверхность пульта и передняя стенка приборной приставки. На внутренних стенках пульта рекомендуется устанавливать только сборки выводов. При необходимости сборки выводов могут устанавливаться на специально монтируемых в пультах конструкциях. Во всех случаях следует стремиться сборки выводов располагать на одной стенке (конструкции).

Аппараты и приборы (или блоки) внутри щитов и пультов рекомендуется группировать по принадлежности к системам измерения, управления, сигнализации и т. п., а внутри этих групп — по роду тока, величине напряжения, типу аппаратуры.

Аппаратура систем электропитания — выключатели, предохранители, автоматы — следует компоновать группами по роду тока и величине напряжения.

При установке аппаратов и приборов в щитах и пультах между открытыми токоведущими элементами разных фаз (полярности), а также между элементами и не изолированными металлическими частями должны быть обеспечены расстояния не менее: 20 мм — по поверхности изоляции и 12 мм — по воздуху.

Аппараты и приборы, устанавливаемые внутри щитов, рекомендуется размещать на следующих расстояниях от основания щита, мм:

Трансформаторы и источники питания малой мощности	1700—2000
Панели с выключателями, предохранителями, автоматами	700—1700
Реле	600—1900
Сборки зажимов при горизонтальном расположении (с учетом разделки кабеля)	350—800
При установке двух и более горизонтальных сборок расстояние между ними должно быть	Не менее 200
При установке рядов зажимов в пультах	Не менее 200
Сборки зажимов при вертикальном расположении (с учетом подвода кабеля снизу и сверху):	
нижний край сборки	350
верхний край сборки	1900
Стойки для крепления кабелей	150

Аппаратура, которая во включенном состоянии в нормальном режиме работы рассеивает значительное количество тепловой энергии (например, резисторы), должна, как правило, размещаться в верхней части щитов.

Аппараты с подвижными токоведущими частями (автоматы, реле и т. п.) должны устанавливаться таким образом, чтобы они не могли замкнуть цепь самопроизвольно под действием силы тяжести.

Подвижные токоведущие части аппаратов в отключенном состоянии не должны быть под напряжением.

#### Схемы внешних электрических и трубных проводок. (Схемы внешних соединений)

Схемы внешних соединений (рис. 1-6) являются сводными чертежами, на которых показываются электрические провода, кабели, импульсные, командные, питательные и продувочные трубопроводы, защитные трубы, металлорукава, прокладываемые вне щитов между отдельными регуляторами, приборами, средствами автоматизации и щитами проектируемой котельной.

Схемы внешних соединений выполняются без масштаба.

На схемах внешних соединений условными обозначениями в виде монтажных символов в соответствии с действующими стандартами и нормами показываются:

отборные устройства, устанавливаемые вне щитов приборы, регуляторы, магнитные пускатели, исполнительные механизмы, клапаны, заслонки, электроприводы, к которым подводятся кабели, провода или трубы, с указанием их номеров по спецификации;

щиты (пульта) управления, сигнализации и питания с указанием наименований и номеров чертежей общих видов;

соединительные и проходные коробки с указанием их номеров по спецификации;

внешитовые кабели и электрические провода с указанием их номеров, марок и длин, а также характеристик и длин защитных труб;

внешитовые импульсные, продувочные трубопроводы, трубопроводы питания и т. п. с указанием их марок, номеров, длин и типов запорной арматуры;

линии заземления щитов, приборов и аппаратуры;

Агрегат		Сетевая			
Измеряемая среда		Вода			
Измеряемый параметр	Температура	Давление	Расход	Давление	
Место установки прибора или отборного устройства	Трубопровод за подогревателем	Трубопровод в теплосеть		Напорный патрубок сетевого насоса	
№ МВН или установочного чертежа	Отборного устройства	01МВН	ТК4-3138-70	—	ТК4-3138-70
	Местного прибора	1544-63	ТК4-3137-70		
№ позиции по спецификации	С1	С2	С3	С5	С4

установка			
Уровень	Давление	Регулирование давления	
баки-аккумуляторы	Трубопровод из теплосети	У регулирующего клапана за подпиточными насосами	
	ТК4-3144-70	—	
	ТК4-3137-70	—	
С6	С7а	С7И	С7Л

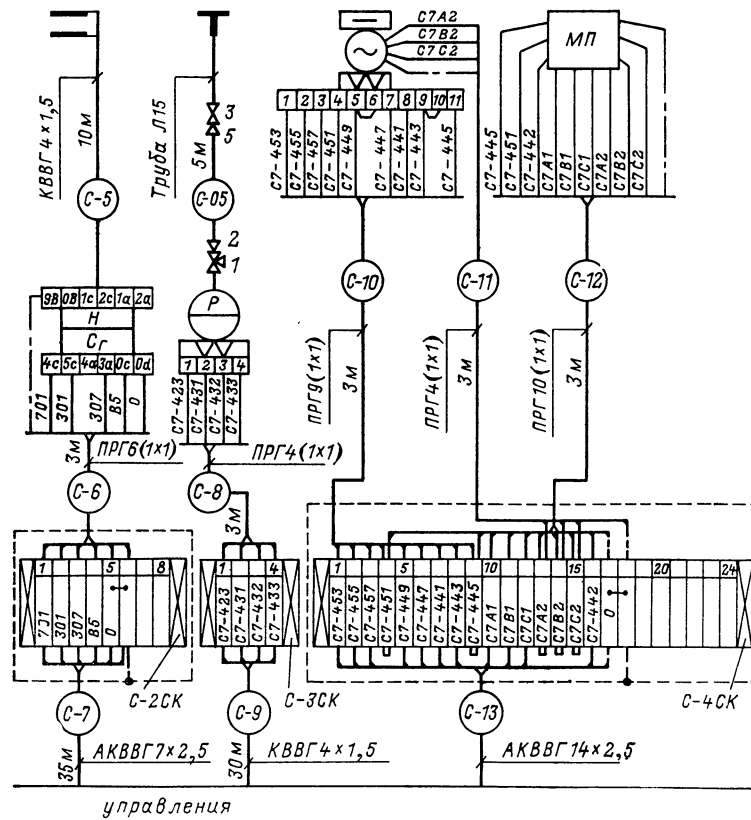
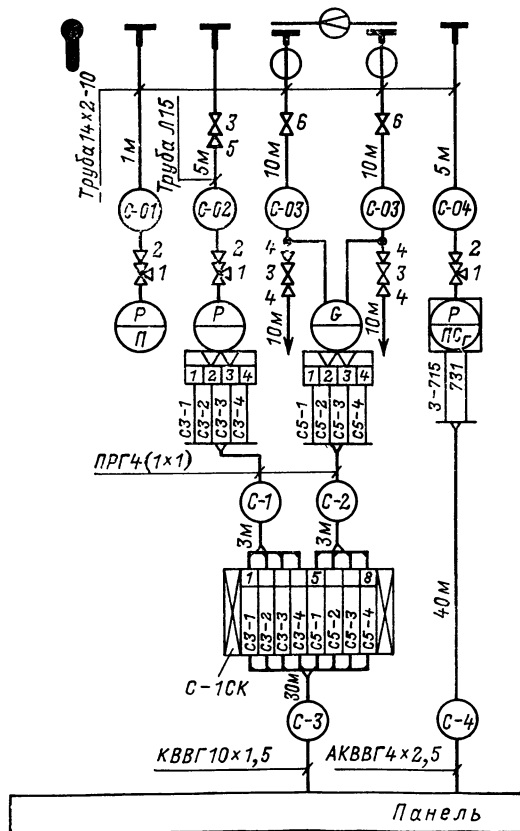


Рис. 1-6. Пример исполнения схемы внешних электрических

и трубных проводок (схемы внешних соединений).

№ п.п.	Наименование	Тип	Технические данные	Количество	Примечание
1	Кран контрольный трехходовой	14М1	dу3	4	Комплектно с диафрагмой
2	Соединитель свертной	НСВ14ХМ20	—	4	
3	Вентиль запорный муфтовый	15К18П	dу10	4	
4	Соединитель свертной	НСВ14ХТруб 1/2	—	4	
5	Соединитель свертной	НСВ15ХМ20	—	2	
6	Вентиль запорный	—	—	2	
7	Труба стальная бесшовная	ГОСТ 8734-58	14Х2—10	46 м	
8	Труба водогазопроводная	ГОСТ 3862-62	Л15	10 м	
9	Провод	ПРТ	1Х1	123 м	
10	Металлорукав	РЗ-АЛ-Х	d <sub>в</sub> 27	15 м	
11	Кабель контрольный с медными жилами	КВВГ	4Х1,5	40 м	
12	Кабель контрольный с медными жилами	КВВГ	10Х1,5	30 м	
13	Кабель контрольный с алюминиевыми жилами	АКВВГ	7Х2,5	35 м	
14	Кабель контрольный с алюминиевыми жилами	АКВВГ	14Х2,5	45 м	
15	Соединительная коробка	СК-4	На 4 зажима	1	
16	Соединительная коробка	СК-8	На 8 зажимов	2	
17	Соединительная коробка	СК-24	На 24 зажима	1	
18	Кабель контрольный с алюминиевыми жилами	АКВВГ	4Х2,5	40 м	

номера установочных чертежей отборных устройств, первичных приборов, чувствительных элементов, встраиваемых в технологическое оборудование и трубопроводы;  
наименование измеряемых сред;  
сводная спецификация проводов, кабелей, защитных и импульсных труб, запорной и монтажной арматуры, соединительных и проходных коробок.

**Планы расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок. (Чертежи трасс)**

На планах расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок показываются и координируются:

контуры здания или промплощадки, технологическое оборудование и основные технологические трубопроводы;

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

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

щиты (пульты) с указанием установочных чертежей; потоки электрических и трубных проводок, прокладываемые по каркасам котлов, по стенам, потолкам, колоннам и в полах здания, в каналах, траншеях и на эстакадах с указанием номеров чертежей креплений;

соединительные и проходные коробки, коробки свободных концов термопар;

проемы для прокладки электрических и трубных проводок через стены зданий, сооружений и междуэтажные перекрытия.

Чертежи должны выполняться на поэтажных планах с необходимыми разрезами и сечениями (рис. 1-7). На чертежах выполняются спецификации основных монтажных изделий для прокладки потоков электрических и трубных проводок (мосты, коробки, лотки и т. п.). На чертеже выполняют поясняющие надписи, например

Примечания: 1. Направление трассы условно принято от прибора к щиту.

2. Цифра в кружке соответствует номеру позиции по спецификации.

3. Цифра у кабеля или трубы соответствует маркировке по схеме внешних электрических и трубных проводок.

4. Схема внешних электрических и трубных проводок дана на листе А-15.

5. Планы расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок выполнены для котла № 4 и применимы для котла № 5 с заменой индекса 4к в марках кабелей и труб на 5к.

Для разработки чертежа трасс необходимы поэтажные планы котельной в масштабе 1:100 или 1:50 с упрощенным изображением на нем тепломеханического оборудования и трубопроводов и разрезами помещения котельной, необходимыми для показа выполнения электрических и трубных проводок (рис. 1-7).

Рядом с приборами и аппаратурой показывают номер его позиции по спецификации, а для электроаппаратуры, не имеющей номера позиции, его обозначение по электрической схеме.

Перечень монтажных изделий

№ п.п.	Наименование	Типовые конструкции	Единица измерения	Количество	Примечание
I	Переход труба — короб с втулкой . . . . .	8ТКЧ-3224-71 4ТКЧ-3225-71	шт.		
II	Заглушка . . . . .	ТКЧ-2956-69	•		
III	Короб горизонтальный усиленный ПГУ-150 . . . . .	ТКЧ-2957-69	•		
IV	Короб прямой вертикальный ПВ-150 . . . . .	ТКЧ-2907-69	•		
V	Тройник горизонтальный ТГ-150 . . . . .	ТКЧ-2932-69	•		
VI	Проход через стену ПС-150	ТКЧ-2949-69	•		
VII	Скоба однолапковая . . . . .	ТКЧ-241-67	•		
VIII	Угольник вертикальный с внутренней крышкой УВ-150-2 . . . . .	ТКЧ-2923-69	•		
IX	Угольник вертикальный с наружной крышкой УВ-150-1 . . . . .	ТКЧ-2918-69	•		

Ниже приводятся требования к электрическим и трубным проводкам, а также правила их прокладки и применяемые с этой целью оборудование и материалы.

Трубные проводки

Трубные проводки проектируют по кратчайшим расстояниям между соединяемыми приборами, параллельно стенам, перекрытиям и колоннам, в местах, доступных для монтажа и обслуживания, с минимальным количеством поворотов и пересечений, в местах без резких колебаний температуры окружающего воздуха, возможно дальше от технологических агрегатов и электрооборудования, а также от мест, где возможны сотрясения, вибрация или механические повреждения. Одиночные и групповые трубные проводки могут прокладываться по стенам, колоннам и прочим элементам зданий на конструкциях, а также на специально установленных или несущих технологические трубопроводы эстакадах.

Трубные проводки всех назначений, как правило, должны предусматриваться на расстоянии 25—30 мм от стен, колонн и т. п.

В особо сырых помещениях, помещениях с химически активной средой и на наружных установках конструкции для прокладки трубных проводок должны выполняться из стали толщиной не менее 2 мм.

Не следует предусматривать прокладку трубных проводок скрыто под штукатуркой, в заливаемых бетоном перекрытиях или непосредственно в земле; при необходимости подхода к приборам и прочему оборудованию по полу прокладка трубных проводок должна осуществляться в закрытых каналах.

Конструкции, несущие трубные проводки, разрешается закреплять непосредственно на железобетонных или стальных колоннах, балках и других конструкциях зданий и сооружений.

Не разрешается закрепление трубных проводок на внешней стороне щитов, корпусах приборов и средств автоматизации. Допускается закрепление трубных проводов на разбираемом технологическом оборудовании у отборных устройств.

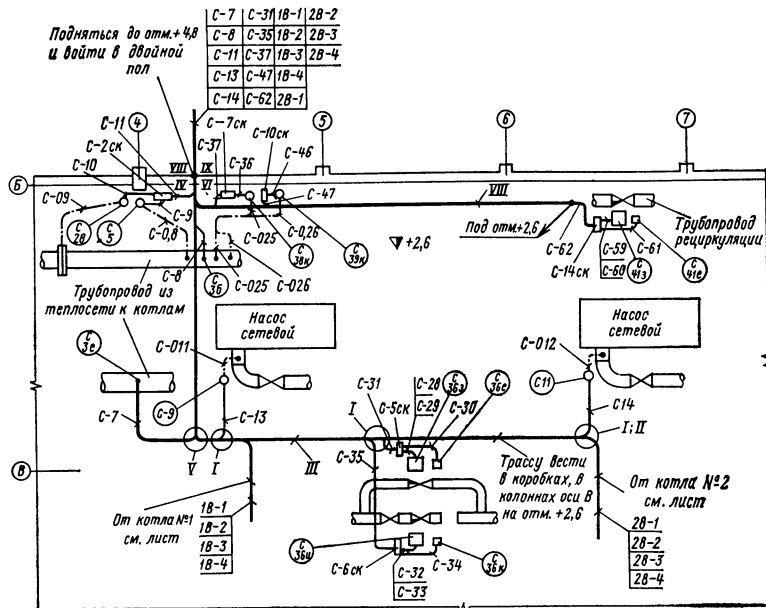


Рис. 1-7. Пример исполнения плана расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводок (чертеж трасс).

Условные обозначения

Обозначение	Наименование
— — — — —	Импульсная линия
—————	Кабельная линия
●	Отборное устройство давления, температуры
○	Местный прибор
□	Исполнительный механизм
□	Магнитный пускатель
□	Соединительная коробка
	Диафрагма
↙ ↘	Направление потока вниз, вверх

Общая ширина группы горизонтальных трубных проводок, закрепленных на одной конструкции, должна быть не более 600 мм при обслуживании с одной стороны или 1200 мм при обслуживании с двух сторон.

Трубные проводки всех назначений и капилляры манометрических термометров, проходящие в зоне действия нагретых поверхностей, должны быть изолированы от этого воздействия.

Присоединение трубных проводок к приборам и средствам автоматизации должно выполняться их присоединительными устройствами или ввертными и навертными нормализованными трубными соединениями. Приблизительные максимальные длины трубных импульсных линий, м:

Импульсные линии при низких давлениях до $+50 \text{ Па}$ (до $+5 \text{ мм вод. ст.}$ ) . . . . .	30
Импульсные линии прочие . . . . .	50
Линии отбора проб к газоанализаторам и солемерам	40

Сортамент импульсных труб приведен в табл. 1-3.

### Электрические проводки

Электрическая проводка — совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями. Для электропроводок применяются коробки, лотки, защитные трубы и кабельные конструкции (стойки, полки, мосты, кронштейны и т. п.). Электропроводки систем автоматизации следует предусматривать изолированными проводами и кабелями, как правило, следующими способами:

1. Изолированными проводами в производственных помещениях в коробах и лотках или в защитных трубах.

2. Кабелями в производственных помещениях открыто на кабельных конструкциях, в коробах, лотках или в каналах.

3. Кабелями в наружных установках открыто на кабельных конструкциях, в коробах, лотках, в каналах или в земле (траншеях). Не допускается прокладка электропроводок по путям эвакуации (коридорам, лестничным клеткам и т. п.); при пересечении путей эвакуации электропроводки должны быть заключены в короба или защитные трубы. Как правило, открытые электропроводки должны прокладываться параллельно и перпендикулярно основным плоскостям зданий и сооружений. Скрытые электропроводки могут прокладываться по кратчайшим расстояниям.

Кабельные трассы в земле (траншеях) рекомендуется прокладывать параллельно дорогам и зданиям.

При совпадении направлений электропроводки систем автоматизации с другими электропроводками рекомендуется выполнять их совмещенными, если это допустимо по условиям совместной прокладки цепей различного назначения.

В электропроводках систем автоматизации допускается объединять в одной защитной трубе, одном коробе, одном кабеле, одном пучке проводов цепи измерения, управления и сигнализации, питания и т. п. (включая цепи питания и управления электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек), за исключением:

а) измерительных цепей, в которых величины помех, возникающих из-за влияния цепей другого назначения, превосходят допустимые значения;

Таблица 1-3

Сортамент импульсных труб

Параметры среды	Наименование трубы	ГОСТ	Диаметр условного прохода, мм	Толщина стенок трубы, мм	Материал	Применение
$\leq 2,5 (\leq 25)$	Стальная бесшовная холоднотянутая или лоднокатаная	ГОСТ 8734-58	20	2,5	Сталь 10	Установка манометра на горизонтальном трубопроводе
$\leq 2,5 (\leq 25)$	То же	ГОСТ 8734-58	14	2,0	Сталь 10	Установка манометра на вертикальном трубопроводе
$\leq 10 (\leq 100)$	" "	ГОСТ 8734-58	14	2,0	Сталь 10	Установка манометра на горизонтальном или вертикальном трубопроводе
—	Стальная водогазопроводная	ГОСТ 3262-62	Л15	2,8	Сталь 10	Отборное устройство разрезания для топки или газохода
—	То же	ГОСТ 3262-62	Л25	2,8	Сталь 10	Отборное устройство разрезания или давления для газопровода с изоляцией
$\leq 0,1 (\leq 1)$	" "	ГОСТ 3262-62	Л25	2,8	Сталь 10	Отборное устройство давления на трубопроводе или металлическом коробе
$\leq 1,6 (\leq 16)$	Стальная водогазопроводная	ГОСТ 3262-62	Л15	2,8	Сталь 10	Отборное устройство давления на трубопроводе
$\leq 0,1 (\leq 10)$	Стальная водогазопроводная	ГОСТ 3262-62	Л15	2,8	Сталь 10	Отборное устройство давления на трубопроводе

Параметры среды	Наименование трубы	ГОСТ	Диаметр условного прохода, мм	Толщина стенки трубы, мм	Материал	Применение
$\leq 6,4$ ( $\leq 64$ )	Стальная бесшовная холоднотянутая или холоднокатаная	ГОСТ 8734-58	14	2,0	Сталь 10	Установка уравнительного сосуда на закрытом баке
$\leq 10$ ( $\leq 100$ )	То же	ГОСТ 8734-58	32	2,0	Сталь 20	Установка уравнительного сосуда на барабане котла
$\leq 2,5$ ( $\leq 25$ )	• •	ГОСТ 8734-58	14	2,0	Сталь 10	Установка дисковых диафрагм в трубопроводах для воды ( $D_y = 450 \div 1400$ )
$\leq 2,5$ ( $\leq 25$ )	Стальная бесшовная холоднотянутая или холоднокатаная	ГОСТ 8734-58	14	2,0	Сталь 10	Установка камерных диафрагм в трубопроводах для воды ( $D_y = 50 \div 500$ )
$\leq 2,5$ ( $\leq 25$ )	То же	ГОСТ 8734-58	14	2,0	Сталь 10	Установка камерных диафрагм в паропроводах ( $D_y = 50 \div 500$ )
$\leq 2,5$ ( $\leq 25$ )	• •	ГОСТ 8734-58	18	3,0	Сталь 20	Установка камерных диафрагм с разделительными сосудами в трубопроводах мазута ( $D_y = 70 \div 400$ )

б) взаиморезервируемых цепей питания, управления и т. п.;  
 в) ответственных цепей систем автоматизации установок пожаротушения.

Допускается совместная прокладка измерительных цепей от термометров сопротивления и термоэлектрических без ограничения их количества.

При совместной прокладке кабелей электропроводок систем автоматизации с кабелями установок электроснабжения должны соблюдаться следующие требования:

а) при двустороннем расположении кабельных конструкций кабели электропроводок систем автоматизации должны размещаться на противоположной стороне от силовых кабелей;

б) при одностороннем расположении кабельных конструкций кабели систем автоматизации должны располагаться под силовыми кабелями;

в) кабели электропроводок систем автоматизации допускается прокладывать рядом с силовыми кабелями напряжением до 1000 В, если это допустимо по условиям совместной прокладки;

г) кабели электропроводок систем автоматизации с взаиморезервируемыми цепями рекомендуется прокладывать на разных полках.

Электропроводки в коробах (рис. 1-8) следует применять для прокладки больших потоков проводов и кабелей, если последние

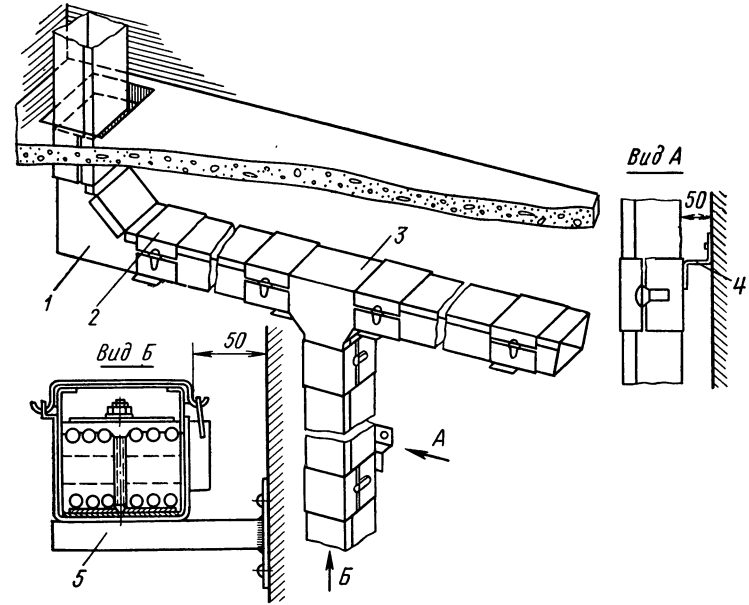


Рис. 1-8. Прокладка и крепление коробов.

1 — угольник с крышкой; 2 — прямой участок; 3 — тройник вертикальный; 4 — Z-образный профиль; 5 — кронштейн.

Таблица 1-4

Таблица типоразмеров коробов

Наружный диаметр проводника, мм	Коэффициент заполнения корсба	Размер короба, мм		
		100×100	150×150	200×200
		Количество проводников, шт.		
9	0,3	37	83	148
	0,45	55	124	222
	0,6	74	166	296
10	0,3	30	67	120
	0,45	45	101	180
	0,6	60	135	240
11	0,3	24	55	99
	0,45	37	83	148
	0,6	49	111	198
12	0,3	20	46	83
	0,45	31	70	124
	0,6	41	93	166
13	0,3	17	39	70
	0,45	26	59	106
	0,6	35	79	141
14	0,3	15	34	61
	0,45	22	51	91
	0,6	30	68	122
15	0,3	13	30	53
	0,45	19	45	79
	0,6	26	60	106
16	0,3	11	26	46
	0,45	17	39	70
	0,6	23	52	93
17	0,3	10	23	41
	0,45	15	35	62
	0,6	20	46	83
18	0,3	9	20	37
	0,45	13	31	55
	0,6	18	41	74
19	0,3	8	18	33
	0,45	12	28	49
	0,6	16	37	66

Продолжение табл. 1-4

Наружный диаметр проводника, мм	Коэффициент заполнения короба	Размер короба, мм		
		100×100	150×150	200×200
		Количество проводников, шт.		
20	0,3	7	16	30
	0,45	11	25	45
	0,6	15	33	60
22	0,3	6	13	24
	0,45	9	20	37
	0,6	12	27	49
24	0,3	5	11	20
	0,45	7	17	31
	0,6	10	23	41
26	0,3	4	9	17
	0,45	6	14	26
	0,6	8	19	35
28	0,3	3	8	15
	0,45	5	12	22
	0,6	7	17	30
30	0,3	3	7	13
	0,45	5	11	19
	0,6	6	15	26
32	0,3	2	6	11
	0,45	4	9	17
	0,6	5	13	23
34	0,3	2	5	10
	0,45	3	8	15
	0,6	5	11	20

недопустимо или нецелесообразно прокладывать открыто на кабельных конструкциях или в лотках. Допускается провoda и кабели в коробах прокладывать рассыпью.

Коэффициент заполнения коробов, т. е. отношение суммарной площади сечения проводников (проводов или кабелей), прокладываемых в коробе, к площади поперечного сечения короба, не должен превышать:

для коробов со съёмными крышками . . . . . 0,6  
 для глухих коробов . . . . . 0,45  
 для потоков сложной конфигурации с большим  
 числом ответвлений . . . . . 0,3

Высота расположения коробов не нормируется. Выбор типоразмеров коробов удобно производить по табл. 1-4.



Лотки должны устанавливаться на высоте не менее 2 м от уровня пола или площадки обслуживания. В помещениях, в которые имеет доступ только персонал, обслуживающий системы автоматизации, высота расположения лотков не нормируется.

Выбор типоразмера лотков производят по табл. 1-5. В месте выхода из коробов и лотков кабеля и провода должны быть защищены от повреждений (втулками и т. п.).

Электропроводки в защитных трубах следует применять только в тех случаях, когда недопустимы по техническим причинам другие способы прокладки. Запрещается прокладка электропроводов в защитных трубах в земле, за исключением прокладок в подготовке полов. Высота прокладки электропроводки в защитных трубах не нормируется. В качестве защитных применяют трубы стальные водогазопроводные (газовые) тонкостенные в соответствии с ГОСТ 3262-62 (табл. 1-6) и тонкостенные электросварные по ГОСТ 10704-63. Диаметр определяется по формулам, приведенным в табл. 1-7.

Таблица 1-6

Легкие водогазопроводные (газовые) трубы (ГОСТ 3262-62)

Условный проход $D_y$ , мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Условный проход $D_y$ , мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм
15	21,3	2,5	50	60	3,0
20	26,8	2,5	70	75,5	3,2
25	33,5	2,8	80	88,5	3,5
32	42,3	2,8	100	114	4,0
40	48,0	3,0	125	140	4,0

Вначале по рис. 1-10 определяется степень сложности А, Б или В, и на этой основе по формулам табл. 1-7 подсчитывается значение  $\alpha D^2$  ( $\alpha$  — коэффициент, равный 0,45; 0,4; 0,32) либо отношение  $D/d$ , после чего по табл. 1-8 находится коэффициент, ближайший больший к полученному результату, а по нему — диаметр защитной трубы.

При прокладке проводов в защитных трубах рекомендуется предусматривать резерв в размере 10% количества рабочих проводов, но не менее одного провода.

Для ввода проводов в корпуса электродвигателей, аппаратов и приборов допускается применять гибкие металлические рукава. Внутренний диаметр рукава выбирается так же, как и внутренний диаметр защитной трубы.

Расстояние от коробов, лотков и защитных труб до других трубопроводов должно составлять:

при пересечении трубопроводов . . . . . Не менее 50 мм  
при параллельной прокладке с трубопроводами . . . . . Не менее 100 мм

В качестве конструкций для прокладки кабелей должны использоваться сборные кабельные конструкции, комплектуемые из серийно изготавливаемых изделий.

Таблица 1-7

Формулы для выбора защитных труб

Степень сложности проводки	Число проводов		Три и более проводов (кабелей)	
	Один провод (кабель)	Два провода (кабеля)		
		одинакового диаметра		разных диаметров
А	$D \geq 1,25 d$	$D \geq 2,5 d$	$0,45 D^2 \geq n_1 d_{s1}^2 + n_2 d_{s2}^2 + \dots + n_i d_{si}^2$	
Б	$D \geq 1,4 d$	$D \geq 2,7 d$	$0,4 D^2 \geq n_1 d_{s1}^2 + n_2 d_{s2}^2 + \dots + n_i d_{si}^2$	
В	$D \geq 1,65 d$		$0,32 D^2 \geq n_1 d_{s1}^2 + n_2 d_{s2}^2 + \dots + n_i d_{si}^2$	

Примечание. В табл. 1-7 приняты обозначения:  
А, Б, В — степень сложности электрической проводки;  
D — диаметр условного прохода защитной трубы, мм;  
d,  $d_1, d_2, d_i$  — диаметры кабелей (проводов) различной жилыности и сечения;  
 $n_1, n_2, n_i$  — количество проводов (кабелей) одинакового диаметра.

Таблица 1-8

## Расчетные коэффициенты для выбора защитных труб

Водогазопроводные трубы, мм	Один провод (кабель)			Два провода (кабеля)	
	$D \geq 1,25 d$	$D \geq 1,4 d$	$D \geq 1,65 d$	$D \geq 1,25 (d_1 + d_2); D \geq 2,5 d$	$D \geq 1,35 (d_1 + d_2); D \geq 2,7 d$
15	12,6	11,2	9,6	6,3	5,8
20	17	15,2	12,9	8,5	7,8
25	21,8	19,3	16,4	10,8	10
40	32,6	29,3	24,8	16,4	15,2
50	42,3	37,8	32,1	21,2	19,6

Продолжение табл. 1-8

Водогазопроводные трубы, мм	Три и более проводов (кабелей)			Электросварные трубы $D$ , мм
	$0,45 D^2$	$0,4 D^2$	$0,32 D^2$	
15	111	99	79	18
20	203	180	144	25
25	328	292	233	33
40	756	672	537	44,5
50	1264	1123	898	60

Кроме уже упомянутых коробов и лотков, применяют следующие кабельные конструкции: полки, стойки (рис. 1-11), мосты кабельные шарнирные (рис. 1-12), кронштейны, обхваты колонн и подвески. При горизонтальной одиночной и групповой прокладке кабелей и проводов в защитных трубах наиболее широко применяются сборные кабельные конструкции (рис. 1-11). Эти конструкции используются также для прокладки коробов и лотков. С этой целью применяются и специальные кронштейны (рис. 1-8). Обхваты колонн и подвески используются для крепления электропроводок вдоль колонн.

Выбор типоразмеров мостов, полок и стоек удобно производить по табл. 1-9—1-11.

Для электропроводок систем автоматизации следует применять алюминиевые изолированные провода и кабели. Провода и кабели

Таблица 1-9

## Типоразмеры полок

Наименование	Обозначение полки			
	K1160	K1161	K1162	K1163
Общая длина полки, мм	160	250	350	450
Полезная длина полки, мм	100	190	280	370

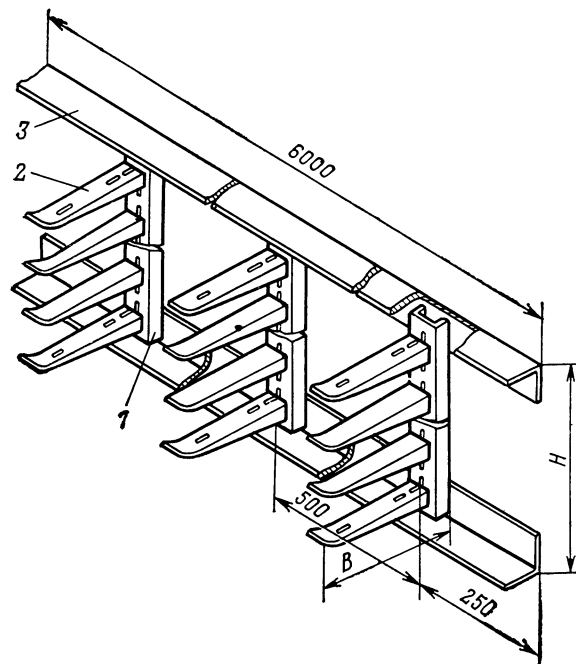


Рис. 1-11. Кабельная конструкция.

1 — кабельная стойка типа СК; 2 — кабельная полка типа ПК; 3 — уголок.

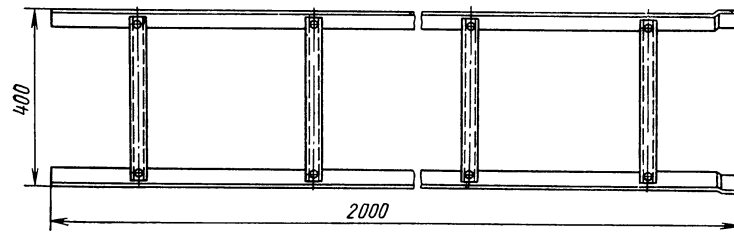


Рис. 1-12. Мост кабельный шарнирный.

с медными жилами должны применяться только в цепях термометров сопротивления и во взрывоопасных установках и в цепях измерения напряжением до 60 В при сечении жил проводов и кабелей до 0,75 мм<sup>2</sup>. Провода и кабели с алюминиевыми жилами применяют в цепях управления, питания и сигнализации с сечением жил 2,5 мм<sup>2</sup>.

Присоединение проводов и кабелей к приборам и средствам автоматизации, имеющим штепсельные разъемы, должно выполняться посредством гибких медных проводов, прокладываемых от спе-

Таблица 1-10

Таблица мостов и полок

Наружный диаметр проводника, мм	Мосты		Полки			
	МС200	МС400	К1160	К1161	К1162	К1163
	Количество проводников, шт.					
9	12	24	11	21	31	41
10	12	24	10	19	28	37
11	12	24	9	17	25	33
12	11	23	8	15	23	30
13	10	21	7	14	21	28
14	10	20	7	13	20	26
15	9	19	6	12	18	24
16	9	18	6	11	17	23
17	8	17	5	11	16	21
18	8	17	5	10	15	20
19	8	16	5	10	14	19
20	7	15	5	9	14	18
22	7	14	4	8	12	16
24	6	13	4	7	11	15
26	6	13	3	7	10	14
28	6	12	3	6	10	13
30	5	11	3	6	9	12
32	5	10	3	5	8	11
34	5	10	2	5	8	10

Таблица 1-11

Типоразмеры стоек для установки полок

Наименование	Обозначение стойки				
	К1150	К1151	К1152	К1153	К1154
Высота стойки, мм	400	600	800	1200	1800
Количество устанавливаемых полок, шт.	7	11	15	23	35

циально установленных соединительных коробок до приборов и средств автоматизации.

Для электропроводок систем автоматизации при всех способах прокладки запрещается применение проводов с горючей изоляцией из полиэтилена. Также запрещается применение кабелей с полиэтиленовой оболочкой.

Для открытой прокладки кабелей на кабельных конструкциях рекомендуется применять бронированные кабели; допускается применение небронированных кабелей при условии прокладки их на высоте не менее 2,5 м; на меньшей высоте прокладка небронированных кабелей допускается при условии защиты их от механических повреждений стальными защитными трубами, коробами и т. п.

В наружных установках для открытой прокладки кабелей, а также при прокладке кабелей в земле (траншеях) должны применяться бронированные кабели с наружным защитным покрытием.

Для прокладки в каналах, туннелях следует применять небронированные кабели без защитных горючих покрытий.

### Заказные спецификации

Номенклатуру, содержание и методику оформления спецификаций приборов и средств автоматизации, основных монтажных изделий и материалов определяют «Указания о порядке и сроках представления документации на оборудование, изделия и материалы генеральными проектными организациями и строящимися и реконструируемыми предприятиями, комплектуемыми Союзглавкомплектмами на 1978 и последующие годы», № 5—529, Госснаб СССР; указаниями Союзглавкомплектавтоматики № 85/1—6168 «Порядок и сроки представления Союзглавкомплектавтоматике документации для комплектования строящихся и реконструируемых предприятий в 1978 и последующие годы»; РМ-3-6-66 «Указания по составлению спецификаций к проектам автоматизации производственных процессов», за исключением п. 3-1-3в, и РМ4-179-74 «Указания по выполнению заявочных ведомостей и заказных спецификаций основных монтажных материалов и изделий».

Заказные спецификации состояются на:

- приборы и средства автоматизации;
- электроаппаратуру;
- щиты и пульты;
- трубопроводную арматуру;
- кабели и провода;
- основные монтажные материалы и изделия;
- нестандартизированное оборудование.

Заказные спецификации составляются по форме 0801017 (приложение 2). Проектная организация заполняет графы 1—11. При непредставлении комплектующей организацией данных локальных классификаторов кодирования заполняются графы 7, 8 производится комплектующей организацией. При отсутствии пускового комплекса строящегося (реконструируемого) предприятия данные граф 9 и 11 полностью совпадают. Шифр объекта проставляется ниже наименования спецификации.

В спецификацию на приборы и средства автоматизации включают:

- первичные и вторичные приборы и вспомогательную аппаратуру;
- регуляторы приборного и неприборного типов и их элементы и поставляемую комплектно с ними аппаратуру (блоки управления, стабилизирующие устройства, источники питания, фильтры, редукторы, штанги соединительные и т. п.);

исполнительные механизмы и комплектуемые с ними устройства. Аппаратура в спецификации обозначается номерами, присвоенными в функциональных схемах автоматизации и принципиальных электрических схемах. Рекомендуется объединять их в следующие параметрические группы: приборы и регуляторы для измерения и регулирования температуры; давления и разрежения; расхода, количества, уровня; состава и качества вещества; прочие приборы, регуляторы и комплектные устройства.

В спецификации указывают техническую характеристику, заводской шифр аппаратуры, завод-изготовитель или поставщика.

Допускается не указывать завод-изготовитель или поставщика серийно изготавливаемых и имеющихся приборов и средств автоматизации в номенклатуре Союзглавкомлектавтоматики. В графе 3 указывается наименование измеряемой среды и предельное значение параметра.

Для отдельных групп приборов, заказ которых производится по опросным листам, подробные технические характеристики приводятся в опросных листах. В этом случае в графе 4 против позиций приборов, на которые заполняются опросные листы, указывается: «Опросный лист № ...».

Легкобьющиеся приборы, такие, как стеклянные жидкостные термометры, манометры и т. п., предусматриваются в спецификации с учетом монтажного запаса до 10—15%, но не менее одного прибора по каждой позиции. Запасные приборы включаются в заказную спецификацию вслед за позицией основного прибора (приборов). Вместо номера позиций для них в графах 4—5 вписывается слово «Запасные».

Формулирование заказа аппаратуры выполняют согласно указаниям, приведенным в номенклатурах и инструкциях заводов-изготовителей и других справочных материалах.

Если в систему измерения или регулирования включают вспомогательную аппаратуру (ключи, переключатели и т. п.), не поставляемые приборостроительными заводами комплектно, против позиций этих изделий в графах 4, 5 следует записать: «Заказывается по заказной спецификации № ...» (указать № спецификации, в которую включены эти изделия для заказа).

В спецификацию электроаппаратуры включается вся электроаппаратура, предусмотренная проектом автоматизации, за исключением электроаппаратуры, учтенной спецификацией приборов и средств автоматизации и комплектуемой с этими изделиями.

В спецификации указывают полную характеристику, тип заказываемой электроаппаратуры, наименование завода-изготовителя или поставщика. Формулирование заказа электроаппаратуры выполняют согласно указаниям, имеющимся в каталогах, номенклатурах и инструкциях заводов-изготовителей.

В спецификации электроаппаратуры даются два раздела:

А. Аппаратура, поставляемая комплектно со щитами (пультами).

Б. Аппаратура, не поставляемая комплектно со щитами (пультами).

Электроаппаратура включается в заказную спецификацию в сводном виде, т. е. одинаковая электроаппаратура включается под одной позицией.

Коммутаторные и другие сигнальные лампы предусматриваются в заказной спецификации с учетом монтажного запаса до 10—15% (но не менее одной лампы) для каждой модификации. Запасные лампы включаются в заказную спецификацию вслед за основными; вместо порядкового номера для этих ламп в графы 4—5 вписывается слово «Запасные».

Для удобства заказа щитов (пультов) рекомендуется разрабатывать попанельно-сводную спецификацию электроаппаратуры (приложение 3). В этом случае составляются две спецификации: на аппаратуру, поставляемую комплектно со щитами (пультами) заводом-изготовителем последних, — попанельно-сводная спецификация и на аппаратуру, не поставляемую комплектно со щитами (пультами).

В спецификации щитов и пультов указываются наименования щитов и пультов и даются сведения по каждой панели (тип и количество).

Обозначения чертежей общего вида и монтажных схем даются одной строкой в графах 4—5.

При использовании в проекте приборов, средств автоматизации, электроаппаратуры, щитов и пультов, имеющихся у заказчика или поставляемых с технологическим оборудованием, таковые включаются в спецификации с пометкой в графах 4—5 «Имеется у заказчика» или «Поставляется комплектно с ...» (указывается наименование технологического оборудования).

В спецификацию трубопроводной арматуры включают запорную арматуру для импульсных линий.

Клапаны (в том числе регулирующие и безопасности), заслонки, задвижки (в том числе с дистанционным приводом), запорная арматура, устанавливаемые на технологических трубопроводах, заказываются по документации тепломеханической части проекта.

**Примечание.** Заказ ответных фланцев, фланцевых соединений, расширителей, бобышек, штуцеров, гильз, карманов, переходных патрубков и других закладных устройств, устанавливаемых на технологическом оборудовании и трубопроводах, их монтаж и составление смет должны предусматриваться проектно-сметной документацией технологической части проекта.

Формулирование заказа выполняют согласно номенклатурам и инструкциям заводов-изготовителей или другим действующим информационным материалам.

В спецификацию кабелей и проводов включают все кабели и провода, предусматриваемые проектом для электрических проводов, прокладываемых вне щитов.

Рекомендуемый порядок включения в спецификацию кабельных изделий:

А. Контрольные кабели и провода.

Б. Экранированные кабели и провода.

В. Компенсационные провода.

Формулирование заказа выполняется в соответствии с ГОСТ или ТУ на кабели и провода.

При определении длин кабелей и проводов следует учитывать производственные нормы отходов при соединении и разветвлении кабелей и проводов: 2% — на 100 м кабеля; 3% — на 100 м провода.

Заказную спецификацию на монтажные материалы и изделия составляют в сводном виде по разделам:

А. Трубы:

а) трубы защитные для электрических проводов:

трубы стальные водогазопроводные по ГОСТ 3262-62;

трубы стальные электросварные по ГОСТ 10704-63 и 10705-63;

б) трубы для трубных проводов:

трубы стальные водогазопроводные;

трубы стальные бесшовные;

трубы из нержавеющей стали.

Б. Прокат черных металлов:

а) металлоконструкции для трасс;

б) металлоконструкции для установки щитов и пультов (металлоконструкции, необходимые для монтажа щитов на закладных

конструкциях, например материалы для конструкций настила пола в пространстве за щитом):

сталь листовая рифленая и уголки для ее крепления, металлоконструкции подставок под малогабаритные щиты, ригели для плоских щитов и т. п.;

материалы, необходимые для изготовления металлической плиты для герметизации проходов электрических и трубных проводок через стены и перекрытия. Открытые и уплотненные проводки не требуют учета дополнительных материалов;

в) металлоконструкции для установки приборов и средств автоматизации.

В. Прокат цветных металлов.

Г. Монтажные изделия:

а) монтажные изделия Главмонтажавтоматики:

коробки соединительные;

сальники привертные пластмассовые (сверх поставляемых комплектно с соединительными коробками);

металлорукава и соединители для **металлорукавов**;

соединители для стальных бесшовных труб;

**стойки и полки кабельные**;

изделия перфорированные (лотки, швеллеры, косынки и т. п.);

короба стальные и фасонные части к ним;

мосты шарнирные;

отборные устройства давления.

В заказные спецификации основных монтажных материалов и изделий не включаются:

а) металлоконструкции для проходов электрических и трубных проводок, монтируемые в строительных конструкциях здания;

б) материалы для изоляции импульсных и командных проводок.

Материалы (провода, трубы, монтажные узлы и детали и т. п.), необходимые для изготовления щитов и пультов, монтажных конструкций и деталей и других изделий, поставляемых заводами-изготовителями щитов (пультов), в спецификации не включают.

В спецификации не включают вспомогательные материалы, используемые при монтаже систем автоматизации для выполнения монтажных работ (пайка, окраска, изоляция и т. п.).

Для нетиповых узлов и конструкций, а также для конструкций, предусмотренных чертежами ТК, но не включенных в номенклатуру изделий заводов Главмонтажавтоматики и изготавливаемых монтажными организациями Главмонтажавтоматики, материалы учитываются в виде проката черных металлов. Наименование и обозначение материалов дается по действующим ГОСТ, ТУ и нормальям.

В спецификацию нестандартизированного оборудования включаются оборудование и изделия, изготавливаемые заводами по чертежам нестандартизированного оборудования, разработанным проектной организацией (оборудование и изделия включаются по общесборочным чертежам без детализации).

Каждая форма спецификации должна иметь подписи начальника отдела, главного специалиста, руководителя группы и исполнителя, составившего данную спецификацию. Подписи ставят на последнем листе спецификации внизу.

### Задание заводу-изготовителю щитов (пультов)

Для заказа щитов (пультов) автоматизации дополнительно к экземплярам проекта представляют заказчику материалы в соот-

ветствии с техническими условиями заводов — изготовителей щитов (пультов) или соответствующих ведомств (предоставление указанных материалов осуществляется за отдельную плату, включающую стоимость бумаги, печати и брошюровки, поскольку все материалы, составляющие задание заводу-изготовителю, имеются в проекте).

1. При заказе щитов (пультов) на предприятиях Главмонтажавтоматики Министерства монтажных и специальных работ СССР требуется следующая техдокументация:

перечень представляемой технической документации на изготовления щитов и пультов — 1 экз.;

спецификация на щиты и пульты — 3 экз.;

чертежи общих видов щитов и пультов — 3 экз., в случае изготовления по одной и той же документации нескольких щитов или пультов на каждый последующий щит, кроме первого, представляется дополнительный экземпляр чертежа общего вида;

план их взаиморасположения — 3 экз.;

чертежи вырезов и креплений на щитах и пультах для приборов и аппаратуры, по которым отсутствуют межотраслевые нормы или нормы Главмонтажавтоматики, — 3 экз.;

принципиальные электрические схемы (для справок) — 1 экз.;

мнемонические схемы с чертежами мнемознаков — 3 экз.;

спецификация электроаппаратуры (при наличии — попанельно-сводная), устанавливаемой на щитах и пультах, — 3 экз.

2. При заказе щитов (пультов), изготавливаемых заводом «Промавтоматика», г. Житомир, требуется следующая техдокументация:

перечень чертежей — 3 экз.;

перечень щитовых устройств с указанием номеров чертежей общих видов и монтажных схем — 3 экз.;

план расположения щитовых устройств — 3 экз.;

попанельно-сводная спецификация электроаппаратуры, устанавливаемой на щитах (пультах), — 3 экз.;

чертежи монтажных схем — 3 экз. для каждой единицы щитовых устройств;

чертежи вырезов и креплений на щитах (пультах) для приборов и аппаратов, по которым отсутствуют межотраслевые нормы конструкции крепления, — 3 экз.;

раскрашенные мнемонические схемы в масштабе с чертежами символов — 3 экз.

3. При заказе щитов, выпускаемых серийно (например, типов Щ-К1М и Щ-К2М на Московском заводе тепловой автоматики), выдачи задания не требуется.

4. При заказе шкафов сборов типа РТЗО на предприятиях Министерства электротехнической промышленности СССР задание выдается по форме, приведенной на рис. 6-23.

### Опросные листы

Унифицированные опросные листы (УОЛ) являются техническим и юридическим документом для заказа дифманометров-расходомеров (жидкости — УОЛ-1-74; водяного пара — УОЛ-2-74; газа — УОЛ-3-74), дифманометров-уровнемеров (УОЛ-4-74). Опросный лист заполняется на прибор или группу приборов одного типа и только для одной конкретной контролируемой среды, имеющей одну и те же рабочие параметры. На все вопросы требуется дать четкие, однозначные ответы.

При неточном, неполном или неправильном заполнении опросного листа заказ не выполняется. Помарки, подчистки и исправления в опросном листе не допускаются.

Опросные листы подписываются отделами, разрабатывающими тепломеханическую часть проекта и автоматизацию.

Три экземпляра опросных листов направляются заказчику проекта (два из них — для комплектующей организации), копия хранится в проектной организации.

Не допускается указывать диапазоны значений величин, а также только общее наименование оборудования, агрегата, вещества.

Например:

неправильно: «Котельная», «Мазутонасосная»;

правильно: «Деаэратор», «Трубопровод питательной воды к котлу № 3»;

неправильно: «Нефтепродукт»;

правильно: «Мазут марки 100»;

неправильно: «Температура 110—130°C»;

правильно: «Температура 125°C».

Ниже даются разъяснения по заполнению опросных листов.

**УОЛ-1-74 — УОЛ-4-74, п. 4.** Измерение расходов жидкостей, паров и газов может производиться с помощью расходомеров переменного перепада. Комплект расходомера состоит в основном из сужающего устройства и дифманометра.

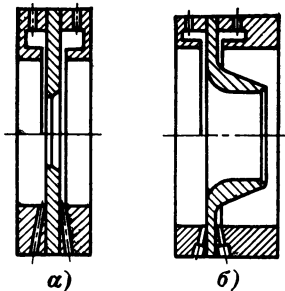


Рис. 1-13. Нормальные сужающие устройства.

*а* — камерная диафрагма (верхняя часть рисунка) и дисковая диафрагма (нижняя); *б* — сопло

С помощью сужающего устройства создается местное сужение в трубопроводе, вследствие чего давление перед сужающим устройством повышается, а за ним — уменьшается. Перепад давлений, зависящий от величины расхода среды через сужающее устройство, измеряется дифманометром-перепадомером либо дифманометром-расходомером. В первом случае шкала дифманометра градуируется в единицах перепада давления, во втором — в единицах расхода.

Промышленно изготовляются стандартные сужающие устройства — камерные и дисковые (бескамерные) диафрагмы (рис. 1-13), удовлетворяющие требованиям «Правил 28-64. Измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами», благодаря чему обеспечивается возможность изготовления и применения таких устройств по результатам расчета без индивидуальной градуировки.

Нестандартные сужающие устройства, в частности сопло профилем «четверть круга», изготавливаются по индивидуальным чертежам. В этом случае в связи с ненормированными погрешностями измерений дифманометр используется только в качестве индикатора расхода.

Сопла имеют некоторые преимущества в сравнении с диафрагмами в возможности получения более высоких точностей при измерениях расходов, уменьшения необходимых длин прямых участков до и после сужающих устройств и др. Однако наибольшее распро-

странение получили диафрагмы ввиду относительной простоты их изготовления и достаточной для практики точности измерения расходов при использовании диафрагм в качестве сужающего устройства.

Для измерения расходов жидкости и пара в котельных применяются диафрагмы камерные (ДК) и бескамерные (ДБ). Камерные диафрагмы используются на трубопроводах при диаметрах от 50 до 500 мм; на трубопроводах при диаметре свыше 450 мм используются бескамерные диафрагмы.

Камерные диафрагмы изготавливаются в соответствии с ГОСТ 14321-73 «Диафрагмы камерные на  $p_y$  до 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>)». Бескамерные диафрагмы изготавливаются по ГОСТ 14322-73 «Диафрагмы бескамерные на  $p_y$  до 4 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>)». Диафрагмы поставляются совместно с дифманометром заводом-изготовителем последнего. Соединения диафрагм с импульсными трубками, уравнительными конденсационными сосудами выполняются согласно приложению 1 к ГОСТ 14321-73.

В комплект прибора входят:

Диафрагма измерительная . . .	1	
Дифманометр . . . . .	1	
Комплект сосудов . . . . .	1	
Вентильный блок . . . . .	1	
Вторичный прибор . . . . .	1	(поставляется комплектно только в случае его изготовления на данном заводе-изготовителе)

Заводы-изготовители по специальному требованию могут поставить два дифманометра к одной измерительной диафрагме.

Заводом-изготовителем никакие иные исключения по поставке, вызванные, например, специфичностью схемы, во внимание не принимаются.

**УОЛ-1-74 — УОЛ-3-74, п. 4.1.** При применении в проекте иного сужающего устройства, кроме стандартной диафрагмы, прибор заказывается как расходомер без сужающего устройства. Приборостроительные заводы рассчитывают бескамерные диафрагмы на внутренний диаметр трубопровода 400—1600 мм. Однако из-за отсутствия соответствующего оборудования изготавливают их до диаметра, мм:

ДБ 2,5; ДБ 6; ДБ 10; ДБ 16 . . . . .	908
ДБ 25 . . . . .	808

Если внутренний диаметр трубопровода превышает указанные диаметры, то завод-изготовитель поставляет прибор без диафрагмы, высылая при этом расчетные данные и чертежи на диафрагму для изготовления ее силами заказчика.

Тип диафрагмы должен определяться давлением:

до 0,25 МПа (2,5 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	ДБ 2,5
до 0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	ДБ 6, ДК 6
до 1,0 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	ДБ 10, ДК 10
до 1,6 МПа (16, кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	ДБ 16
до 2,5 МПа (25 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	ДК 25, ДБ 25
до 4,0 МПа (40 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	ДК 40
до 10,0 МПа (100 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	ДК 100

На давление до 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>) не следует выбирать диафрагмы типа ДК 25 или типа ДК 100, предназначенные на давление соответственно 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>) и 10,0 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>).

Заводы-изготовители по просьбе заказчика могут не производить расчет диафрагмы, а поставлять в комплекте с дифманометром заготовку диафрагмы без расточки на требуемый проектной организацией перепад давления (по ГОСТ 18140-72).

По ГОСТ 14321-73 в обозначение камерной диафрагмы входят:

1. Типоразмер ( $p_y, D_y$ ).

2. Исполнение (I, II):

исполнение I — камера с выступом;

исполнение II — камера с впадиной.

3. Материал камер (сталь 35; X18H10T; X17H13M2T; X17).

4. Материал диска (сталь 35; X18H10T; X17H13M2T; X17).

5. Соединение диафрагмы с импульсными трубками (приложение 1, ГОСТ 14321-73).

Пример обозначения. Диафрагма ДК 25-150-A-II-a/6-6: диафрагма камерная на условное давление 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>) для трубопровода  $D_y$  150 мм, тип А, исполнение II, материал камер — сталь 30, материал диска — X18H10T, диафрагма образует с приваренными импульсными трубками и уравнительными конденсационными сосудами соединение 6.

По ГОСТ 14322-73 в обозначение бескамерной диафрагмы входят:

1. Типоразмер ( $p_y, D_y$ ) (см. табл. 1-12).

2. Материал диска (сталь 35; X18H10T; X17H13M2T; X17).

Пример обозначения. Диафрагма ДБ 6-600-6: диафрагма бескамерная на условное давление 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>) для трубопровода  $D_y$  600 мм, материал диска — X18H10T.

Таблица 1-12

Типоразмеры бескамерных диафрагм

$D_y$ , мм	Условное давление $p_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )				
	0,25(2,5)	1,0(10)	1,6(16)	2,5(25)	4,0(40)
500	—	—	—	—	ДБ 40—500
600	—	—	—	—	ДБ 40—600
(700)	—	—	—	—	(ДБ 40—700)
(900)	—	—	—	(ДБ 25—900)	—
1000	—	—	—	ДБ 25—1000	—
1200	—	—	—	ДБ 25—1200	—
1400	—	ДБ 10—1400	ДБ 10—1400	ДБ 25—1400	—
(1800)	(ДБ 2,5—1800)	—	—	—	—
2000	ДБ 2,5—2000	—	—	—	—
(2200)	(ДБ 2,5—2200)	—	—	—	—
2400	ДБ 2,5—2400	—	—	—	—
(2800)	(ДБ 2,5—2800)	—	—	—	—
3000	ДБ 2,5—3000	—	—	—	—

Для установки на трубопроводах диафрагм камерных и бескамерных необходимо использовать:

ОСТ 34.608-69 Минэнерго СССР «Фланцевые соединения с диафрагмами  $p_y$  до 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>)» (для бескамерных диафрагм).

ОСТ 34.223-73 Минэнерго СССР «Соединения с плоскими приварными фланцами для камерных измерительных диафрагм трубопроводов  $p_y$  2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>)».

ОСТ 34.224-73 Минэнерго СССР «Соединения с фланцами, приварными встык, для камерных измерительных диафрагм трубопроводов  $p_y$  4,0 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>)».

ГОСТ 12830-67 «Фланцы с соединительным выступом стальные приварные встык на  $p_y$  от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см<sup>2</sup>)».

ГОСТ 12831-67 «Фланцы с выступом или впадиной стальные приварные встык на  $p_y$  от 0,1 до 20,0 МПа (от 1 до 200 кгс/см<sup>2</sup>)».

Таблица 1-13

Зависимость внутреннего диаметра  $D_{20}$  трубопровода от диаметра условного прохода  $D_y$

Диаметр условного прохода $D_y$ , мм	Для установки камерной диафрагмы		Для установки бескамерной диафрагмы			
	Соединение с плоскими фланцами по ОСТ 34.223-73 $p_y$ 0,6; 1,0; 1,6; 2,5 МПа (6, 10, 16, 25 кгс/см <sup>2</sup> )	Соединение с фланцами приварными встык по ОСТ 34.224-73	Соединение с плоскими фланцами по ОСТ 34.608-69			
			$p_y$ 1,6; 2,5; 4,0 МПа (16, 25, 40 кгс/см <sup>2</sup> )	$p_y$ 1,6; 2,5 МПа (16, 25 кгс/см <sup>2</sup> )	$p_y$ 0,6; 1,0 МПа (6, 10 кгс/см <sup>2</sup> )	$p_y$ 1,6 МПа (16 кгс/см <sup>2</sup> )
50	51	50	—	—	—	—
65	70	69	—	—	—	—
80	82	80	—	—	—	—
100	100	96	—	—	—	—
125	125	121	—	—	—	—
150	150	145	—	—	—	—
175	184	184	—	—	—	—
200	205	201	—	—	—	—
250	257	251	—	—	—	—
300	309	299	—	—	—	—
350	359	353	—	—	—	—
400	408	400	—	—	—	408
450	462	—	—	454	—	460
500	514	—	—	506	—	512
600	—	—	—	—	614	614
700	—	—	—	—	702	702
800	—	—	—	—	802	802
900	—	—	—	—	902	902
1000	—	—	—	—	1000	1000
1200	—	—	—	—	1198	1198
1400	—	—	—	—	1396	1396

Если бескамерная диафрагма устанавливается между фланцами, приваренными встык, то внутренний диаметр трубопровода должен быть равен внутреннему диаметру фланца. При фланце с патрубком диаметр его цилиндрической части принимается за внутренний диаметр  $D_{вн}$  для расчета диафрагм.

Измерительный участок трубопровода должен быть прямым и цилиндрическим с круглым сечением (по результатам внешнего осмотра). Зависимость внутреннего диаметра  $D_{20}$  трубопровода от диаметра условного прохода  $D_y$  представлена в табл. 1-13. Определение длины прямого участка трубопровода для монтажа диафрагм — см. разд. 4.

Применение гладких фланцев для установки измерительных диафрагм категорически запрещается, так как центровка диафрагмы при монтаже в этом случае производится по крепежным болтам, что не обеспечивает соосности диафрагмы и трубопровода.

Фланцевые соединения приборостроительными заводами не изготавливаются и комплектно с диафрагмой не поставляются.

Белгородский котлостроительный завод изготавливает диафрагмы на высокое давление. Сварные соединения для монтажа диафрагм в трубопроводах заказываются с типовыми бескамерными и камерными диафрагмами без опросных листов. Для заказа следует указать тип сварного соединения и тип диафрагмы в соответствии с «Инструкцией по выбору типовых камерных сопл и диафрагм для трубопроводов», разработанной ВГПИ ТЭП, ВНИПИЭнергопром и БКЗ.

Пример 05.ОСТ 24.839.04, сварное соединение 340/440-150 с диафрагмой ДПП-06.

Диафрагмы на высокое давление поставляются только комплектно со сварными соединениями.

УОЛ-1-74, УОЛ-2-74, УОЛ-3-74, УОЛ-4-74, п. 4.2; УОЛ-4-74, п. 4.1; УОЛ-1-74, п. 4.3.

Для поддержания постоянства и равенства уровней конденсата в импульсных трубках от диафрагм к дифманометрам в случаях измерения расходов пара и горячих жидкостей с температурой выше 120°C применяют уравнительные конденсационные сосуды по ГОСТ

Таблица 1-14

Технические характеристики уравнительных конденсационных сосудов

Тип сосуда	Условное давление, $P_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Исполнение	Применение	Завод-изготовитель
СКМ-100	10,0(100)	1, 2, 3, 4, 5	Для сильфонных и мембранных дифманометров	„Манометр“, г. Москва; Ивано-Франковский приборостроительный; „Теплоконтроль“, г. Казань
СКМ-40	4,0(40)	1, 2, 3, 4, 5	То же	„Манометр“, г. Москва; Ивано-Франковский приборостроительный

14318-73 «Сосуды уравнительные конденсационные на  $p_y$  до 10 МПа (до 100 кгс/см<sup>2</sup>) для дифференциальных манометров-расходомеров». Технические характеристики уравнительных конденсационных сосудов даны в табл. 1-14.

Уравнительные сосуды предназначены для исключения влияния высоты столба жидкости в импульсных трубках на показания дифманометра-уровнемера путем поддержания постоянного уровня в сосуде по отношению к измеряемой высоте уровня в резервуарах. Уравнительные сосуды изготавливаются по ГОСТ 14319-73 «Сосуды уравнительные для дифференциальных манометров». Технические характеристики уравнительных сосудов даны в табл. 1-15.

В практике измерения расходов встречаются случаи, когда свойства измеряемой среды или условия эксплуатации не позволяют осуществить непосредственное подключение дифманометра к сужающему устройству.

В этом случае передача давления от сужающего устройства к дифманометру производится через разделительную жидкость, заливаемую в участки соединительных линий между разделительными сосудами и дифманометрами.

Таблица 1-15

Технические характеристики уравнительных сосудов

Тип сосуда	Условное давление $P_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Исполнение	Применение	Завод-изготовитель
СУМ-63	6,3(63)	1,3	Для сильфонных и мембранных дифманометров	„Теплоконтроль“, г. Казань
СУМ-63	6,3(63)	2,4	То же	„Манометр“, г. Москва; Ивано-Франковский приборостроительный

Таблица 1-16

Технические характеристики разделительных сосудов

Тип сосудов	Условное давление $P_y$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Исполнение	Применение	Завод-изготовитель
СРС-63	6,3(63)	1	Для сильфонных и мембранных дифманометров	„Теплоконтроль“, г. Казань
СРС-63	6,3(63)	2, 4	То же	„Манометр“, г. Москва; Ивано-Франковский приборостроительный

Разделительные сосуды изготавливаются по ГОСТ 14320-73 «Сосуды разделительные для дифференциальных манометров». Для автоматизации котельных применяют разделительные сосуды на условное давление до 6,3 МПа (63 кгс/см<sup>2</sup>). Технические характеристики разделительных сосудов даны в табл. 1-16.

Разделительные сосуды должны располагаться возможно ближе к сужающему устройству.

Уравнительные конденсационные, уравнительные, разделительные сосуды входят в комплект дифманометра и поставляются заводом — изготовителем дифманометра.

При заказе диафрагмы с несколькими парами отборов уравнительные конденсационные и уравнительные сосуды поставляются не по числу отборов у диафрагмы, а по количеству отборов к приборам, поставляемым комплектно с этой диафрагмой данным заводом. Отдельно без дифманометров сосуды не поставляются.

**УОЛ-1-74, п. 4.4; УОЛ-2-74 — УОЛ-4-74, п. 4.3.** Поскольку вентильный блок конструктивно представляет собой отдельный элемент, указывается необходимость его поставки.

**УОЛ-1-74, п. 4.5; УОЛ-2-74 — УОЛ-4-74, п. 4.4.** Указывается только для дифманометров с пневматическим выходом.

**УОЛ-1-74, п. 4.6; УОЛ-2-74 — УОЛ-4-74, п. 4.5.** При выборе дифманометра следует руководствоваться:

1) предельно допустимым давлением, на которое рассчитан дифманометр;

2) средой, для измерения которой служит дифманометр.

Для дифманометров ГСП обязательно указывается класс точности.

**УОЛ-1-74 — УОЛ-4-74, п. 6.7.** Для насыщенного пара за среднюю рабочую температуру принимается температура, соответствующая абсолютному давлению по таблицам для насыщенного пара (см. приложение 3 к «Правилам 28-64»). В случае измерения уровня воды в барабане котла за рабочую температуру принимается температура на 5°С ниже температуры насыщения, соответствующей абсолютному давлению.

**УОЛ-1-74, УОЛ-4-74, п. 8.1.** Для сред, отличающихся от чистой воды (производственная, техническая, химочищенная, осветленная, катионированная вода и др.), указываются плотность и динамическая вязкость или, если эти данные близки к воде, оговаривается — «по воде».

**УОЛ-1-74, УОЛ-4-74, п. 8.2.** Заполняется для всех жидких сред, кроме воды, только для дифманометров с ртутным заполнением, если измеряемая среда при рабочих условиях находится при температуре выше 20°С, а также для сильфонных дифманометров, если измеряемая среда агрессивна и требуется установка разделительных сосудов.

**УОЛ-3-74, п. 9.** Указывается для всех типов дифманометров. Часто указывают плотность газа при 20°С, а при проверке указывается, что это плотность при 0°С. Такие ошибки приводят к неточному расчету диафрагмы.

**УОЛ-2-74, УОЛ-3-74, п. 8.** Указывается по справочным материалам гидрометеорологической службы. При отсутствии в таблицах необходимого города среднегодовое барометрическое давление необходимо брать по близлежащему к данной местности.

**УОЛ-1-74, п. 9; УОЛ-3-74, п. 11.** Указывается динамическая вязкость измеряемой среды в кгс·с/м<sup>2</sup> конкретно для данных рабочих

условий. Соотношения между единицами динамической вязкости приведены в табл. 1-17.

Однако в практике иногда известна вязкость в иных величинах, например в единицах кинематической вязкости. Соотношения между единицами кинематической вязкости даны в табл. 1-18.

Таблица 1-17

Соотношения между единицами динамической вязкости

кгс·с/м <sup>2</sup>	кг/(м·ч)	пуаз [г/(см·с)]
1	3,6·10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>
2,84·10 <sup>-5</sup>	1	2,788·10 <sup>-8</sup>
1,02·10 <sup>-2</sup>	360	1
1,02·10 <sup>-4</sup>	3,6	10 <sup>-2</sup>
1,02·10 <sup>-8</sup>	3,6·10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>

Таблица 1-18

Соотношения между единицами кинематической вязкости

м <sup>2</sup> /с	см <sup>2</sup> /с (Ст)	мм <sup>2</sup> /с (сСт)
1	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
10 <sup>-4</sup>	1	10 <sup>2</sup>
10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-2</sup>	1

Перевод значения кинематической вязкости в величину динамической вязкости производится по формуле

$$\mu = \frac{\rho \nu}{9,81},$$

где  $\mu$  — динамическая вязкость, кгс·с/м<sup>2</sup>;  $\nu$  — кинематическая вязкость, м<sup>2</sup>/с;  $\rho$  — плотность, кг/м<sup>3</sup>.

При вязкости среды более 1000 кгс·с/м<sup>2</sup> проектная организация должна произвести расчет диафрагмы. Если из-за большой вязкости применить стандартную диафрагму невозможно, проектируется ненормализованное сужающее устройство, например сопло профилем «четверть круга», а прибор заказывается без сужающего устройства.

В этом случае в графе «Измеряемая среда» указывается «жидкость» или «продукт». Дифманометр будет работать как индикатор без нормированной погрешности.

**УОЛ-1-74, п. 10; УОЛ-3-74, п. 12; УОЛ-4-74, п. 9.** Заполняется только для дифманометров сильфонных и с ртутным заполнением. Плотность разделительной жидкости должна значительно отличаться от плотности измеряемой среды.

Таблица 1-19

## Характеристика некоторых разделительных жидкостей

Жидкость	Плотность при 20°C, кг/м³	Температура, °C	
		замерзания	кипения
Глицерин . . . . .	1245	17	290
Дибутилфталат . . . . .	1047	—35	340
Волоэтиленгликолевая смесь (1:1 по объему) . . . . .	1070	—36	110
Этиленгликоль . . . . .	1118	—12	197

Таблица 1-20

## Плотность некоторых уравнивающих жидкостей

Жидкость	Плотность, кг/л, при t, °C					
	10	15	20	25	30	35
Вода . . . . .	0,9997	0,9991	0,9982	0,9971	0,9967	0,994
Четыреххлористый углерод . . . . .	1,614	1,604	1,594	1,585	1,575	1,566
Бромистый этилен . . . . .	2,190	2,173	2,165	2,158	2,148	2,138
Четырехбромистый ацетилен . . . . .	2,999	2,989	2,980	2,970	2,961	2,951
Ртуть . . . . .	13,571	13,558	13,546	13,534	13,522	13,51

Разделительная жидкость должна подбираться таким образом, чтобы она химически не взаимодействовала ни с измеряемой средой, ни с уравнивающей жидкостью дифманометра, не смешивалась с ними, а также не давала отложений и не воздействовала на материал соединительных линий, разделительных сосудов и внутренней полости дифманометра. Плотность разделительной жидкости приведена в табл. 1-19 и должна быть меньше плотности уравнивающей жидкости дифманометра (табл. 1-20).

УОЛ-1-74, п. 12; УОЛ-2-74, п. 10; УОЛ-3-74, п. 16. При выборе шкалы необходимо руководствоваться предельными значениями шкал по ГОСТ 18140-72. Верхние предельные значения шкалы выбираются из ряда: 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8 — с коэффициентом  $10^n$ , где  $n$  — целое положительное или отрицательное число или нуль.

Может быть принята шкала 0—100%.

Шкала дифманометра-расходомера выбирается по наибольшему измеряемому расходу и имеет ближайшее стандартное значение.

Величина отношения наибольшего расхода к наименьшему не должна превышать трех. Поэтому диапазон измерения расхода должен быть от 50 до 100% предельного значения шкалы, в крайнем случае допускается от 30 до 100%.

Заводы изготовляют расходомеры при условии, если минимальный расход составляет не менее 30%, а средний — не менее 50% выбранной шкалы.

В отдельных случаях требуется расширить диапазон измерений, например в случае ввода котельной по частям или сезонности ее работы.

Расширение диапазона измерений может быть достигнуто подключением к одной диафрагме двух дифманометров (если приборы интегрирующие, то во время работы одного из них другой должен быть выключен). В этом случае заказывают два дифманометра, два вторичных прибора (если дифманометры бесшкальные) и одну диафрагму. Заказ на два дифманометра одного и того же завода на разные расходы, работающих от одной диафрагмы, оформляется в одном опросном листе. Заказ на два дифманометра на разные расходы разных заводов оформляется следующим образом: один из дифманометров с диафрагмой заказывается по опросному листу с указанием перепада давления; второй дифманометр заказывается без опросного листа. Недопустимо заказывать к одной диафрагме дифманометры типов ДМ и ДП, поскольку расчеты диафрагмы для этих типов дифманометров различны. Допустимо сочетание для работы с одной диафрагмой только дифманометров типов ДМ и ДСС.

Приборостроительные заводы не принимают заказ к исполнению в случае искусственного завышения шкал против реальных расходов, что имеет место, когда при проектировании неизвестны реальные расходы или предполагается расширение котельной. Это объясняется резким возрастанием погрешности измерения при уменьшении расходов ниже 30% предела шкалы. Так, например, при расходе в 25%  $Q_{\max}$  относительная погрешность в 16 раз больше, чем при расходе  $Q_{\max}$ . Случайные или кратковременные расходы, превышающие шкалу дифманометра, не нарушают работоспособности прибора. Небольшое завышение шкалы против максимального расхода можно рекомендовать лишь для дифманометров типа ДП.

УОЛ-1-74, п. 13; УОЛ-2-74, п. 11; УОЛ-3-74, п. 17. Указывается максимально допустимая потеря давления, соответствующая верхнему пределу по шкале.

УОЛ-1-74, п. 14; УОЛ-2-74, п. 12; УОЛ-3-74, п. 18. Не допускается указывать условный диаметр вместо внутреннего. При необходимости измерения расхода в трубопроводах диаметром менее 50 мм ориентировочный расчет диафрагмы ведется, как и для трубопроводов диаметром 50 мм, но полученный расчетный перепад в этом случае меньше фактического. Поэтому за реальный перепад следует принимать перепад на один выше по шкале перепадов давления по ГОСТ 18140-72.

Если трубопровод футерован, внутренний диаметр трубопровода следует принимать с учетом толщины футеровки.

УОЛ-1-74, п. 17; УОЛ-2-74, п. 15; УОЛ-3-74, п. 21. Заводы поставляют диафрагмы камерные с одной парой отборов давления. По требованию заказчика количество пар отборов может быть увеличено до четырех. В этом случае расположение пар отборов принимается заводом симметричным или устанавливается заказчиком.

Следует учесть, что диафрагмы с более чем одной парой отборов давления поставляются без импульсных трубок. Если количество пар отборов давления на одной диафрагме не совпадает с числом дифманометров, заказываемых по данному опросному листу, для дифманометров, заказываемых дополнительно, следует указать расчетный перепад давления.

**УОЛ-1-74, п. 18; УОЛ-2-74, п. 16; УОЛ-3-74, п. 22.** Верхние пределы измерений статического давления дифманометрами с дополнительной записью давления: для рабочего давления 16 МПа (160 кгс/см<sup>2</sup>): 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0; 16 МПа (6, 10, 16, 25, 40, 60, 100, 160 кгс/см<sup>2</sup>).

**УОЛ-3-74, п. 10.** В случаях, когда относительная влажность известна при температуре и давлении, отличающихся от рабочих, необходимо сделать пересчет по формуле (38) из «Правил 28-64», с. 21.

**УОЛ-4-74, п. 10.** Верхние пределы измерения дифманометров или сумма абсолютных значений пределов измерений уровнемеров должны выбираться из ряда: 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300 см столба измеряемой жидкости.

Допускается изготовление дифманометров, градуированных в миллиметрах или в метрах столба измеряемой жидкости. Шкала прибора может быть процентной (0—100%). В этом случае в дополнительных сведениях указывается перепад давления по ГОСТ 18140-72.

Для измерения уровня воды в деаэраторах с повышенным давлением  $p_a=0,6$  МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>),  $t=157^\circ\text{C}$ , атмосферных  $p_a=0,12$  МПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup>),  $t=104^\circ\text{C}$  и вакуумных  $p_a=0,03$  МПа (0,3 кгс/см<sup>2</sup>),  $t=70^\circ\text{C}$  применяют приборы только с односторонней шкалой 250 см (допускается применение шкал 400, 160, 100 см). Приборы с двусторонними шкалами применять не следует, так как в данном случае измеряется аварийный спад воды, а не его колебания.

При заказе дифманометров по данным заказчика без расчета на заводе-изготовителе необходимо выбирать предельный номинальный перепад давления из нормального ряда по ГОСТ 18140-72. Дифманометры могут работать в качестве расходомеров, перепадаомеров, напорометров, тягомеров, тягонапорометров, манометров. Вторичный прибор, работающий в комплекте с дифманометром-перепадаомером, должен быть без интегратора и только с линейным кулачком.

#### **Нетиповые чертежи установки средств автоматизации и общие виды нестандартизированного оборудования**

Нетиповые чертежи установки средств автоматизации разрабатываются при невозможности применения типовых чертежей и чертежей повторного использования. Содержание чертежа должно быть аналогично типовым чертежам.

Чертеж общего вида нестандартизированного оборудования должен содержать изображение изделия с его видами, разрезами, сечениями, а также надписи и пояснения, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его основных составных частей и принципа работы изделия, а также данные о составе изделия в объеме, необходимом для выполнения рабочих чертежей.

Рабочие чертежи нестандартизированного оборудования в состав проекта автоматизации котельной не входят и выполняются по отдельному договору специализированным отделом (организацией).

#### **Смета на приобретение и монтаж средств автоматизации**

Сметная документация к техно-рабочему проекту составляется в соответствии с указаниями «Инструкции по разработке проектов и смет промышленного строительства» СН 202-76.

В сметы на приобретение и монтаж средств автоматизации не включаются:

а) стоимость ответных фланцев, фланцевых соединений, расширителей, бобышек, штуцеров, гильз, карманов и других закладных устройств, а также стоимость их монтажа;

б) стоимость клапанов регулирующих и безопасности, заслонок, задвижек (в том числе с дистанционным управлением) и запорной трубопроводной арматуры, устанавливаемых на технологических трубопроводах, а также стоимость монтажа указанных устройств;

в) стоимость монтажа объемных и скоростных счетчиков, ротаметров, сужающих устройств и тому подобных приборов, устанавливаемых на технологических трубопроводах.

Стоимость перечисленного в пп. «а» и «б» оборудования, материалов и монтажных работ, а также стоимость материалов и монтажных работ для монтажа оборудования, перечисленного в п. «в», предусматривается в сметной документации тепломеханической части проекта.

## 2-1. Основные положения

Все решения по автоматизации котельных принимаются в процессе разработки функциональных схем.

Функциональные схемы автоматизации разрабатывают вслед за проектированием теплотехнических схем и принятием решений по выбору основного и вспомогательного оборудования котельной, его механизации и тепломеханических коммуникаций.

При разработке функциональных схем определяются степень автоматизации котельной, размещение приборов и пунктов контроля и управления, осуществляется выбор аппаратуры автоматизации.

Нормативным документом, определяющим объем оснащения оборудования котельных средствами автоматики безопасности, сигнализации, автоматического регулирования, теплотехнического контроля, дистанционного и автоматического управления, являются СНиП П-35-75, «Котельные установки», утвержденные Госстроем СССР. В этих СНиП (разд. 15 — «Автоматизация») приведены основные положения, которыми следует руководствоваться при разработке проектов автоматизации котельных.

При выполнении проекта автоматизации следует соблюдать, кроме требований настоящего раздела, также строительные нормы и правила по монтажу систем автоматизации и требования заводов — изготовителей оборудования.

Автоматизация котельных может быть полной, комплексной или частичной. Полная автоматизация предусматривает автоматизацию всего оборудования и эксплуатацию котельных без постоянного обслуживающего персонала; комплексная — автоматизацию всего оборудования котельных при их эксплуатации с постоянным обслуживающим персоналом; частичная — автоматизацию отдельных видов оборудования котельных.

Частичная автоматизация не устраняет диспропорций в трудоемкости отдельных участков технологического процесса и должна выполняться в случаях, когда технологическое оборудование не позволяет предусмотреть комплексную автоматизацию. Значительному повышению надежности и улучшению технико-экономических показателей работы оборудования способствует комплексная автоматизация котельных. Полная автоматизация наиболее соответствует современному уровню производства, резко повышая производительность труда.

Степень автоматизации (полная, комплексная, частичная) котельных и технические средства для автоматизации принимаются на основе соответствующих технико-экономических обоснований.

При разработке функциональных схем автоматизации следует применять серийно выпускаемые приборы, регуляторы и аппаратуру. Применение опытных образцов приборов, а также импортной аппаратуры допускается только при наличии соответствующих технико-экономических обоснований и согласовании возможности их поставки.

## 2-2. Теплотехнический контроль

Параметры, наблюдение за которыми необходимо для эксплуатации котельной, следует контролировать показывающими приборами. Параметры, изменение которых может привести к аварийному состоянию оборудования, необходимо контролировать сигнализирующими показывающими приборами. Параметры, учет которых необходим для анализа работы оборудования или хозяйственных расчетов, должны контролироваться регистрирующими или суммирующими приборами.

Рекомендуется применение приборов с совмещенными функциями: показание и регистрация, регистрация и суммирование и т. п.

1. Паровые котлы с рабочим давлением свыше 0,17 МПа ( $1,7 * \text{кгс/см}^2$ ) и паропроизводительностью менее 4 т/ч должны быть оборудованы показывающими приборами для измерения:

- а) температуры и давления питательной воды в общей магистрали перед котлами;
- б) давления пара и уровня воды в барабане;
- в) давления воздуха под решеткой или перед горелкой;
- г) разрежения в топке;
- д) давления жидкого и газообразного топлива перед горелками.

2. Паровые котлы с рабочим давлением свыше 0,17 МПа ( $1,7 \text{ кгс/см}^2$ ) и паропроизводительностью от 4 до 30 т/ч должны быть оборудованы показывающими приборами для измерения:

- а) температуры пара за пароперегревателем до главной паровой задвижки;
- б) температуры питательной воды за экономайзером;
- в) температуры уходящих газов;
- г) температуры воздуха до и после воздухоподогревателя;
- д) давления пара в барабане (для котлов производительностью более 10 т/ч указанный прибор должен быть регистрирующим);
- е) давления перегретого пара до главной паровой задвижки;
- ж) давления пара у мазутных форсунок;
- з) давления питательной воды на входе в экономайзер после регулирующего органа;
- и) давления воздуха: после дутьевого вентилятора; после каждого регулирующего органа для котлов, имеющих зонное дутье; перед горелками за регулирующими органами; перед пневмозабрасывателями;
- к) давления жидкого и газообразного топлива перед горелками за регулирующим органом;
- л) разрежения в топке;
- м) разрежения перед дымососом;
- н) расхода пара на общем паропроводе от котлов (самопищущий прибор);

\* Здесь и далее по тексту принято абсолютное давление.

о) содержания кислорода в уходящих газах (переносный газоанализатор);

п) уровня воды в барабане. При расстоянии от площадки, с которой ведется наблюдение за уровнем воды, до оси барабана более 6 м или при плохой видимости водоуказательных приборов на барабане следует дополнительно предусматривать два сниженных указателя уровня; один из указателей должен быть регистрирующим.

3. Паровые котлы с давлением пара свыше 0,17 МПа (1,7 кгс/см<sup>2</sup>) и паропроизводительностью более 30 т/ч должны быть оборудованы показывающими приборами для измерения:

а) температуры пара за пароперегревателем до главной паровой задвижки (показывающий и регистрирующий);

б) температуры питательной воды за экономайзером;

в) температуры уходящих газов (показывающий и регистрирующий);

г) температуры воздуха до и после воздухоподогревателя;

д) температуры пылевоздушной смеси в пылепроводах перед горелками при транспортировке пыли горячим воздухом;

е) давления пара в барабане;

ж) давления перегретого пара до главной паровой задвижки (показывающий и регистрирующий);

з) давления пара у мазутных форсунок;

и) давления питательной воды на входе в экономайзер после регулирующего органа;

к) давления воздуха;

после дутьевого вентилятора;

после каждого регулирующего органа для котлов, имеющих зонное дутье;

перед горелками за регулирующими органами;

перед пневмозабрасывателями;

л) давления жидкого и газообразного топлива перед горелками за регулирующим органом;

м) разрежения в топке;

н) разрежения перед дымососом;

о) расхода пара от котла (показывающий и регистрирующий);

п) расхода жидкого и газообразного топлива на котел (суммирующий и регистрирующий);

р) расхода питательной воды к котлу (показывающий и регистрирующий);

с) содержания кислорода в уходящих газах (автоматический показывающий и регистрирующий газоанализатор);

т) уровня воды в барабане. При расстоянии от площадки, с которой ведется наблюдение за уровнем воды, до оси барабана более 6 м или при плохой видимости водоуказательных приборов на барабане котла следует дополнительно предусматривать два сниженных указателя уровня; один из указателей должен быть регистрирующим.

4. Паровые котлы с давлением пара 0,17 МПа (1,7 кгс/см<sup>2</sup>) и ниже и водогрейные котлы с температурой воды 115°C и ниже должны оборудоваться показывающими приборами для измерения:

а) температуры воды в общем трубопроводе перед водогрейными котлами и на выходе из каждого котла (до запорной арматуры);

б) давления пара в барабане парового котла;

в) давления воздуха после группового дутьевого вентилятора;

г) давления воздуха после регулирующего органа;

д) разрежения в топке котла;

е) разрежения за котлом;

ж) давления газа перед горелками.

5. Водогрейные котлы с температурой воды свыше 115°C должны быть оборудованы показывающими приборами для измерения:

а) температуры воды на входе в котел после запорной арматуры;

б) температуры воды на выходе из котла до запорной арматуры.

Примечание. Установка регистрирующих приборов по пп. «а» и «б» допускается при требовании завода — изготовителя котла о поддержании постоянной температуры воды.

в) температуры воздуха до и после воздухоподогревателя;

г) температуры уходящих газов (показывающий и регистрирующий);

д) давления воды на входе в котел после запорной арматуры и на выходе из котла до запорной арматуры;

е) давления воздуха;

после дутьевого вентилятора;

после каждого регулирующего органа для котлов, имеющих зонное дутье;

перед горелками за регулирующими органами;

перед пневмозабрасывателем;

ж) давления жидкого и газообразного топлива перед горелками после регулирующего органа;

з) разрежения в топке котла;

и) разрежения перед дымососом;

к) расхода воды через котел (показывающий и регистрирующий);

л) расхода жидкого и газообразного топлива для котлов теплопроизводительностью от 30 Гкал/ч и более (суммирующий и регистрирующий);

м) содержания кислорода в уходящих газах переносными газоанализаторами для котлов производительностью до 20 Гкал/ч включительно, а для котлов большей производительностью — автоматическими показывающими и регистрирующими газоанализаторами.

6. Системы пылеприготовления должны быть оборудованы показывающими приборами для измерения:

а) температуры воздуха перед мельницей или подсушивающим устройством;

б) температуры пылевоздушной смеси за мельницей;

в) температуры пыли в бункере (для всех топлив, кроме антрацита);

г) сопротивления шаровых барабанных и среднеходных мельниц.

7. В котельных должны быть предусмотрены показывающие приборы для измерения:

а) температуры прямой и обратной сетевой воды;

б) температуры воды в питательных магистралях перед котлами (только при установке подогревателей высокого давления ПВД);

в) температуры конденсата, возвращаемого в котельную (в каждом трубопроводе);

- г) температуры жидкого топлива на входе в котельную;
- д) давления в подающих и обратных трубопроводах тепловых сетей (до и после грязевиков);
- е) давления жидкого и газообразного топлива в магистралях перед котлами.

8. В котельных должны быть предусмотрены регистрирующие приборы для измерения:

- а) температуры перегретого пара в общем паропроводе к потребителям;
- б) температуры воды в подающих трубопроводах системы теплоснабжения и горячего водоснабжения и в каждом обратном трубопроводе;
- в) температуры возвращаемого конденсата;
- г) давления пара в общем паропроводе к потребителям (при требовании потребителей);
- д) давления воды в каждом обратном трубопроводе системы теплоснабжения;
- е) давления и температуры газа в общем газопроводе котельной;
- ж) расхода воды в каждом подающем трубопроводе системы теплоснабжения и горячего водоснабжения (регистрирующий и суммирующий);
- з) расхода пара к потребителям (регистрирующий и суммирующий);
- и) расхода воды, поступающей на подпитку тепловой сети при ее количестве 2 т/ч и более (регистрирующий и суммирующий);
- к) расхода циркуляционной воды горячего водоснабжения (регистрирующий и суммирующий);
- л) расхода возвращаемого конденсата (регистрирующий и суммирующий);
- м) расхода газа в общем газопроводе котельной (регистрирующий и суммирующий).
- н) расхода жидкого топлива в прямой и обратной магистрали (регистрирующий и суммирующий).

9. Деаэрационные установки необходимо оборудовать показывающими приборами для измерения:

- а) температуры и уровня в баках деаэрированной воды;
- б) температуры воды, поступающей в деаэратор;
- в) давления пара в деаэраторах атмосферного и повышенного давления (показывающий и регистрирующий);
- г) разрежения в вакуумных деаэраторах (показывающий и регистрирующий).

10. Насосные установки должны быть оборудованы показывающими приборами для измерения:

- а) давления воды, жидкого топлива и жидких присадок во всасывающих патрубках (после запорной арматуры) и в напорных патрубках (до запорной арматуры) всех насосов;
- б) давления пара перед паровыми питательными насосами;
- в) давления пара после паровых питательных насосов (при использовании отработавшего пара).

11. Установки для нагрева воды и мазута необходимо оборудовать показывающими приборами для измерения:

- а) температуры нагреваемой и греющей среды после каждого подогревателя;

- б) температуры конденсата после охладителей конденсата;
- в) давления нагреваемой среды в общем трубопроводе до подогревателей и за каждым подогревателем;
- г) давления пара к подогревателям.

12. Кроме указанных в пп. 10 и 11, следует предусматривать показывающие приборы для измерения:

- а) в водоподготовительных установках:
  - давления воды до и после каждого фильтра;
  - расхода воды, поступающей к каждому ионитному фильтру (при установке двух фильтров расходомер предусматривается общий на оба фильтра);
  - расхода воды, поступающей на водоподготовку (суммирующий прибор);
  - расхода воды на взрыхление фильтров;
  - расхода воды после каждого осветлительного фильтра;
  - расхода воды, поступающей к каждому эжектору приготовления регенерационного раствора;
  - уровня в баках декарбонизированной и осветленной воды;
- б) в установках для снабжения котельных жидким топливом:
  - температуры топлива в баках;
  - давления топлива до и после фильтров;
  - уровня топлива в резервуарах и приемной емкости;
  - в) в установках для приема и ввода жидких присадок — температуры присадок в баках.

13. Редукционные, редукционно-охладительные и охладительные установки должны быть оборудованы показывающими приборами для измерения:

- а) температуры перегретого пара в подводящем паропроводе;
  - б) температуры охлажденного пара;
  - в) давления пара в подводящем паропроводе;
  - г) давления редуцированного пара.
14. Система пневмозолошлакоудаления должна быть оборудована показывающими приборами для измерения:
- а) давления пара к эжекционной вакуумной установке;
  - б) разрежения в воздухопроводе между осадительной камерой и вакуумной установкой;
  - в) разрежения на выходе из вакуумной установки до запорной арматуры.

Место установки прибора — непосредственно у оборудования или трубопровода, на местном или центральном щите управления — определяется частотой, с которой эксплуатационный персонал обращается к показаниям того или иного прибора, к контролю того или иного параметра, другими словами, степенью важности этого параметра в общем технологическом процессе выработки пара или высокотемпературной воды. Выбор места установки прибора определяется также наличием или отсутствием центрального либо местного щита управления, рабочим местом машиниста котлоагрегата, экономическими соображениями, поскольку установка местного прибора, как правило, дешевле установки щитового прибора, особенно если учитывать ограничения допустимых длин импульсных линий и необходимость в этом случае применения комплекта прибора, состоящего из датчика, устанавливаемого по месту, и вторичного прибора на щите.

В ряде случаев с целью уменьшения размеров панелей щитов и строительных габаритов помещения центрального щита управле-

ния регистрирующие приборы устанавливают по месту, располагая малогабаритные показывающие приборы на панелях центрального щита.

При проектировании систем автоматизации котельных рекомендуются следующие решения:

а) приборы контроля, устанавливаемые по месту, — перечисленные в пп. 1; 2«б»—«г», «ж»—«и» (после дутьевого вентилятора, после каждого регулирующего органа для котлов, имеющих зонное дутье, перед пневмозабрасывателями), «м», «н», «п»; 3«б», «е», «з»—«к» (перед горелками за регулирующими органами, перед пневмозабрасывателями), «н», «п»; 4; 5«а», «в», «д» (на входе в котел), «е» (после дутьевого вентилятора, перед пневмозабрасывателями), «и»; 6«а», «в»; 7«а», «в»—«ж»; 8«в», «д»—«м»; 9а; 10; 11; 12«а», «б» (давления топлива до и после фильтров); 13«а», «в», «г»; 14;

б) приборы контроля, устанавливаемые на щите управления, — перечисленные в пп. 2«а», «в», «д», «е», «и» (после регулирующего органа для главной зоны для котлов, имеющих зонное дутье, перед горелками за регулирующими органами), «к», «л», «п»; 3«а», «в»—«ж», «к» (после дутьевого вентилятора, после регулирующего органа для главной зоны для котлов, имеющих зонное дутье), «л», «м», «о», «р», «с», «т»; 5«б», «г», «д» (на выходе из котла), «е» (после регулирующего органа для главной зоны для котлов, имеющих зонное дутье, перед горелками за регулирующими органами), «ж», «з», «л»; 6«б»; 7«б»; 8«а», «б», «г»; 9«б»—«г»; 12«б» (температуры топлива в резервуарах, уровня топлива в резервуарах и приемной емкости), «в» (на щите мазутонасосной); 13«б».

### 2-3. Схемы автоматического регулирования паровых барабанных котлов

В котлоагрегатах типов ДКВР, ДЕ, ГМ-50 и БКЗ-75 регулируются процессы горения, питания котла водой.

Кроме того, для котлов БКЗ-75 и ГМ-50 предусматривается регулирование температуры перегретого пара и непрерывной продувки. Схемы автоматического регулирования для этих котлов определяются техническими условиями завода — изготовителя котлов. Автоматическое регулирование процесса горения включает регулирование подачи топлива в топку в зависимости от нагрузки котла (расход пара от котла), поддержание оптимального соотношения топлива и воздуха для экономического сжигания топлива, поддержание требуемого устойчивого разрежения в топке.

Расход пара от котла зависит от общей нагрузки котельной. Изменение нагрузки приводит к колебанию давления как в общей паровой магистрали, так и в барабанах котлов. Количество пара, вырабатываемого котлом, и стабилизация давления в барабане зависят от количества тепла, выделившегося в топке при сгорании топлива. Не все количество тепла, выделяемого при сгорании топлива, расходуется на парообразование. Часть тепла, например при увеличении нагрузки, расходуется на подогрев пароводяной смеси и металла трубных поверхностей нагрева котла. Поэтому количество тепла, полученного в топке при сжигании топлива, не пропорционально расходу пара.

Установленная зависимость между тепловосприятием топки и расходом пара выражается формулой

$$Q = D + k \frac{dp}{dt}, \quad (1)$$

где  $Q$  — тепловыделение;  $D$  — расход пара от котла;  $dp/dt$  — скорость изменения давления пара в барабане;  $k$  — коэффициент пропорциональности.

Формула (1) есть уравнение теплового баланса котла, и по этому принципу может быть реализована схема регулирования подачи топлива «по теплу» (рис. 2-1), как принято называть суммарный импульс правой части уравнения (1). Импульс «по теплу»

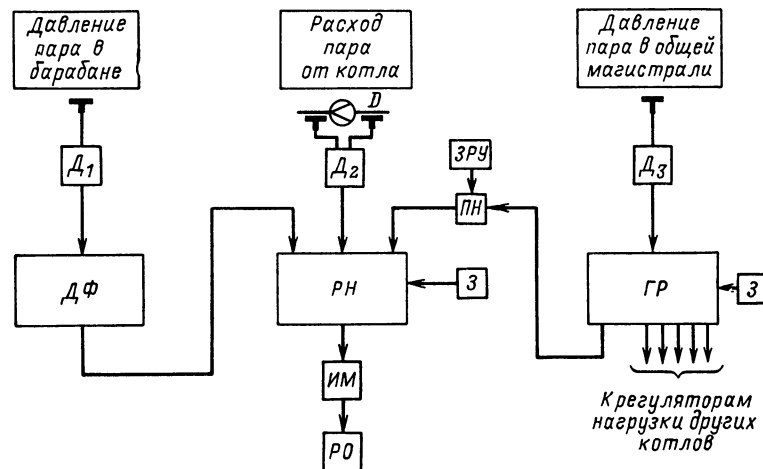


Рис. 2-1. Структурная схема регулятора нагрузки «по теплу».

$D_1$ ,  $D_2$  — датчики давления;  $D_2$  — датчик расхода;  $ДФ$  — дифференциатор;  $РН$  — регулятор нагрузки;  $ГР$  — главный корректирующий регулятор;  $З$  — задатчик;  $ИМ$  — исполнительный механизм;  $РО$  — регулирующий орган;  $ЗРУ$  — задатчик ручного управления;  $ПН$  — переключатель нагрузки;  $D$  — диафрагма.

является наиболее предпочтительным и универсальным, так как он реагирует и на внутренние и на внешние возмущения.

Внутренние возмущения — это изменение калорийности топлива (или его расхода), внешние — изменение нагрузки. В том и другом случае регулятор восстанавливает давление пара, воздействуя на изменение подачи топлива. При работе группы котлов функции распределения паровой нагрузки между параллельно работающими котлами выполняет главный регулятор, получающий импульс по давлению пара в общей паровой магистрали. Главный регулятор корректирует работу подключенных к нему (через  $ПН$  рис. 2-1) регуляторов нагрузки котлов, а оптимальное распределение нагрузок между котлами устанавливается с помощью задатчиков регуляторов нагрузки. Котел может работать и в базовом режиме: в этом случае регулятор нагрузки получает постоянное воздействие от  $ЗРУ$  а импульс от главного регулятора отключается.

При работе котла только на газообразном топливе схема регулятора нагрузки может быть упрощена (рис. 2-2) в связи с тем, что калорийность природного газа данного месторождения практически постоянна, а измерение расхода газа не вызывает трудностей.

В этом случае импульс от главного регулятора уравнивается импульсом по расходу газа, который пропорционален количеству тепла, выделяемому в топке при сжигании газа.

Приведенные выше структурные схемы регуляторов нагрузки обычно применяются для котлоагрегатов паропроизводительностью 50 т/ч и выше. Для котлоагрегатов меньшей производительности, например ДЕ и ДКВР, экономически нецелесообразно применение

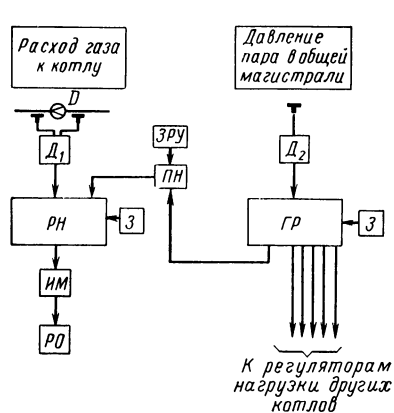


Рис. 2-2. Структурная схема регулятора нагрузки «задание — расход топлива».

$D_1$  — датчик расхода;  $D_2$  — датчик давления; РН — регулятор нагрузки; ГР — главный корректирующий регулятор; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган; ЗРУ — задатчик ручного управления; ПН — переключатель нагрузки.

сложных схем регулирования, включающих функциональные приборы (корректирующие, дифференцирующие и т. п.).

Для котлов ДЕ и ДКВР роль регулятора нагрузки выполняет регулятор давления пара в барабане котла, воздействуя на изменение подачи топлива (рис. 2-3). В этом случае регулирование паровой нагрузки параллельно работающих котлов (поддержание определенной зависимости между расходом пара из данного котла и давлением в общей паровой магистрали) осуществляется по одному из двух вариантов, приведенных на рис. 2-4, где  $p_1$  и  $p_2$  — давления в общей паровой магистрали, соответствующие минимальной и максимальной производительности котельной.

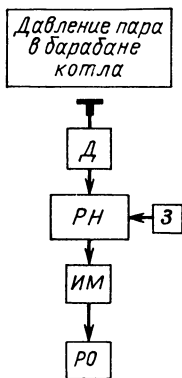


Рис. 2-3. Структурная схема регулятора нагрузки по давлению пара в барабане.

$D$  — датчик; РН — регулятор нагрузки; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган.

Разность ( $p_1 - p_2$ ) в первом случае характеризует абсолютную величину неравномерности регулирования давления в магистрали  $p_m$  во всем диапазоне изменения суммарной нагрузки параллельных котлов, во втором случае — равна сумме абсолютных неравномерностей всех регуляторов.

Для отопительно-производственных котельных, где величина  $p_m$  может колебаться в сторону уменьшения в пределах 0,15 — 0,2 Па (1,5—2 кгс/см<sup>2</sup>), рекомендуется применять схему параллельной работы котлов, приведенную на рис. 2-4, б. В отдельных случаях могут составляться другие графики распределения нагрузки между котлами, являющиеся комбинациями графиков, приведенных на рис. 2-4.

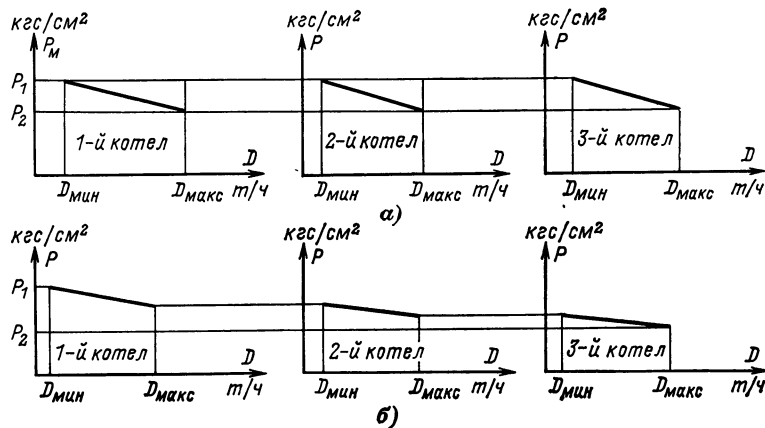


Рис. 2-4. Распределение нагрузки между котлами.

а — пропорционально номинальным производительностям параллельно работающих котлов; б — последовательное включение параллельно работающих котлов соответственно абсолютной неравномерности их регуляторов.

Поддержание оптимального соотношения топлива и воздуха (избытка воздуха) осуществляется для экономичного сжигания топлива в топке котла. Если воздуха будет подаваться больше, чем его необходимо для полного сгорания топлива, то на нагрев этого воздуха в топке расходуется дополнительное топливо, что снижает к. п. д. котла. При нехватке воздуха в топке будет происходить неполное сгорание топлива, что также снизит к. п. д.

При работе котла на газообразном топливе для котлов ГМ-50 и ВКЗ-75 рекомендуется включать регулятор по схеме «топливо — воздух» (рис. 2-5, а). Регулятор получает два импульса: по расходу газа к котлу, который непосредственно измеряется с помощью диафрагмы и дифманометра, и второй импульс по перепаду давления воздуха на воздухоподогревателе, пропорционального расходу воздуха. Регулятор воздействует на направляющий аппарат дутьевого вентилятора. В отдельных случаях, например для котлов ДЕ и ДКВР, когда по конструктивным соображениям невозможно обеспечить необходимую длину газопровода для установки сужающего устройства, импульс по расходу газа можно заменить импульсом по дав-

лению газа перед горелками, косвенно характеризующим расход газа. Следует иметь в виду, что импульс по давлению газа характеризует расход топлива только для котлов, в топке которых поддерживается устойчивое разрежение. При этом вторым импульсом, поступающим на регулятор, будет давление воздуха перед горелками (рис. 2-5, б). Статический напор воздуха в общем воздухопроводе перед горелками характеризует расход воздуха при условии, что сопротивление части воздуховода между точкой отбора импульса и горелками будет постоянным (т. е. на этом участке отсутствуют устройства, изменяющие сопротивление воздуховода).

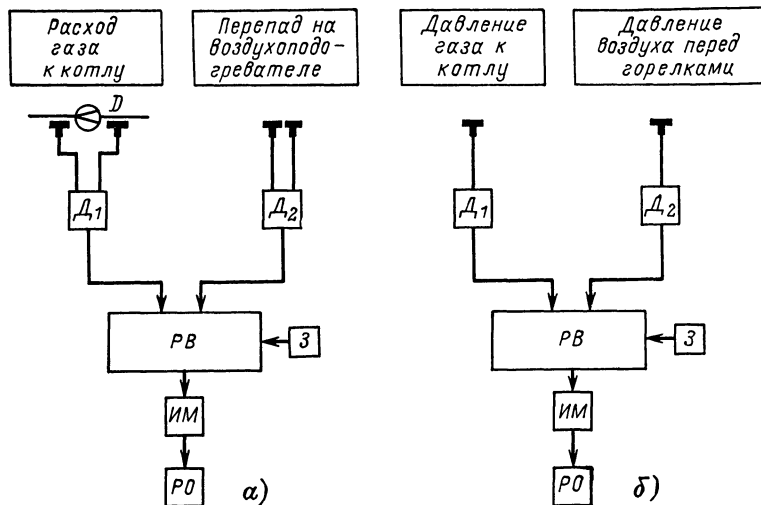


Рис. 2-5. Структурная схема регулятора воздуха (топливо — воздух).

а — расход топлива; б — давление топлива; D — диафрагма; D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> — датчики; РВ — регулятор воздуха; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган.

Для котлов, работающих на мазуте при возможности измерения расхода мазута с помощью сопла профилем «четверть круга» или двойной диафрагмы, схема топливо — воздух не отличается от схемы, показанной на рис. 2-5, а.

Для котлов ДЕ и ДКВР, работающих на мазуте и твердом топливе, импульсом, характеризующим расход топлива, является импульс от датчика перемещения выходного звена исполнительного механизма регулятора топлива. Необходимо отметить, что расход топлива не всегда соответствует положению выходного звена исполнительного механизма (так как расходная характеристика регулирующего органа нелинейная, сочленение исполнительного механизма с регулирующим органом имеет люфты и пр.).

Создание устойчивого разрежения в топке котла должно осуществляться автоматически в пределах от —20 до —30 Па (от —2

до —3 кгс/м<sup>2</sup>). В связи с тем, что топка котла является объектом со значительным самовыравниванием, регулирование может осуществляться одноимпульсным астатическим регулятором.

Регулятор разрежения получает импульс по разрежению в верхней части топочной камеры и воздействует на направляющий аппарат дымососа (рис. 2-6).

Для котлов производительностью выше 50 т/ч в схему регулятора для улучшения качества регулирования вводится исчезающая динамическая связь от регулятора воздуха. Регулирование питания котла осуществляется регулятором уровня в барабане котла

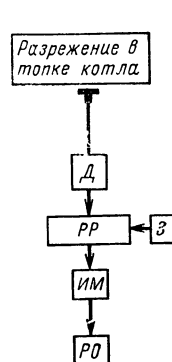


Рис. 2-6. Структурная схема регулятора разрежения.  
D — датчик; РР — регулятор разрежения; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган.

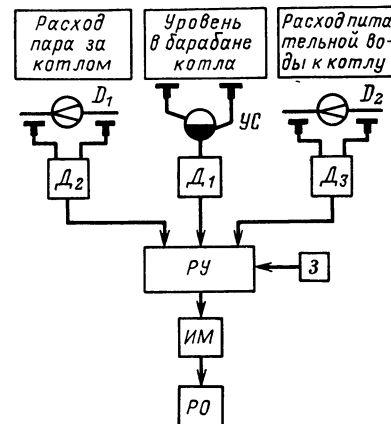


Рис. 2-7. Структурная схема регулятора уровня.

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> — диафрагмы; УС — уравнительный сосуд; D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> — датчики; РУ — регулятор уровня; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган.

(рис. 2-7). Поддержание уровня воды в барабане котла в заданных пределах означает соответствие расходу пара (нагрузке) расхода питательной воды, поступающей в барабан.

К регулятору предъявляются особо высокие требования, так как упуск уровня или перепитка котла может привести к серьезным авариям: пережогу экранных труб или забросу воды в магистральный паропровод.

На колебание уровня в барабане котла оказывает влияние не только изменение нагрузки, но и явление «набухания» воды — изменение объема, занимаемого паром в паровой смеси, проходящей через циркуляционный контур котла. «Набухание» происходит при резких изменениях давления в барабане (сброс или нарастание нагрузки) либо при колебаниях тепловыделений в топке, связанных с изменениями подачи топлива или воздуха. Например, при увеличении расхода пара уровень сначала за счет «набухания» начнет повышаться и только через некоторое время понизится. На регулятор питания от дифманометра, измеряющего уровень в барабане, посту-

падет в первый момент импульс на уменьшение подачи питательной воды.

Регулятор питания котлов ГМ-50 и БКЗ-75 суммирует три импульса: уровень в барабане, расход пара и расход питательной воды, что значительно улучшает качество регулирования, особенно при резкопеременных нагрузках.

Для котлов ДКВР и ДЕ, имеющих большой объем воды в барабане, поддержание уровня воды в требуемых пределах при малых колебаниях нагрузок достаточно хорошо обеспечивается одноимпульсным (по уровню) регулятором питания. Регулятор питания через исполнительный механизм воздействует на регулирующий клапан, установленный на трубопроводе питательной воды к котлам.

Необходимость регулирования температуры перегрева пара определяется условиями прочности металла и плавностью изменения температуры при колебаниях нагрузки. Превышение допустимой температуры пара может привести к разрушению трубопроводов из-за появления ползучести стали и значительного теплового расширения. Резкие же колебания температуры вызывают «усталость» металла, что ведет к появлению трещин в трубопроводах. К изменению температуры перегрева приводят также шлакование и загрязнение поверхностей нагрева, в том числе и самого пароперегревателя. Температура пара зависит также и от величины избытка воздуха в топке. Таким образом, регулятор должен реагировать как на колебания нагрузки, так и на внутренние возмущения. Для рассматриваемых типов котлов регулирование температуры осуществляется

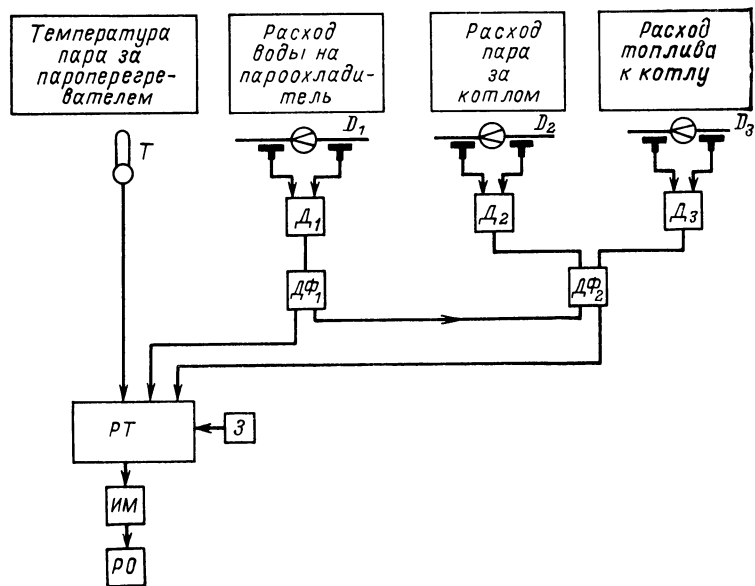


Рис. 2-8. Структурная схема регулятора температуры пара.

$D_1, D_2, D_3$  — диафрагмы;  $T$  — термопара;  $D_1, D_2, D_3$  — датчики;  $ДФ_1, ДФ_2$  — дифференциаторы;  $РТ$  — регулятор температуры;  $З$  — задатчик;  $ИМ$  — исполнительный механизм;  $РО$  — регулирующий орган.

Изменением расхода питательной воды через охладитель поверхностного типа, установленный в рассечку пароперегревателя. Наиболее распространенной схемой регулирования температуры пара является схема с двухимпульсным регулятором: по температуре пара на выходе из пароперегревателя и по скорости изменения температуры пара за парохладителем. Однако эта схема не дает желательных результатов: слабая реакция на внешние возмущения, значительное запаздывание. Наиболее полно отвечает всем предъявляемым к ней требованиям схема регулирования [22], показанная на рис. 2-8. Основным импульсом является температура пара за пароперегревателем. Регулятор температуры перегретого пара связан через объект регулирования — котел с регулятором питания, так как часть питательной воды, поступающей в барабан котла, проходит через парохладитель. Поэтому для восприятия возмущений по питательной воде в схему вводится дополнительный импульс по скорости изменения расхода воды на парохладитель.

При резкопеременных нагрузках для улучшения работы схемы рекомендуется вводить дополнительные импульсы по скорости изменения расхода пара от котла и расхода топлива к котлу, характеризующие равновесие теплового баланса пароперегревателя.

При испарении воды растворенные в ней соли не должны достигать определенной концентрации. Удаление этих солей производят с помощью непрерывной и периодической продувок. Для котлов производительностью более 50 т/ч процесс непрерывной продувки автоматизируется. Из-за отсутствия датчиков соледержания в котловой воде автоматическая продувка ведется пропорционально расходу пара. Регулятор продувки получает импульс по расходу пара и для улучшения работы схемы регулирования дополнительный импульс по положению выходного звена исполнительного механизма (рис. 2-9).

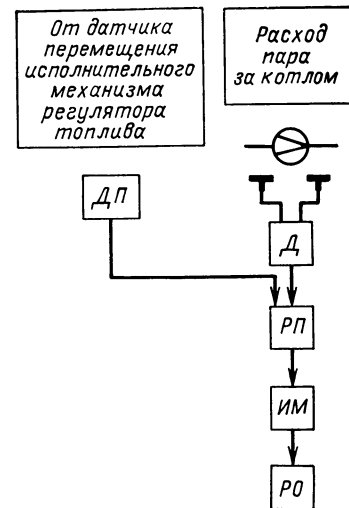


Рис. 2-9. Структурная схема регулятора непрерывной продувки.

$Д$  — диафрагма;  $ДП$  — датчик перемещения;  $Д$  — датчик;  $РП$  — регулятор непрерывной продувки;  $ИМ$  — исполнительный механизм;  $РО$  — регулирующий орган;  $З$  — задатчик.

## 2-4. Схемы автоматического регулирования водогрейных котлов

В настоящее время в малой энергетике широко применяются следующие типы водогрейных котлов: КВ-ГМ и ПТВМ-30М — для сжигания газа и мазута, ТВГ — для сжигания газа и КВ-ТС — для слоевого сжигания твердого топлива.

Регулятор нагрузки котла получает импульс по температуре воды за котлом и воздействует на изменение подачи топлива к котлу (рис. 2-10). Для котлов КВ-ТС исполнительный механизм регулятора нагрузки воздействует на плунжер пневмозабрасывателя. Регулятор соотношения топлива и воздуха включается по схеме топливо — воздух и получает два импульса: по расходу топлива и давлению воздуха.

Для котлов производительностью до 20 Гкал/ч импульс по расходу топлива может быть заменен: при сжигании газа — импульсом по давлению газа перед горелками (рис. 2-5,б); при сжигании

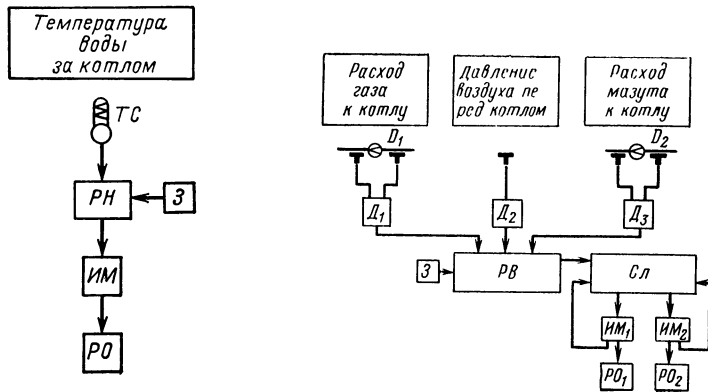


Рис. 2-10. Структурная схема регулятора нагрузки водогрейного котла.

ТС — термометр сопротивления; РН — регулятор нагрузки; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган.

жидкого и твердого топлива — импульсом от датчика выходного звена исполнительного механизма регулятора нагрузки. Регулятор воздействует на направляющий аппарат дутьевого вентилятора (при однозонных горелках) или на заслонку, установленную в воздуховоде вторичного воздуха к горелкам (при двухзонных горелках). Для котлов ПТВМ-30 и КВ-ГМ-100, комплектуемых двумя дутьевыми вентиляторами, в схему включаются дополнительно следящий прибор и отдельные исполнительные механизмы для каждого направляющего аппарата вентиляторов (рис. 2-11).

Работа регулятора разрежения не отличается от работы аналогичного регулятора для паровых котлов.

## 2-5. Схемы автоматического регулирования вспомогательного оборудования котельных установок

Действующими правилами автоматически требуется регулировать следующие параметры:

- а) давление пара за редукционными (РУ) и редукционно-охладительными (РОУ) установками;
  - б) температуру пара за РОУ;
  - в) давление в деаэраторе атмосферного типа (разрежение в вакуумном деаэраторе);
  - г) уровень в баке-аккумуляторе деаэратора;
  - д) давление жидкого топлива в общем напорном трубопроводе.
- В отопительных котельных дополнительно регулируются:
- а) температура воды в теплосети;
  - б) давление в обратном коллекторе теплосети (подпитка);
  - в) температура воды в сети горячего водоснабжения (для систем с закрытым водоразбором);
  - г) давление в циркуляционном контуре сети горячего водоснабжения;
  - д) постоянный расход воды к котлам.

Автоматическое регулирование РУ в котельных, вырабатывающих насыщенный пар, заключается в поддержании заданного (пониженного) давления пара после редуцирования. Единственным возмущающим воздействием на регулируемую величину является изменение потребления пара. С точки зрения динамической характеристики РУ является объектом с распределенной по длине емкостью. Учитывая, что РУ обладает значительным самовыравниванием, а отбор импульса осуществляется вблизи РУ, можно считать редукционную установку одноемкостным объектом с самовыравниванием. Рекомендуемая схема регулирования аналогична изображенной на рис. 2-3.

Регулятор получает импульс по давлению пара и воздействует через исполнительный механизм на регулирующий клапан.

При выработке котлом перегретого пара для понижения его давления и температуры применяется РОУ. Регулятор давления работает так же, как и в РУ. Регулирование температуры осуществляется впрыском воды.

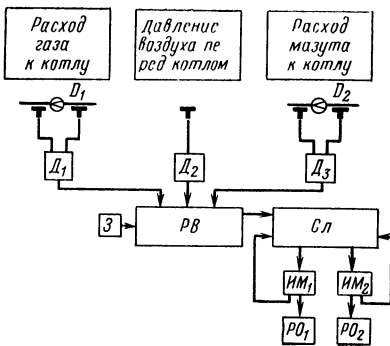
Для улучшения качества регулирования следует одновременно изменять и давление и температуру перегретого пара. С этой целью от регулятора давления к регулятору температуры предусмотрена динамическая связь (рис. 2-12).

В котельных с паровыми котлами термическая деаэрация (удаление из воды растворенных в ней газов) производится в деаэраторах атмосферного типа. «Винновниками» коррозии трубных систем котла и вспомогательного оборудования являются в первую очередь растворенный в воде кислород, а также углекислый газ. Растворимость газа зависит от температуры: при повышении температуры она уменьшается, а в кипящей воде близка к нулю. Для нагрева воды до 104°C в деаэратор подается пар, расход которого регулируется для деаэраторов с барботажным устройством по давлению в паровом пространстве бака-аккумулятора. Структурная схема аналогична схеме на рис. 2-3.

Для восприятия неизбежных потерь конденсата на производстве в деаэратор поступает химически очищенная вода. Регулятор уровня

Рис. 2-11. Структурная схема регулятора воздуха (топливо — воздух).

$D_1, D_2$  — сужающее устройство;  $D_1, D_2, D_3$  — датчики; РВ — регулятор воздуха; З — задатчик; Сл — следящий прибор; ИМ<sub>1</sub>, ИМ<sub>2</sub> — исполнительные механизмы; РО<sub>1</sub>, РО<sub>2</sub> — регулирующие органы.



в деаэрационном баке воздействует на изменение расхода воды (рис. 2-13).

Для деаэраторов одного давления, работающих параллельно, следует применять один регулятор давления пара и один регулятор уровня воды в баках на группу деаэраторов. В этом случае деаэраторы должны иметь уравнивательные линии по воде и пару.

Поддержанию постоянного давления мазута в напорном трубопроводе, так же как и давления воды в питательных магистралях, преследует цель стабилизации давления перед регулируемыми клапанами топлива и питания котла. Эти регуляторы работают по схеме регулятора рис. 2-3.

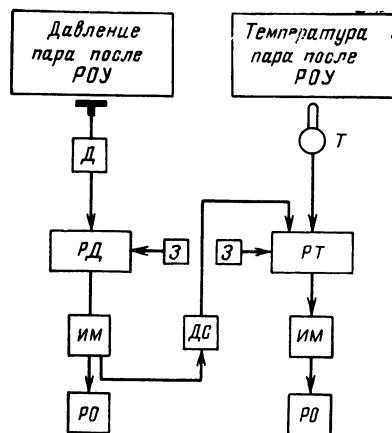


Рис. 2-12. Структурная схема автоматического регулирования РОУ. Д — датчик; ТС — термопара; РД — регулятор давления пара; РТ — регулятор температуры пара; ДС — динамическая связь; З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган.

Регулирующий клапан регулятора давления мазута устанавливается на циркуляционном мазутопроводе в мазутонасосную, а регулятора давления питательной воды — на линии сброса ее в деаэрактор.

В отопительно-производственных котельных, где для нужд отопления устанавливаются подогревательные установки, для поддержания температуры воды в теплосети в соответствии с отопительным графиком необходимо предусматривать регулятор температуры. Отопительный график котельной выражает зависимость температуры сетевой воды от температуры наружного воздуха. Схема регулятора температуры сетевой воды с коррекцией по температуре наружного

воздуха не оправдала себя, потому что датчик температуры наружного воздуха не в состоянии учесть влияние направления ветра, его силу, интенсивность солнечной радиации, температуру помещений и еще ряд факторов, влияющих на теплоемкость отапливаемых зданий. Поэтому необходимая температура сетевой воды, которую должен поддерживать регулятор, определяется оператором по отопительному графику и задается вручную. (Как правило, это средняя температура за прошедшие 0,5 сут.)

В котельных, предназначенных для теплоснабжения только зданий с периодическим пребыванием людей (учреждения, зрелищные предприятия и т. п.), рекомендуется предусматривать возможность программного регулирования отпуска тепла с целью экономии топлива за счет снижения температуры помещений на периоды отсутствия людей.

Температура воды в теплосети может поддерживаться несколькими способами:

- воздействием на расход пара, подаваемого на подогреватель;
- изменением поверхности нагрева подогревателя;
- подмешиванием части обратной сетевой воды в прямую.

Регулирование температуры сетевой воды изменением расхода насыщенного пара имеет определенные недостатки: неудовлетворительная работа регулирующего клапана на насыщенном паре низкого давления и возможность появления вакуума в паровом пространстве подогревателя при температуре насыщенного пара меньше 100°C, снижение давления конденсата (при малых нагрузках) ниже величины, необходимой для его поступления в деаэрактор.

При регулировании изменением поверхности нагрева подогревателя регулирующий орган устанавливается на линии конденсата после подогревателя, и в зависимости от температуры сетевой воды часть поверхности нагрева затопляется конденсатом и исключается из активного теплообмена. При этом способе диапазон регулирования невелик и быстрее выходят из строя поверхности нагрева подогревателя. При регулировании подмешивания регулирующий орган устанавливается на обводной линии подогревателя или группы подогревателей, пропускающая часть обратной сетевой воды непосредственно в теплосеть, минуя подогреватели. Структурная схема аналогична схеме на рис. 2-10. Эта схема регулирования получила наиболее широкое распространение. Однако ее применение требует детального расчета сопротивления обводной линии<sup>1</sup>.

Регулирование подпитки теплосети ведется в зависимости от величины давления обратной сетевой воды на всасе сетевых насосов. Задача регулятора подпитки заключается в сохранении постоянного пьезометрического графика тепловой сети. Для теплосетей, выполненных с закрытой схемой водоразбора, подпитка составляет приблизительно 2% количества циркулирующей воды. При небольших расходах можно устанавливать регулятор давления прямого действия. В системах с открытым водоразбором, когда нагрузки велики и резко меняются, лучше использовать регулятор косвенного действия по аналогии с рис. 2-3. Динамическая характеристика процесса подпитки может быть принята, как для одноемкостного объекта

<sup>1</sup> По этому же принципу построена схема регулирования температуры для блочных водоподогревательных установок (ОСТ 24 03.015 Минтяжмаша), где в качестве регулирующего органа предусмотрен трехходовой клапан, что улучшает качество регулирования, но серийно эти клапаны до сих пор не выпускаются.

с самовывравниванием, и поэтому для регулирования давления воды на всасе сетевых насосов рекомендуется применять статический регулятор.

В котельных, имеющих подогреватели для нужд горячего водоснабжения, необходимо поддерживать температуру воды постоянной (не выше 70°C). Этот регулятор выполняется по схеме регулятора температуры воды в теплосеть (рис. 2-10).

Регулирование температуры воды в теплосеть в котельной с водогрейными котлами связано с регулированием температуры воды за котлами и расходом воды через котлы. На рис. 2-14 и 2-15 представлены функциональные схемы автоматизации водогрейной котельной, работающей на жидком и газообразном топливе. Технологические требования, предъявляемые к системе регулирования, следующие:

температура воды в теплосеть должна поддерживаться в соответствии с отопительным графиком; расход воды через котлы должен быть постоянным; температура воды на выходе из котлов должна быть не выше 150°C.

При работе водогрейных котлов на сернистом мазуте для исключения влияния коррозии конвективных поверхностей нагрева, вызываемых конденсацией серной кислоты, температуру воды на выходе из котла необходимо поддерживать постоянной, равной 150°C.

В этом случае температура воды в теплосеть поддерживает регулятор температуры, воздействуя на расход воды через переключку, а постоянный расход воды к котлам обеспечивает регулятор расхода, получающий суммарный импульс по расходу воды за котлами и воздействующий на подачу воды к котлам из контура рециркуляции.

Постоянный расход воды к каждому котлу обеспечивается при наладке путем выравнивания гидравлических сопротивлений трубопроводов с помощью дроссельных шайб от коллектора обратной сетевой воды до котла. Для котлов, сжигающих только газообразное топливо, температура воды на входе должна быть не менее 70°C во избежание появления коррозии и для обеспе-

чения паспортной производительности котла. В этом случае схема автоматизации несколько видоизменяется (рис. 2-15): температура воды в теплосети поддерживается регуляторами нагрузки котлов; регулирование температуры воды перед котлами осуществляет регулятор, получая импульс по температуре воды перед котлами и воздействуя на подачу воды из контура рециркуляции. Регулирование постоянного расхода к котлам осуществляет регулятор, пропуская часть воды из обратной линии тепловой сети в прямую. Структурные схемы регуляторов показаны на рис. 2-10 и 2-16. В водогрейных котельных, где отсутствует теплоноситель пар, широкое применение получили вакуумные деаэраторы. Давление  $7,5 \cdot 10^3$  или  $3 \cdot 10^4$  Па (0,075 или 0,3 кгс/см<sup>2</sup>), создаваемое эжекторами, обеспечивает температуру воды на выходе из деаэратора соответственно 40 либо 70°C. Вода для деаэрации поступает с температурой на 15—25°C ниже температуры кипения. Для догрева воды до температуры кипения непосредственно в деаэратор подается высокотемпературная вода. Остаточная концентрация растворенного в воде кислорода после деаэрирования — от 30 до 50 мкг/кг (в зависимости от схемы теплоснабжения). Автоматическое регулирование процесса деаэратора в вакуумных деаэраторах, работающих с давлением 0,3 кгс/см<sup>2</sup>, осуществляется двумя регуляторами. Первый из них поддерживает постоянной температуру 55°C воды, прошедшей водоподготовку, воздействуя на подачу в подогреватели высокотемпературной воды от котлов, и второй, получая импульс по величине вакуума в деаэраторе, подает высокотемпературную воду непосредственно в деаэратор, догревая воду до 70°C. Если деаэратор работает с давлением 0,075 кгс/см<sup>2</sup> (температура на выходе равна 40°C), то в деаэратор сразу подается химически очищенная вода, без подогрева, так как ее температура 25—30°C и первый регулятор не нужен. Уровень в вакуумных деаэраторах регулируется так же, как и атмосферных (рис. 2-13). Регулирование температуры мазута, поступающего в горелки, производится, как правило, в мазутонасосных, где размещаются подогреватели мазута. При небольших расходах мазута на каждом подогревателе рекомендуется устанавливать регуляторы температуры прямого действия. Если не удастся подобрать регуляторы температуры прямого действия, следует устанавливать общий регулятор на группу подогревателей по аналогии со структурной схемой, показанной на рис. 2-10.

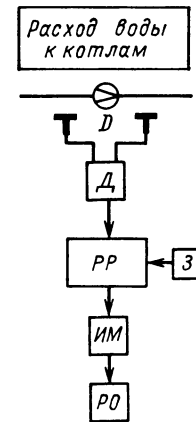


Рис. 2-16. Структурная схема регулятора расхода воды к котлам.

*D* — диафрагма; *Д* — датчик; *З* — задатчик; *ИМ* — исполнительный механизм; *РО* — регулирующий орган.

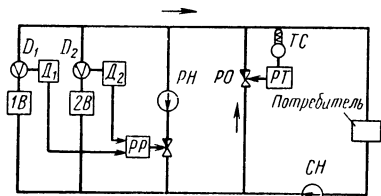


Рис. 2-14. Функциональная схема автоматического регулирования водогрейной котельной.

1В, 2В — котлы; РН — насос рециркуляционной воды; СН — насос сетевой воды; *D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> — диафрагмы; *Д*<sub>1</sub>, *Д*<sub>2</sub> — датчики; РР — регулятор постоянного расхода воды к котлам; ТС — термометр сопротивления; РТ — регулятор температуры воды в теплосеть; РО — регулирующий орган.

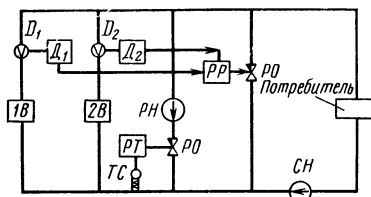


Рис. 2-15. Функциональная схема автоматического регулирования водогрейной котельной (топливо — газ).

1В, 2В — котлы; РН — насос рециркуляционной воды; СН — насос сетевой воды; *D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> — диафрагмы; *Д*<sub>1</sub>, *Д*<sub>2</sub> — датчики; РР — регулятор постоянного расхода воды к котлам; ТС — термометр сопротивления; РТ — регулятор температуры воды к котлам; РО — регулирующий орган.

## 2-6. Схемы автоматического регулирования котлов малой производительности

Паровые котлы типов Е-1/9-Г паропроизводительностью 1 т/ч и давлением 0,8 Па (8 кгс/см<sup>2</sup>) и Е-0,4/9-Г паропроизводительностью 0,4 т/ч, работающие на газообразном топливе, полностью авто-

матризованы. Котлы поставляются комплектно с системой автоматики типа АМК (см. разд. 5). Система осуществляет автоматический пуск котла, защиту его при аварийных отклонениях основных параметров, сигнализацию этих отклонений, а также поддержание в заданных пределах: давления пара в барабане; уровня воды в барабане; подачи воздуха в топку в соответствии с подачей топлива. Поскольку эти котлы работают под наддувом, отпадает необходимость в регулировании разрежения. Требуемая точность поддержания регулируемых параметров обеспечивается применением двухпозиционных регуляторов, что объясняется незначительными скоростями разгона котла по регулируемым параметрам: уровню и давлению в барабане.

Для регулирования давления пара в системе автоматики предусмотрены два клапана: «малого» и «большого» горения. Клапан «малого» горения постоянно открыт. При поступлении командного импульса клапан «большого» горения отключается или включается, что обеспечивает работу котла в диапазоне нагрузок 40—100%. Частота срабатывания клапана «большого» горения определяется величиной зоны возврата контактного устройства датчика и колебаниями нагрузки.

Регулятор уровня получает команду от двух электродов (верхнего и нижнего уровня), установленных в равномерной колонке, поставляемой с котлом.

От типа питательного насоса и схемы его привода зависит выбор регулирующего органа.

Если питательный насос мембранного типа и имеет общий электропривод с дутьевым вентилятором, то регулятор с помощью электромагнитного исполнительного механизма типа ЭИМ воздействует на клапан перепуска масла в системе гидравлического привода насоса.

Например, при повышении уровня воды регулятор уровня воздействует на открытие клапана перепуска и прекращает работу питательного насоса, при этом общий привод не отключается.

Если питательный насос имеет собственный электропривод, то регулятор уровня воздействует через магнитный пускатель на отключение или включение электродвигателя.

Регулирование подачи воздуха в топку в соответствии с количеством сжигаемого топлива осуществляется также регулятором давления пара путем электрической блокировки электромагнитного исполнительного механизма через цепи управления с соленоидным клапаном «большого» горения. При открытии клапана «большого» горения максимально открывается заслонка на воздуховоде за дутьевым вентилятором.

Положения минимального и максимального открытия заслонки на воздуховоде определяются в процессе наладки агрегата в соответствии с режимной картой и устанавливаются с помощью регулировочных винтов, имеющихся в приводе заслонки.

Паровые котлы Е-1/9-Ж и Е-0,4/9-Ж, работающие на легком топливе (печное, дизельное), комплектуются системой АМК. Однако соленоидные клапаны, регулирующие подачу топлива, с системой АМК не поставляются.

Кроме регуляторов, обеспечивающих поддержание давления, уровня и соотношения топливо — воздух, дополнительно предусмотрен двухпозиционный регулятор, поддерживающий постоянную температуру топлива включением или отключением электронагревателя,

установленного на топливопроводе. Электронагреватель предназначен только для догрева топлива перед поступлением его в форсунку, а для поддержания необходимой температуры топлива в общей топливной системе котельной должен быть предусмотрен отдельный регулятор.

Котлы Е-1/9М, предназначенные для работы на мазуте, оборудованы горелочным устройством АР-90, которое состоит из ротационной форсунки Р-90 и щита управления. На щите, кроме цепей управления электродвигателями дымососа, питательного насоса и схемы защиты, собрана схема двухпозиционного регулятора уровня воды в котле, работающего от двух датчиков (верхнего и нижнего уровня). Регулятор с помощью магнитного пускателя воздействует на включение или отключение электропривода питательного насоса.

Котлы Е-1/9-1, предназначенные для работы на твердом топливе, оснащаются пультом управления, на котором также установлен двухпозиционный регулятор уровня воды в котле. Регулятор аналогичен регулятору уровня, установленному на котле Е-1/9-М.

Чугунные секционные паровые и водогрейные котлы типов «Энергия», «Универсал», «Минск» часто оборудуются системой автоматического управления, регулирования и защиты АМКО (см. разд. 5). Система АМКО при сжигании газообразного топлива обеспечивает двухпозиционное регулирование тех же параметров, что и система АМК. Система АМКО, кроме того, включает в себя общекотельный регулятор, который в зависимости от типа устанавливаемых котлов поддерживает в заданных пределах либо температуру сетевой воды на выходе из котельной, либо давление пара в коллекторе.

В качестве общекотельного регулятора используется позиционный регулирующий прибор типа ПРП, получающий импульсы или от термометра сопротивления (водогрейные котлы), или от дифференциально-трансформаторного датчика давления (паровые котлы). Контакты микропереключателей на выходе регулирующего прибора воздействуют на включение или отключение топливных клапанов котлов. Полное отключение котла происходит при отключении клапана малого горения. В этом случае включение котла производится вручную. При работе котлов на жидком топливе из-за отсутствия до настоящего времени электромагнитных клапанов регулирование нагрузки котлов осуществляется вручную.

## 2-7. Схемы автоматического регулирования водоподготовки

Повышенные требования к качеству воды, поступающей для питания паровых котлов или подпитки теплосети, вызывают усложнение цикла водоподготовки, особенно в тех случаях, когда источником водоснабжения являются поверхностные источники.

Наряду с регулированием таких процессов, как подогрев исходной воды или поддержание постоянного уровня в баках декарбонизированной воды, возникают задачи, связанные с автоматизацией работы осветлителей и программным управлением процессом восстановления фильтров (механических, Н- или Na-катионитных).

Автоматизация осветлителя включает регулирование нагрузки осветлителя; поддержание постоянной температуры воды к осветлителю; поддержание определенного соотношения между количеством воды, поступающей на осветление, и количеством регенерируемой

воды (вода, возвращаемая в осветлитель после промывки механических фильтров); дозирование раствора реагентов.

Регулирование производительности осветлителя (рис. 2-17) осуществляется по уровню в баке осветленной воды. Регулятор воздействует на подачу воды к осветлителю. Уровень в баке зависит от производительности водоподготовки и расходов на ее собственные нужды (например, отмывка фильтров).

Следует иметь в виду, что при стабильной нагрузке осветлителя улучшаются условия сохранения слоя взвешенного осадка (шлама),

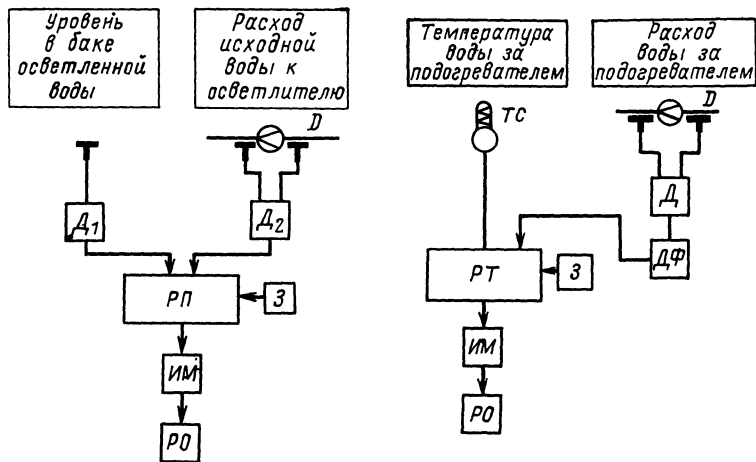


Рис. 2-17. Структурная схема регулятора производительности осветлителя.

*D* — диафрагма; *D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> — датчики; *PP* — регулятор производительности; *З* — задатчик; *ИМ* — исполнительный механизм; *РО* — регулирующий орган.

улучшается качество осветленной воды, облегчается работа дозирующих устройств. Стабилизация нагрузки достигается созданием в баке осветленной воды нерегулируемого объема (20—25% емкости бака), в пределах которого изменение уровня не вызывает срабатывания регулятора. Это осуществляется увеличением зоны нечувствительности регулятора. Для улучшения САР в качестве обратной связи вводится дополнительный импульс по расходу воды на осветлитель.

При резкопеременных нагрузках с большими амплитудами рекомендуется отключать воздействие регулятора при снижении расхода воды к осветлителю до 30 и повышении до 125% номинального. При установке группы осветлителей у каждого предусматривается свой бак и индивидуальный регулятор производительности.

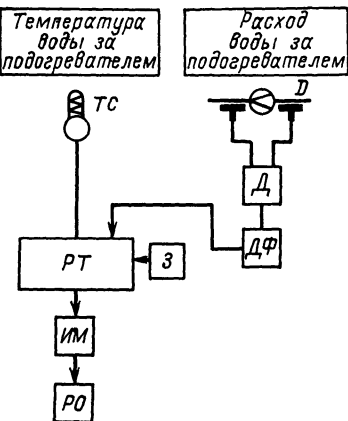


Рис. 2-18. Структурная схема регулятора температуры воды к осветлителю.

*ТС* — термометр сопротивления; *D* — диафрагма; *D* — датчик; *РТ* — регулятор температуры; *ДФ* — дифференциатор; *З* — задатчик; *ИМ* — исполнительный механизм; *РО* — регулирующий клапан.

Регулирование температуры воды, подаваемой к осветлителю (рис. 2-18), должно осуществляться с точностью  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Отклонение свыше 1 град. ведет к нарушению процесса кристаллизации в осветлителе. Регулятор получает импульс по температуре воды за подогревателем и воздействует на подачу теплоносителя к подогревателю или к группе параллельно работающих подогревателей.

При резкопеременных нагрузках следует вводить дополнительный импульс по скорости изменения расхода воды через подогреватель и устанавливать регуляторы на каждый подогреватель.

Кроме исходной воды, в осветлители поступает вода, собираемая после отмывки механических фильтров. Как правило, фильтры отмываются осветленной водой, в которую во время отмывки попадают взвешенные частицы, способствующие процессу образования шлама в осветлителях. Чтобы не нарушать процесс иламообразования в осветлителе,

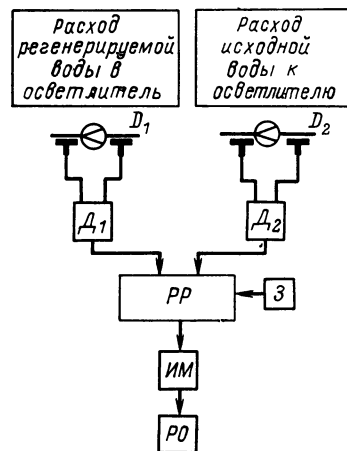


Рис. 2-19. Регулятор расхода регенерируемой воды к осветлителю.

*D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> — диафрагмы; *D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> — датчики; *PP* — регулятор расхода; *З* — задатчик; *ИМ* — исполнительный механизм; *РО* — регулирующий орган.

расход регенерируемой воды должен составлять 10—12% расхода исходной воды, поступающей на осветлитель (рис. 2-19). Регулятор соотношения подачи регенерируемой воды в осветлитель поддерживает нужное соотношение расходов, воздействуя на подачу регенерационной воды в осветлитель.

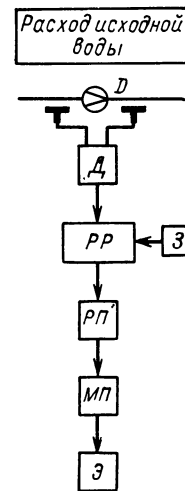


Рис. 2-20. Структурная схема регулятора дозирования реагента по расходу исходной воды. *D* — диафрагма; *D* — датчик; *PP* — импульсатор; *З* — задатчик; *PP* — промежуточное реле; *МП* — магнитный пускатель; *Э* — электродозатор.

Подача реагентов в исходную воду производится насосами-дозаторами. Теоретически дозировку реагентов следует регулировать по импульсу, отражающему качество обрабатываемой воды. Однако надежные дешевые и простые в эксплуатации приборы промышленности в настоящее время не выпускает. Поэтому дозировка реагентов выполняется насосом-дозатором пропорционально расходу обрабатываемой воды (рис. 2-20). Электродвигатель насоса-дозатора работает в импульсном режиме. Включение и выключение электродвигателя осуществляется импульсатором.

В осветлитель подаются известковое молоко (для снижения жесткости воды и создания кристаллических осадков), коагулянт и полиакриламид (для процесса удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей). Количество подаваемого известкового молока зависит от качества обрабатываемой воды, а коагулянта и полиакриламида — от количества воды.

Поэтому предусматриваются отдельные регуляторы для дозирования указанных реагентов.

В схемах водоподготовки применяются Н- и Na-катионитные фильтры. Фильтры диаметром более 3 м поставляются комплектно с мембранными клапанами, позволяющими автоматизировать процесс восстановления фильтров.

На рис. 1-2 показаны схема восстановления Н-катионитного фильтра и диаграмма работы мембранных клапанов (время циклов принято условно). Управляющей средой для мембранных клапанов является вода давлением 0,4—0,6 МПа (4—6 кгс/см<sup>2</sup>). Вода к клапану подается через электрогидрореле типа КЭ-1, устанавливаемое непосредственно у фильтров. Питание катушек электрогидрореле осуществляется от сети переменного тока 24 В.

Для управления фильтром предусматривается индивидуальный ключ КУ, имеющий три положения: 1 — «работа», 2 — «резерв», 3 — «восстановление».

В положении «работа» открыты клапаны 1 и 2 и в фильтр поступает исходная вода. В рассматриваемой схеме исполнение клапанов 1 и 2 НО (нормально открытые). Остальные клапаны НЗ (нормально закрытые).

Клапаны 3 и 4 закрыты. В положении «резерв» все клапаны закрыты.

При «восстановлении» закрываются клапаны 1 и 2 и подготавливаются все необходимые цепи схемы регенерации.

После подключения выбранного фильтра к узлу регенерации производится автоматическое восстановление работоспособности фильтра с помощью многоцепного командного прибора по определенной программе в соответствии с диаграммой работы исполнительных органов.

Включению в работу командного прибора типа КЭП предшествует ряд электрических блокировок.

Проверяется правильность подключения фильтра к узлу регенерации: при переходе мембранного клапана из одного крайнего положения в другое переключаются концевые выключатели сигнализатора, встроенного в клапан (1КВЗ-2, 2КВЗ-2).

Процесс восстановления может начаться только при наличии определенного уровня воды в баке для взрыхляющей промывки фильтров (контакт УВ в цепи пуска КЭП должен быть замкнут при заполнении бака).

Командный прибор КЭП включается кнопкой пуска КП дистанционно со щита управления ХВО. Контакт реле 1РП (153—155) в цепи соленоида С замкнут, так как катушка реле в схеме восстановления фильтров обесточена. После нажатая пусковой кнопки КП соленоид С обтекается током и включает в работу электродвигатель командного прибора. Замыкается контакт 1КЭП (контакт РВ в цепи электродвигателя замкнут, так как реле времени РВ находится под напряжением во время нажатия пусковой кнопки). Напряжение на электродвигатель командного прибора подается по цепи 143—147—145, и теперь отпускание кнопки КП не отключит прибор. Продолжительность замыкания контактов КЭП соответствует диаграмме работы контактов.

Первой операцией восстановления является взрыхление фильтра. При этом в соответствии с диаграммой должны быть открыты клапаны 7, 3, 4, 11, включен насос, и вода из бака для взрыхляющей промывки через клапаны 7 и 3 поступает в фильтр, а через клапаны 4 и 11 попадает в дренаж. Взрыхление длится 15 мин. Контакт КЭП-2 включает катушку электрогидрореле Р-3 и Р-4 клапанов 3 и 4. Концевые выключатели клапанов 3КВЗ-2 и 4КВЗ-2 включают насос, и контакт пускателя насоса МП подает питание на катушку электрогидрореле Р-7. После открытия клапана 7 и срабатывания его концевое выключателя 7КВЗ-2 включается катушка электрогидрореле Р-11 и открывается клапан 11. После открытия клапана срабатывает его концевое выключатель 11КВЗ-2 и обтекается током промежуточное реле 1РП. Его замыкающий контакт включает реле времени РВ. В случае неисправности клапаны 3, 4, 7 или 11 не откроются и катушка реле РВ не включится, то в цепи питания КЭП через определенную выдержку времени разомкнется контакт РВ, остановится КЭП, а в схему сигнализации поступит сигнал об аварийном отключении (замкнется контакт РВ в цепи звукового сигнала).

Контакт 6РП (159—161), реле которого включается контактом КЭП-3, служит для отключения реле 1РП, если не закрылся клапан 11 после окончания процесса взрыхления.

Следующая ступень восстановления — пропуск раствора серной кислоты.

Для этого должны закрыться клапаны 7, 11, 3, 4, остановиться насос, последовательно открыться клапаны 8, 9, 5, 6 и 10. Раствор серной кислоты засасывается через клапан 9 эжектором и поступает через клапан 5 в фильтр. Пройдя через фильтр, раствор кислоты попадает через клапаны 6 и 10 в дренажный трубопровод. В электрической схеме эта операция осуществляется следующим образом: отключается контакт КЭП-2, закрываются клапаны 3, 4, 7 и 11, включается контакт КЭП-6, открывается клапан 6 (если закрылись клапаны 3, 4, 7 и 11, то замыкаются концевые выключатели 3КВЗ-2, 4КВЗ-2, 11КВЗ-2 и 7КВЗ-2). Далее включается контакт КЭП-7, открывается клапан 8, и после замыкания концевое выключателя 8КВЗ-2 открываются клапаны 10 и 9, замыкается 9КВЗ-1 и открывается клапан 5.

После правильного исполнения всех перечисленных выше последовательных операций замыкаются концевые выключатели 5КВЗ-2, 6КВЗ-2, 9КВЗ-2 и 10КВЗ-2 в цепи реле 1РП, который своим контактом опять замыкает цепь питания реле времени РВ.

Следующим этапом восстановления фильтра является отмывка в дренаж. Для этого закрываются клапаны 5, 8 и 9 и открывается

клапан 1. Вода через клапан 1 поступает в фильтр, а уходит в дренаж через клапаны 6 и 10. Работа электрической схемы продолжается следующим образом. Размыкается контакт КЭП-7, закрываются клапаны 9, затем 5 и 8, их концевые выключатели 8КВЗ-1 и 5КВЗ-1 замыкаются, включается контакт КЭП-10, обтекает ток катушка реле 2РП, разрывается его контакт в цепи катушки Р-1, открывается клапан 1, замыкается контакт 1КВО-2 концевого выключателя, замыкается контакт КЭП-11. Реле 1РП снова обтекает ток, и реле РВ снова проверяет правильность выполнения необходимых операций.

Завершающей частью цикла восстановления фильтра является отмывка в бак. Для этого должен закрыться клапан 10 и открыться клапан 12.

Теперь уже чистая вода из фильтра через клапаны 1, 6 и 12 попадает в бак для взрыхляющей отмывки, а не в дренаж, что дает значительную экономию воды.

Электрическая схема продолжает работу следующим образом: размыкается контакт КЭП-12, закрывается клапан 10, замыкается контакт КВЗ-2 его концевого выключателя, открывается клапан 12. В конце цепочки замыкается контакт концевого выключателя 12КВО-2, замыкается контакт КЭП-8, реле 1РП обтекает ток и реле РВ получает питание.

После окончания отмывки в бак размыкаются контакты КЭП-6 и КЭП-10, закрываются клапаны 1, 6 и 12, размыкается контакт концевого выключателя 12КВО и КЭП-8, реле 1РП обесточится. Замкнувшийся контакт КЭП-4 через реле 4РП в схеме сигнализации оповестит обслуживающий персонал об окончании процесса восстановления.

Командный прибор отключается и автоматически возвращает в первоначальное положение. В схеме сигнализации имеется ключ КС для снятия звукового сигнала. Соответствующим ключом управления (1КУ, 2КУ) фильтр подключается в нормальную работу, открываются клапаны 1 и 2 и после этого обесточивается реле РП4.

Программа регенерации фильтров одной группы одинаковая и осуществляется одним и тем же командным прибором, что значительно снижает стоимость затрат на автоматизацию. Автоматизация процесса регенерации освобождает обслуживающий персонал от тяжелого и утомительного труда.

## 2-8. Схемы защиты котлов

Защита котлоагрегата при возникновении аварийных режимов является одной из основных задач автоматизации котельных установок. Аварийные режимы возникают чаще всего в результате неправильных действий обслуживающего персонала, преимущественно при пуске котлоагрегата.

Схема защиты обеспечивает заданную последовательность операций при растопке котла и автоматическое прекращение подачи топлива при возникновении аварийных режимов.

Схема защиты должна решать следующие задачи:

контроль за правильным выполнением предпусковых операций; включение тягодутьевых устройств, заполнение котла водой и т. д.;

контроль за нормальным состоянием параметров (как при пуске, так и при работе котла);

дистанционный розжиг запальника со щита управления; автоматическое прекращение подачи газа к запальникам после кратковременной совместной работы запальника и основной горелки (для проверки горения факела основных горелок), если факелы запальника и горелки имеют общий прибор контроля.

Оборудование котлоагрегатов защитой при сжигании любого вида топлива является обязательным.

Паровые котлы независимо от давления и паропроизводительности при сжигании газообразного и жидкого топлива должны быть оборудованы устройствами, автоматически прекращающими подачу топлива к горелкам в случае:

повышения или понижения давления газообразного топлива перед горелками;

понижения давления жидкого топлива перед горелками (для котлов, оборудованных ротационными форсунками, не выполнять);

уменьшения разрежения в топке;

понижения или повышения уровня воды в барабане;

понижения давления воздуха перед горелками (для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха);

повышения давления пара (только при работе котельных без постоянного обслуживающего персонала);

погасания факела горелок, отключение которых при работе котла не допускается;

неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения (кроме котельных I категории).

В котельных, относящихся к I категории, когда по условиям технологических особенностей производства не допускаются перемены в подаче пара, цепи защиты должны иметь бесперебойное питание, а схема выполнена таким образом, чтобы при кратковременном исчезновении напряжения (например, при срабатывании АВР питания) не прекращалась подача топлива к горелкам.

Паровые котлы при камерном сжигании твердого топлива должны быть оборудованы устройствами, автоматически прекращающими подачу топлива к горелкам в случае:

понижения давления воздуха перед горелками;

уменьшения разрежения в топке;

повышения или понижения уровня воды в барабане;

погасания факела;

неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения (кроме котельных I категории).

Паровые котлы с механическими слоевыми топками для сжигания твердого топлива должны быть оборудованы устройствами, автоматически отключающими тягодутьевые установки и механизмы, подающие топливо в топку в случае:

понижения давления воздуха перед топкой;

уменьшения разрежения в топке;

повышения или понижения уровня воды в барабане;

неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения (кроме котельных I категории).

Водогрейные котлы при сжигании газообразного и жидкого топлива должны быть оборудованы устройствами, автоматически прекращающими подачу топлива к горелкам в случае:

повышения температуры воды за котлом;

повышения или понижения давления воды за котлом;  
понижения давления воздуха перед горелками (для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха);  
повышения или понижения давления газообразного топлива;  
понижения давления жидкого топлива (для котлов, оборудованных ротационными горелками, не выполняются);  
уменьшения разрежения в топке;  
уменьшения расхода воды через котел;  
погасания факела горелок, отключение которых при работе котла не допускается;

неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения (кроме котельных I категории).

Для водогрейных котлов с температурой нагрева воды 115°C и ниже защита по понижению давления воды за котлом и уменьшению расхода воды через котел может не выполняться.

Водогрейные котлы с механизированными слоевыми топками и камерными топками для сжигания твердого топлива должны быть оборудованы устройствами, автоматически отключающими тягодутьевые установки и механизмы, подающие топливо в случае:

повышения температуры воды за котлом;  
повышения и понижения давления воды за котлом;  
уменьшения расхода воды через котел;  
уменьшения разрежения в топке;  
понижения давления воздуха в зоне дутья.

Для водогрейных котлов с температурой нагрева воды 115°C и ниже защита по повышению давления воды и уменьшению расхода воды через котел может не выполняться.

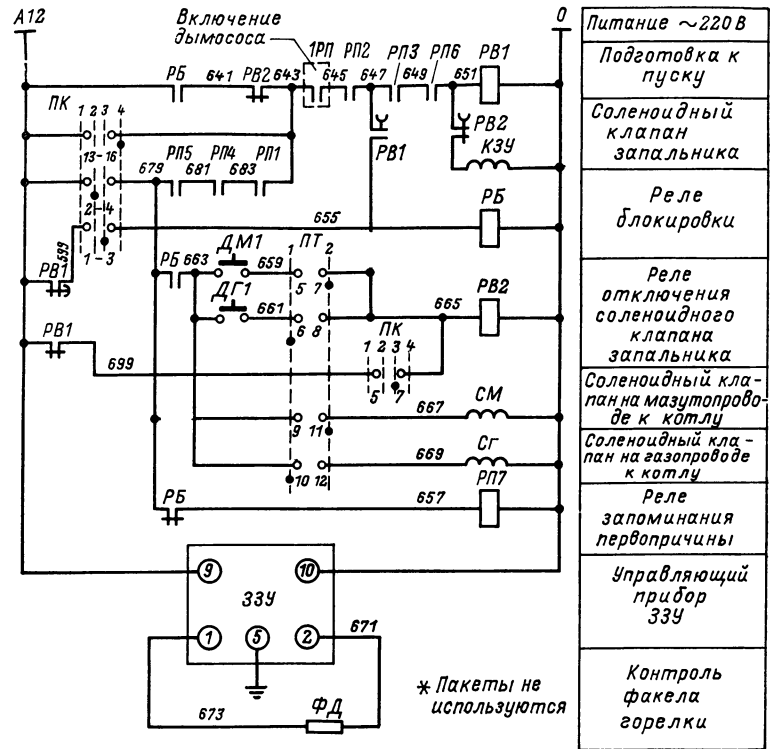
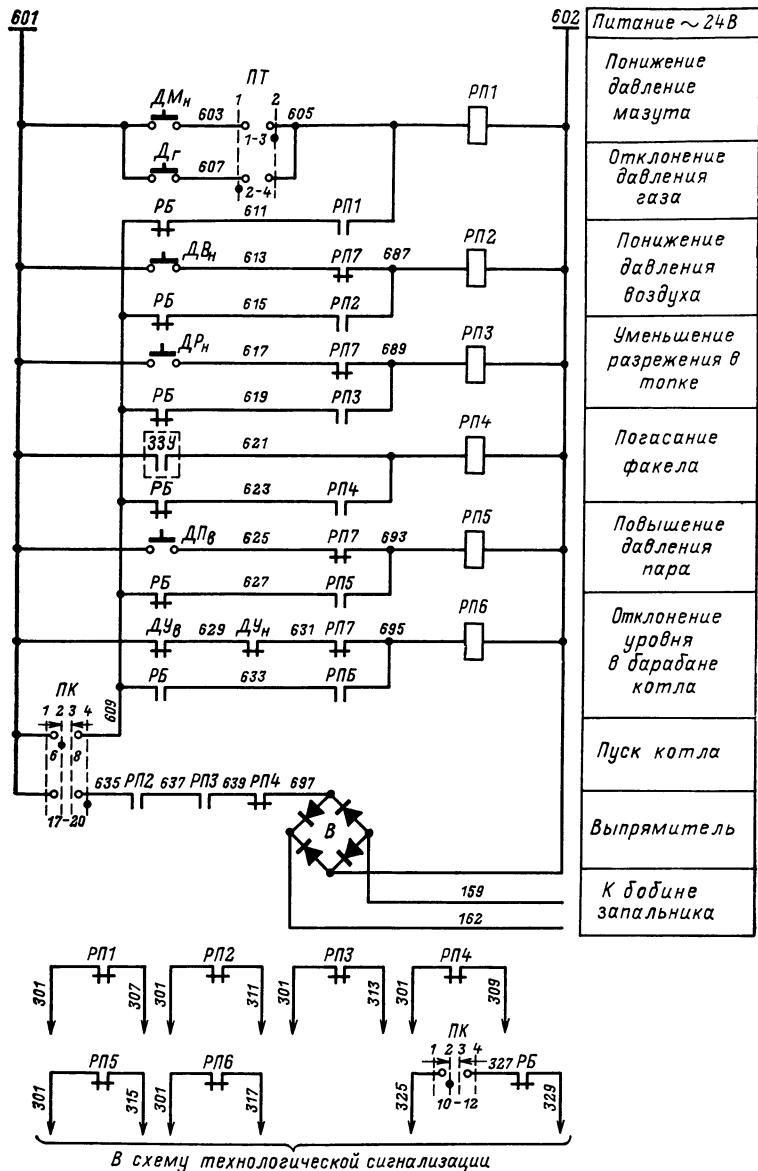
В качестве примера описывается схема защиты парового котла ДЕ, оборудованного одной газомазутной горелкой, дымососом и дутьевым вентилятором (рис. 2-21). Схему следует рассматривать совместно со схемой технологической сигнализации котла (рис. 2-22).

Перед пуском котла в работу подается напряжение в схему защиты. При этом контакты датчиков ДГ (ДМ<sub>н</sub>), ДВ<sub>н</sub>, ДР<sub>н</sub>, ЗЗУ, ДУ<sub>в</sub> и ДУ<sub>н</sub> разомкнуты и только контакт датчика ДП<sub>в</sub> замкнут. Катушки реле РП1—РП4 и РП6 обесточены, включены световые табло. Для исключения при пуске котла ложных цепей через замкнутый контакт датчика ДП<sub>в</sub> (фаза 601, замкнутые контакты ДП<sub>в</sub>, РП7, РП5, РБ, шина 609) временно включаются реле РБ и РВ2 через контакты 1—3 и 5—7 ключа ПК. При этом исключается попадание напряжения на шину 609, так как катушка реле РБ обтекает током. После заполнения котла водой, включения дымососа и дутьевого вентилятора, продувки газопровода (при работе на газообразном топливе) соответствующие параметры достигают рабочих значений, и контакты датчиков ДГ, ДВ<sub>н</sub>, ДР<sub>н</sub>, ДУ<sub>в</sub>, ДУ<sub>н</sub> замыкаются. Обтекаются током катушки реле РП1—РП3, РП6. Включение катушек реле непосредственно через контакты датчиков обеспечивает контроль цепей автоматики безопасности (разрыв цепи или неисправность датчиков) в период розжига котла. Для розжига запальника ключ ПК (диаграмма работы контактов ключа изображена на рис. 2-21) ставится в положение 4 — «Предварительно включено». При этом замыкается контакт ключа 13—16, включается реле РВ1 (контакты реле РП1, РП2, РП3 и РП6 замкнуты). Контакты реле РВ1 (А12—699 и А12—599) разрывают предварительные цепи питания РБ и РВ2, а контакт РВ1 (647—655) вновь запитывает реле РБ. Через замкнувшийся контакт РВ2 (651—653) обтекает

током катушка соленоидного клапана КЗУ и открывается подача газа к запальнику. Одновременно с контактом 13—16 ключа ПК замыкается контакт 17—20 в цепи питания выпрямителя запального устройства. Появление факела запальника на горелке фиксируется фотодатчиком ФД, срабатывает ЗЗУ и своим контактом включает реле РП4. Контроль факела запальника и основного факела горелки осуществляется одним фотодатчиком. Реле РП4 разрывает питание выпрямителя (639—697), подготавливает к включению цепь, где находится контакт 2—4 ключа ПК, и отключает световое табло «Нет факела». Отключение питания выпрямителя В диктуется невозможностью работы обмотки свыше 30 с. Погасание табло «Нет факела» позволяет отпустить рукоятку ключа ПК, который автоматически возвращается в положение «Отключено», разрывая контакты 13—16 и 17—20. Питание КЗУ в этот момент поддерживается через замкнутые контакты реле РБ и РВ2 (цепь А12—641—643). Далее ключ ПК ставится в положение «Включено», подготавливая цепь включения катушки отсечных клапанов СГ и СМ. После ручного открытия одного из этих клапанов (в зависимости от вида топлива) он удерживается в открытом положении. Одновременно с контактом 2—4 ключа ПК замыкаются контакт 6—8, включающий цепочки памяти схемы защиты, и контакт 10—12, подключающий к этой схеме обмотку цепи сигнализации котельной. Следующая операция — открытие вручную запорных органов подачи топлива в горелки. Их открывание фиксируется датчиками ДМ1, ДГ1. После срабатывания любого из этих датчиков обтекает током реле РВ2, основная задача которого отсчет времени, определяемого при наладке, совместного горения двух факелов: запальника и основного факела горелки. Отработав заданное время, реле РВ2 своим контактом (651—653) разомкнет цепь питания соленоидного клапана запальника, и тогда ЗЗУ будет контролировать только наличие основного факела горелки. Одновременно разомкнется второй контакт реле (641—643), который шунтировал контакты 2—4 ключа ПК. Следовательно, в рабочем состоянии схемы катушки реле РВ1, РВ2, РБ, РП7 и клапаны СГ и СМ получают питание только через контакт 2—4 ключа ПК.

При достижении любым из параметров предельного значения, например ДВ<sub>н</sub>, происходит следующее: обесточивается катушка реле РП2: размыкается его контакт 645—647 в цепи реле РВ1 и РБ; включается табло «Давление воздуха низко», и раздается звуковой сигнал; закрывается соленоидный клапан СГ (СМ); обтекает током катушка реле РП7; контакты реле РБ шунтируют контакты остальных датчиков, и реле РП1, РП3—РП6 остаются под напряжением, получая питание через контакты 6—8 ключа ПК; контакт реле РП7 (613—687) размыкается, что исключает возможность появления напряжения на катушке реле РП2 при замыкании датчика после ликвидации причины аварии, таким образом, после аварийной остановки котла схема напоминает первопричину аварии.

Прекращение подачи топлива происходит практически мгновенно по любому параметру, кроме разрежения в топке и уровня воды в барабане котла. Разрежение в топке постоянно пульсирует, и уровень может достигнуть кратковременно предельного значения, поэтому отключение топлива в этих случаях зависит от выдержки времени реле РВ1. Пределы отключения параметров, при которых должна срабатывать защита, и выдержка времени реле РВ1 определяются при наладке котла.



Переключатель топлива ПТ

Тип подвижного контакта	Номер неподвижного контакта	Положение рукоятки	
		90°	0
		Газ	Мазут
1	1-3	—	×
	2-4	×	—
1	5-7	×	×
	6-8	×	—
1	9-11	×	—
	10-12	×	—
*	13-15	×	×
	14-16	×	—
*	17-19	×	×
	18-20	×	—
*	21-23	×	×
	22-24	×	—

Ключ пуска котла ПК

Тип подвижного контакта	Номер неподвижного контакта	Положение рукоятки			
		-75°	-90°	0	+45°
		Включить	Включено	Отключено	Предв. Вкл.
1	1-3	—	—	×	—
	2-4	—	×	—	—
1	5-7	—	×	×	—
	6-8	—	×	—	—
1	9-11	—	×	×	—
	10-12	—	×	—	—
3	13-16	—	×	—	×
	14-15	×	—	—	—
3	17-20	—	×	—	×
	18-19	×	—	—	—
* 3	21-24	—	×	—	×
	22-25	×	—	—	—

Рис. 2-21. Схема защиты котла.

**Перечень аппаратуры**

Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Технические данные	Количество
<i>Аппаратура на щите Щ-КЗМ</i>				
РП7, РБ РП1—РП6	Реле промежуточное	—	—	8
РВ1, РВ2	Реле времени	—	—	2
В	Выпрямитель	—	—	1
ЗЗУ	Защитно-защитное устройство	—	—	1
ПК	Переключатель малогабаритный	—	—	1
ПТ	Переключатель малогабаритный	—	—	1
ПФ	Переключатель малогабаритный	—	—	1
<i>Аппаратура по месту</i>				
ДМ1	Датчик-реле давления	ДД-1611	—	1
ДГ1	Датчик-реле напора	ДН-1600-П-2	—	1
Ден	Датчик-реле напора	ДН-250-1-2	—	1
ДРн	Датчик-реле напора и тяги	ДНТ-100-1-1	—	1
Дг	Датчик-реле напора	ДН-1600-П-2	—	1
Сг	Электромагнит	—	~220 В	1
См	Соленонидный клапан	ЗСК	~220 В	1
КЗУ	Соленонидный клапан запального устройства	СВА-10	—	1
ФД	Фотодатчик	—	—	1
ДПв	Контакт сигнализатора	—	—	1
ДУв, ДУн	Контакт сигнализатора	—	—	1

## 2-9. Технологическая сигнализация

Для предупреждения обслуживающего персонала об отклонении основных технологических параметров от нормы предусматривается технологическая светозвуковая сигнализация. Схема технологической сигнализации котельной разделяется, как правило, на схемы сигнализации котлоагрегатов и вспомогательного оборудования котельной, но имеет общие цепи технологической сигнализации, включающие звуковой сигнал и осуществляющие его опробование и снятие, а также опробование световой сигнализации. От компоновки оборудования и размещения щитов зависит, будет ли звуковой сигнал общим для всех схем сигнализации или индивидуальным для каждой схемы.

В котельных с постоянным обслуживающим персоналом должна предусматриваться сигнализация:

- а) остановки котла (при срабатывании защиты);
  - б) причины срабатывания защиты;
  - в) понижения температуры и давления жидкого топлива в общем трубопроводе к котлам;
  - г) понижения давления воды в каждой питательной магистрали (при постоянно работающих питательных насосах);
  - д) понижения или повышения давления воды в обратном трубопроводе тепловой сети;
  - е) повышения или понижения уровня в баках (деаэрационных, аккумуляторных систем горячего водоснабжения, конденсатных, питательной воды, хранения жидкого топлива и др.), а также понижения уровня в баках промывочной воды;
  - ж) повышения температуры в баках хранения жидких присадок;
  - з) неисправности оборудования установок для снабжения котельных жидким топливом (при их эксплуатации без постоянного обслуживающего персонала);
  - и) повышение температуры подшипников электродвигателей при требовании завода-изготовителя;
  - к) понижения величины рН в обрабатываемой воде (в схемах водоподготовки с подкислением);
  - л) повышения давления (ухудшение вакуума) в деаэраторе;
  - м) повышения или понижения давления газа.
- Принципы построения общих цепей схемы сигнализации котельной следующие:

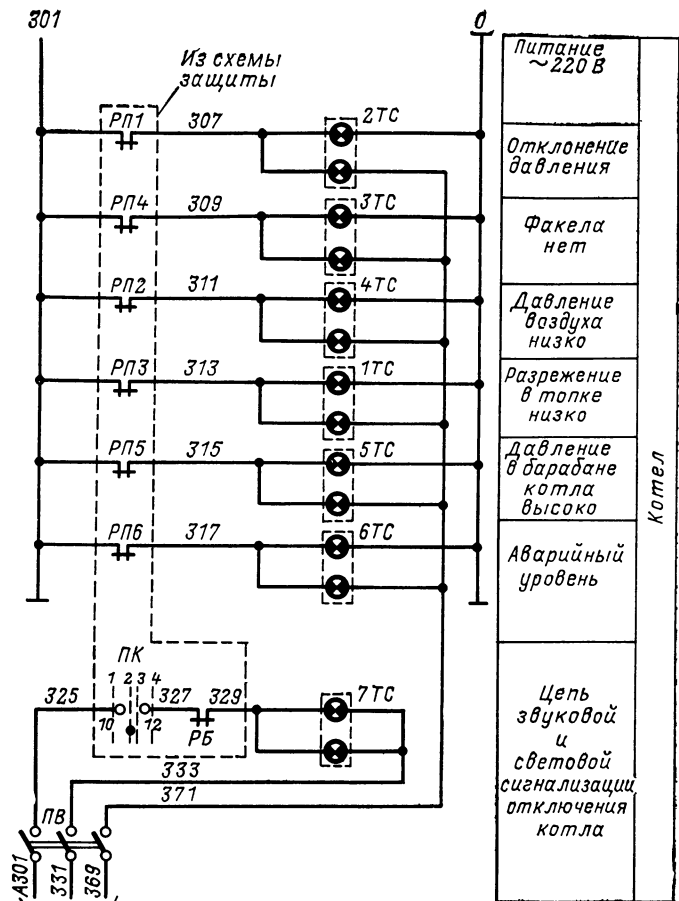
1. Для повышения надежности схемы рекомендуется применять двухламповые табло. Необходимо предусматривать устройство для возможности проверки работы ламп световых табло.

2. Схема должна обладать повторностью действия звукового сигнала, т. е. после приема сигнала и снятия звука схема должна быть готовой к принятию следующего сигнала независимо от того, вернулся ли сигнализирующий параметр к своему номинальному значению.

3. Каждый световой сигнал должен сопровождаться звуковым сигналом для привлечения внимания обслуживающего персонала.

4. Схема должна иметь коммутирующее устройство для съема звукового сигнала и опробования его работы.

5. Необходим контроль за наличием напряжения в цепи питания схемы сигнализации.



В схему технологической сигнализации вспомогательного оборудования

Рис. 2-22. Схема технологической сигнализации котла.

Перечень аппаратуры

№ п.п.	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Технические данные	Количество	Примечание
<i>Аппаратура на щите котла</i>						
1	ПВ	Пакетный выключатель двухполюсный	ПВМЗ-10/Н2	~220 В, 10 А	1	
2	1ТС—7ТС	Табло двухламповое	ТСБ	—	7	
3	—	Лампа к табло . . . .	РНЦ-220-10	~220 В, 10 Вт, цоколь 2 ш-15	14	

Принципы построения схемы технологической сигнализации котлоагрегатов следующие:

в процессе растопки котлоагрегата должна работать только световая сигнализация. Звуковой сигнал на это время должен быть блокирован;

при наличии в котельной центрального щита управления звуковой сигнал должен быть общим для всех цепей сигнализации;

схема сигнализации котлоагрегатов должна иметь отключающее устройство от общих цепей сигнализации.

На рис. 2-22 изображена схема технологической сигнализации котла. Схему следует рассматривать совместно со схемой защиты, показанной на рис. 2-21. При срабатывании любого из параметров, включенных в схему защиты, включается соответствующее световое табло с надписью причины остановки котла. При нормальной работе котла все световые табло отключены, так как контакты реле РП1—РП6 и РБ разомкнуты. В общую схему технологической сигнализации поступает при срабатывании схемы защиты импульс на звуковой сигнал по цепочке А301—331. При растопке котла звуковой сигнал блокируется, так как растопку ведет обслуживающий персонал. Проверка работы ламп табло осуществляется через общие цепи схемы сигнализации котельной, изображенные на рис. 2-23.

Табло отключится после того, как контролируемый параметр достигнет заданного значения. После включения дымососа и дутьевого вентилятора и заполнения барабана котла водой включены только табло:

2ТС — при работе котла на мазуте, так как отсечной клапан не поднят и реле РП1 обесточено. При работе на газе табло 2ТС отключится после продувки газопровода;

4ТС, так как запальник не включен.

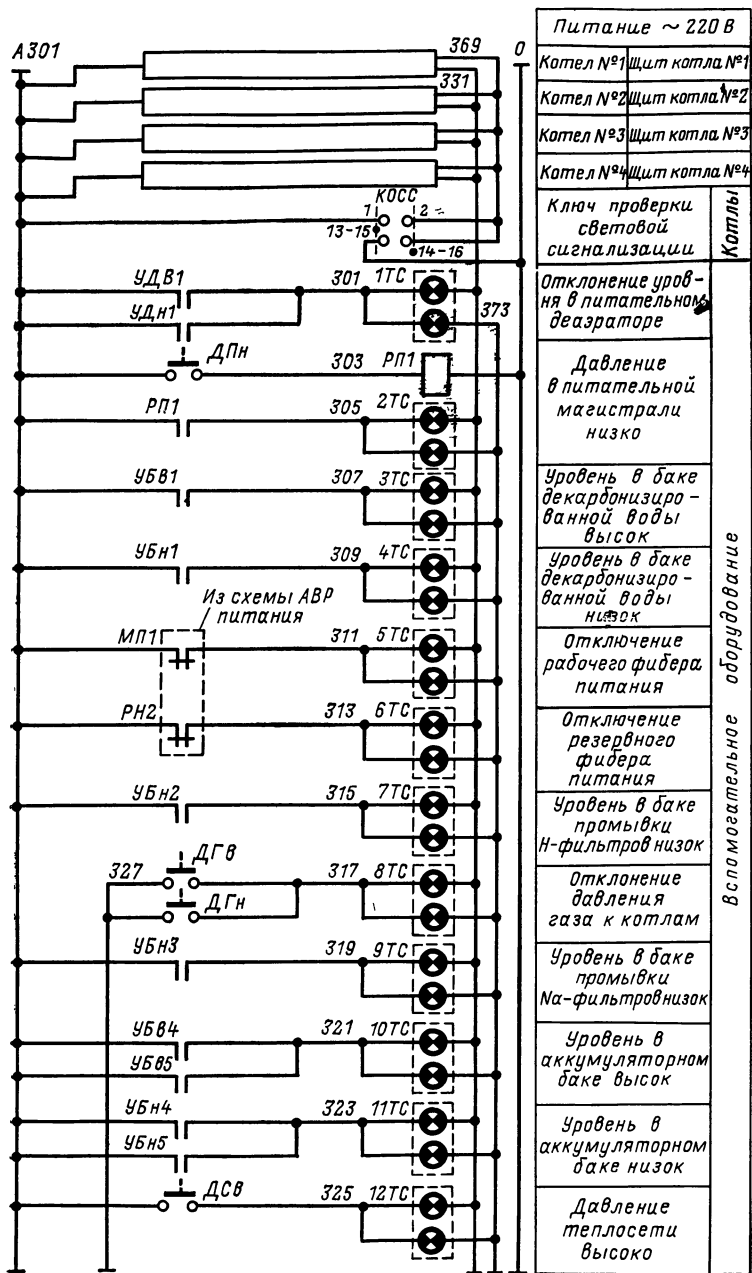
После зажигания запальника отключается табло 4ТС. Табло 2ТС отключится, когда (при работе на мазуте) будет открыт соленодный клапан и топлива поступит к горелке.

Звуковой сигнал не может поступить во время растопки котла в общие цепи сигнализации потому, что в начальный момент розжига пакет 10—12 ключа ПК (рис. 2-21) разомкнут. После поворота ключа ПК в положение «Предварительно включено» срабатывает реле РБ и его контакт (327—329) в цепи сигнализации разомкнется. При срабатывании схемы защиты по любому параметру импульс на включение звукового сигнала поступает после замыкания контакта РБ (327—329), так как реле РБ обесточивается. В цепь звуковой сигнализации включено табло 7ТС «Котел отключен».

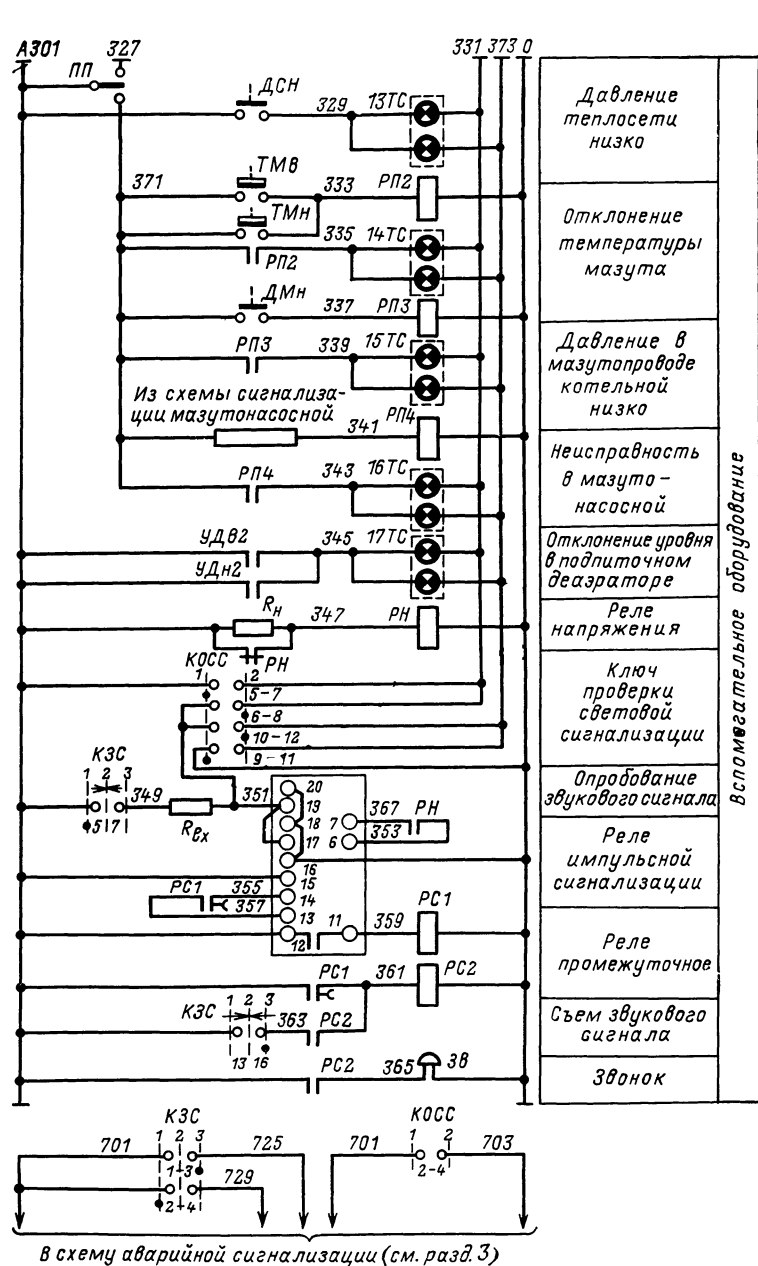
Общая схема сигнализации котельной (рис. 2-23) строится, как правило, с использованием реле импульсной сигнализации РИС-ЭЗМ.

Схема обладает повторностью действия звукового сигнала, т. е. может последовательно принимать до семи сигналов, и каждый световой сигнал сопровождается включением звукового сигнала, хотя ранее сигнализируемые параметры не вернулись к своему номинальному значению.

Падение напряжения на входном сопротивлении РИС при срабатывании сигнализаторов приводит к срабатыванию одного из поляризованных реле, встроенных в РИС. Контакт реле замыкает цепь катушки реле РС1, контакт которого в свою очередь замыкает цепь катушки реле РС2. Реле через пакет 13—16 ключа КЗС (ключ опробования и сьема звукового сигнала) встает на самоблокировку. Контакт реле РС2 (А301—365) включает цепь звукового сигнала.



вспомогательное оборудование



в схему аварийной сигнализации (см. разд. 3)

Рис. 2-23. Схема технологической сигнализации котельной.

**Перечень аппаратуры**

№ п.п.	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Технические данные	Количество	Примечание
<i>Аппаратура на щите № 1 вспомогательного оборудования</i>						
1	1ТС—9ТС	Табло световое двухламповое . . . . .	ТСБ	—	9	
2	РП1; РС2	Реле промежуточное . . . . .	РП-25	~220 В	2	
3	РС1	Реле промежуточное . . . . .	РП-256	~220 В	1	
4	Рн	Реле напряжения . . . . .	РН54/320	~220 В	1	
5	РИС	Р-ле импульсной сигнализации . . . . .	РИС-ЭЗМ	~220 В	1	
6	R <sub>н</sub>	Резистор . . . . .	ВС-5	6,2 КОм	1	
7	R <sub>вх</sub>	Резистор . . . . .	ПЭ-25	2500 Ом	1	
8	Зв	Звонок . . . . .	МЗ-1	~220 В	1	
9	КЭС	Переключатель . . . . .	ПМОВ45-222555/11-Д-62		1	
10	КСС	Переключатель . . . . .	ПМОФ90-111111/11-Д-42		1	
—	—	Лампа к табло . . . . .	РНЦ-220-10	~220 В, 10 Вт цоколь 2 ш-15	18	

*Продолжение*

№ п.п.	Обозначение по схеме	Наименование	Тип	Технические данные	Количество	Примечание
<i>Аппаратура на щите № 2 вспомогательного оборудования</i>						
1	10ТС—17ТС	Табло световое двухламповое . . . . .	ТСБ	~220 В	3	
2	РП2—РП4	Реле промежуточное . . . . .	РП-25	~220 В	3	
3	ПП	Пакетный переключатель . . . . .	ППМ1-10/Н2	~220 В, 6,3 А	1	
4	—	Лампа и табло . . . . .	РНЦ-220-10	~220 В, 10 Вт цоколь 2 ш-15	16	
<i>Аппаратура по месту</i>						
1	УДв; УДн; УДв*, УДн*	Дифманометр показывающий сигнализирующий . . . . .	ДСП-778Н	—	2	
2	ДПн; ДМн	Манометр электроконтактный . . . . .	ЭКМ-IV	—	2	
3	УБв; УБн; УБв*; УБн*; УБв*; УБн*	Сигнализатор уровня . . . . .	ЭРСУ-3	—	5	
4	ТМв; ТМн	Термометр манометрический сигнализирующий . . . . .	ТПП-СК	—	1	
5	Дсв; Дсн	Датчик-реле давления . . . . .	ДД-4-11-1	—	1	
6	ДГв; ДГн	Датчик-реле напора . . . . .	Дн-400-11-1	—	1	

Схема и диаграмма ключа звуковой сигнализации КЗС

ПМОВ45-222555/II-Д62

Тип подвижного контакта	Номер подвижного контакта	Положение рукоятки		
		-45°	0	+45°
		Съем звука	Включено	Опробование звука
		1	2	3
2	1—3 2—4	— X	—	X —
2	5—7 6—8	— X	—	X —
2	9—11 10—12	— X	—	X —
5	13—14 13—16	X —	— X	— X
5	17—18 17—20	X —	— X	— X
5	21—22 21—24	X —	— X	— X

Схема и диаграмма ключа опробования световой сигнализации КОСС

ПМОФ90-111111/II-Д42

Тип подвижного контакта	Номер подвижного контакта	Положение рукоятки	
		0°	90°
		Проверка	Работа
		1	2
1	1—3 2—4	— X	X —
1	5—7 6—8	— X	X —
1	9—11 10—12	— X	X —
1	13—15 14—16	— X	X —
1	17—19 18—20	— X	X —
1	21—23 22—24	— X	X —

Для снятия звукового сигнала следует повернуть ключ КЗС в положение 1 «Съем звука», цепь катушки реле PC2 разомкнется, и звуковой сигнал прекратится. Реле PC1 к этому времени обесточится, так как оно своим контактом (355—357) включает вторую катушку поляризованного реле PIS, в результате чего контакт 11—12 PIS размыкается. PIS готово к приему следующего сигнала.

Схема имеет ряд особенностей:

возможность отключения сигналов временно не работающего оборудования (например, все сигналы, относящиеся к топливу мазут, когда котлы работают на газе. В схеме предусматривается переключатель ПП, разрывающий эти цепи сигнализации);

реле PC1, автоматически отключающее выходные цепи PIS после приема сигнала, предназначено для сохранения работоспособности поляризованных реле, имеющих невысокую тепловую устойчивость;

для исключения возможности появления ложного сигнала при кратковременном понижении напряжения в схему PIS включено реле напряжения PH.

Для проверки работы ламп табло предусмотрен ключ опробования световой сигнализации КОСС.

В рабочем состоянии схемы сигнал через параллельно включенные лампы таблс и через пакеты 6—8 и 10—12 ключа КОСС поступает на входное сопротивление PIS. Для проверки работы табло ключ КОСС ставится в положение «Проверка», и через пакеты 5—7 и 9—11 лампы табло включаются последовательно, светятся вполнакала, но этого достаточно для проверки их работы. После проверки ключ устанавливается в рабочее положение. Через пакет ключа 14—16 осуществляется проверка работы ламп табло в схемах сигнализации котлоагрегатов (см. рис. 2-22).

## 2-10. Электрические схемы питания

При выборе схемы электропитания учитывают следующие обстоятельства:

1. По условиям производства допускаются перерывы в подаче тепла. В этом случае система питания средств автоматизации (СА) котлоагрегата не должна иметь устройства автоматического переключения питания на резервный ввод (АВР) при исчезновении напряжения на рабочем вводе.

2. По условиям производства не допускаются перерывы в подаче тепла. В этом случае АВР питания обязательно.

3. АВР питания следует предусматривать для надежной работы цепей сигнализации и блокировки, обеспечивающих автоматическое включение резервных насосов при аварийном отключении работающих.

Схема питания должна обеспечивать включение и отключение электроприемников в нормальном режиме работы; надежное отсоединение электроприемников, линий и участка сетей для ревизий и ремонтных работ; защиту от всех видов коротких замыканий и защиту от перегрузки. Как правило, в котельных установках питание СА производится от четырехпроводных систем трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью.

Трехфазными токоприемниками СА в котельных являются исполнительные механизмы, питание которых может осуществляться

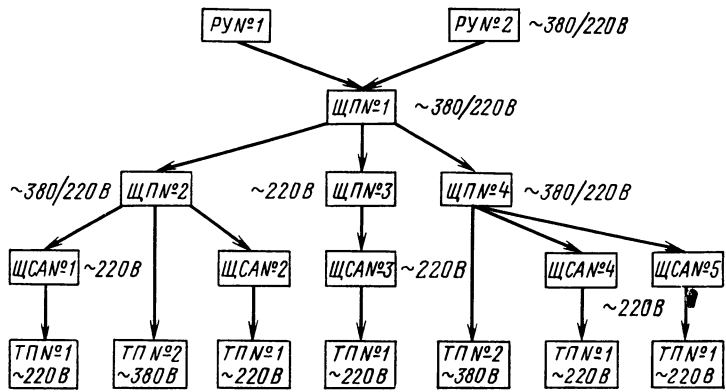


Рис. 2-24. Магистральная и распределительная сети питания СА. РУ № 1, РУ № 2 — распределительные устройства; ЩП — щиты питания СА; ЩСА — щиты СА; ТП № 1 — токоприемники 220 В; ТП № 2 — токоприемники 380/220 В.

от щитов питания СА, от сборок задвижек РТЗО-69, от распределительных устройств, проектируемых в электротехнической части проекта (при небольшом количестве механизмов).

На рис. 2-24 изображена магистральная и распределительная сеть питания СА.

При отсутствии трехфазных токоприемников питание СА осуществляется от однофазной сети, щит питания не предусматривается.

На рис. 2-25 показана магистральная схема однофазной питающей сети.

Питание к щитам с аппаратурой СА подается двумя вводами от независимых распределительных устройств (РУ). Каждый ввод должен быть рассчитан на 100%-ную нагрузку.

Автоматический резервный ввод питания для трехфазной четырехпроводной питающей сети рекомендуется осуществлять по схеме, изображенной на рис. 2-26. Контроль наличия напряжения в рабочем вводе осуществляется при помощи реле обрыва фаз.

На резервном вводе предусматривается контроль наличия напряжения. При переключении схемы на резерв следует подавать сигнал для предупреждения обслуживающего персонала.

Пакетные выключатели и магнитные пускатели выбираются по расчету в зависимости от мощности токоприемников.

АВР питания для однофазной питающей сети рекомендуется выполнять по рис. 2-27.

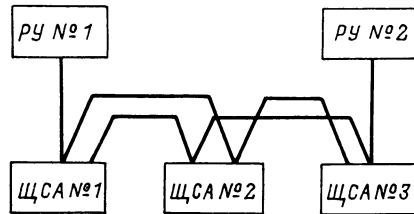


Рис. 2-25. Магистральная схема однофазной питающей сети РУ № 1—2 — распределительные устройства; ЩСА № 1—3 — щиты СА.

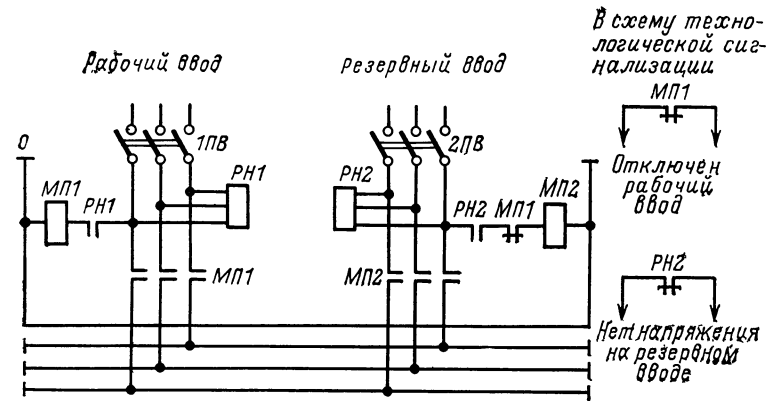


Рис. 2-26. Схема автоматического ввода резервного питания для трехфазной четырехпроводной сети.

1ПВ, 2ПВ — пакетные выключатели; МП1, МП2 — магнитные пускатели; РН1, РН2 — реле обрыва фаз.

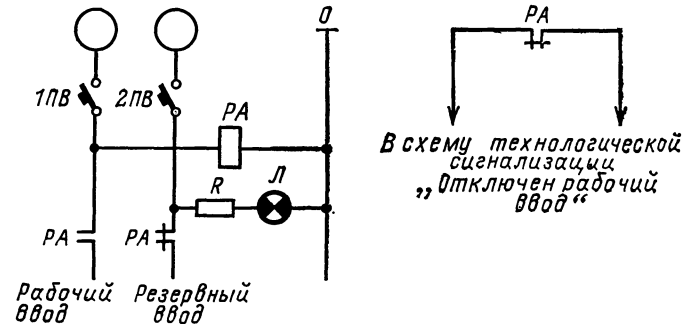


Рис. 2-27. Схема автоматического ввода резервного питания для однофазной сети.

1ПВ, 2ПВ — пакетные выключатели; РА — реле промежуточное; R — резистор; Л — лампа сигнальная.

В схемах электропитания токоприемников СА следует учитывать:

1. Потребляемую мощность, род тока (переменный или постоянный).

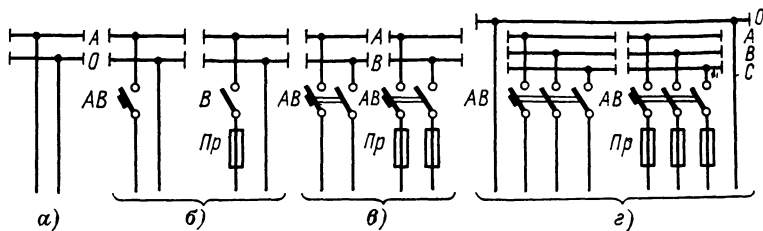


Рис. 2-28. Схемы питания токоприемников, имеющих встроенные выключатели и предохранители.

*a* — одно- и двухфазная двухпроводная сеть. Аппаратура питания и СА находятся в общем щите; *б* — однофазная двухпроводная сеть. Щит питания установлен отдельно (от прибора до аппарата питания больше 3 м); *в* — двухфазная двухпроводная сеть. Щит питания установлен отдельно; *г* — трехфазная четырехпроводная сеть; *B* — выключатель; *AB* — автоматический выключатель; *Пр* — предохранитель.

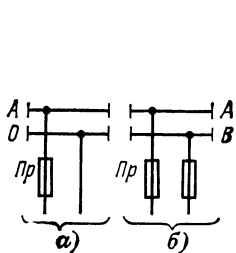


Рис. 2-29. Схемы питания токоприемников, имеющих встроенные выключатели.

*a* — однофазная двухпроводная сеть; *б* — двухфазная двухпроводная сеть; *Пр* — предохранитель.

2. Наличие в приборах или регуляторах встроенных выключателей или предохранителей.

3. Расположение щита питания.

На рис. 2-28—2-31 приведены различные схемы электропитания токоприемников, учитывающие вышеперечисленные факторы.

Рекомендуется в распределительной сети предусматривать общие аппараты управления и защиты для группы электроприемников, состоящих из нескольких взаимосвязанных элементов, не работающих независимо друг от друга и не требующих индивидуальной защиты.

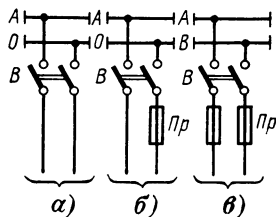


Рис. 2-30. Схемы питания токоприемников, имеющих встроенные предохранители.

*a* — одно- и двухфазная двухпроводная сеть. Аппаратура питания и СА находятся в общем щите; *б* — однофазная двухпроводная сеть. Щит питания установлен отдельно; *в* — двухфазная двухпроводная сеть. Щит питания установлен отдельно; *B* — выключатель; *Пр* — предохранитель.

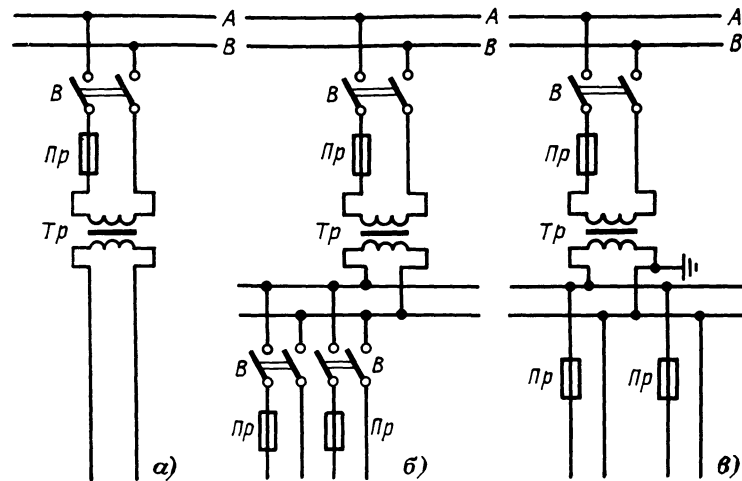


Рис. 2-31. Схемы питания электротокосприемников через разделительный трансформатор.

*a* — один токоприемник; *б* — несколько токоприемников; *в* — несколько штепсельных розеток; *B* — выключатель; *Пр* — предохранитель; *Тр* — трансформатор.

В мазутонасосной магистральной и распределительная сети СА должны защищаться как от токов короткого замыкания, так и от перегрузки.

## 2-11. Выбор аппаратов управления и защиты

### Предохранители

Предохранители защищают сеть и токоприемники от коротких замыканий и перегрузки и выбираются: по номинальному напряжению сети

$$U_{\text{ном.пр}} \geq U_{\text{ном.с}},$$

где  $U_{\text{ном.пр}}$  — номинальное напряжение предохранителя;  $U_{\text{ном.с}}$  — номинальное напряжение сети; по длительному расчетному току

$$I_{\text{ном.вст}} \geq I_{\text{ном.дл}},$$

где  $I_{\text{ном.вст}}$  — номинальный ток плавкой вставки, А;  $I_{\text{ном.дл}}$  — длительный расчетный ток линии, А.

Длительный расчетный ток — это ток, протекающий в линии с учетом коэффициента одновременности работы электроприемников.

Номинальный ток определяется по формулам:  
для трехфазных электроприемников переменного тока

$$I = \frac{1000P}{1,73U_{\text{ном}} \cos \varphi \eta};$$

для однофазных электроприемников, присоединенных к одной фазе сети трехфазного тока,

$$I = \frac{1000P}{U_{\text{ф.ном}} \cos \varphi \eta};$$

для электроприемников постоянного тока

$$I = \frac{1000P}{U_{\text{ф.ном}} \eta},$$

где  $P$  — номинальная мощность электроприемника, кВт;  $U_{\text{ном}}$  — номинальное напряжение, В (для электроприемников переменного тока — линейное напряжение сети);  $U_{\text{ф.ном}}$  — номинальное фазовое напряжение, В;  $\cos \varphi$  — коэффициент мощности;  $\eta$  — к. п. д. электродвигателя.

Предохранители выбираются для защиты электродвигателей исполнительных механизмов с учетом пусковых токов.

В этом случае

$$I_{\text{ном.вст}} \geq \frac{I_{\text{пуск}}}{2,5},$$

где  $I_{\text{пуск}}$  — пусковой ток двигателя.

В цепях управления и сигнализации предохранители выбираются по соотношению

$$I_{\text{ном.вст}} \geq \Sigma I_{\text{раб.макс}} + 0,1 \Sigma I_{\text{вкл.макс}},$$

где  $\Sigma I_{\text{раб.макс}}$  — наибольший суммарный ток, потребляемый катушками реле, сигнальными лампами и др. при одновременной работе;  $\Sigma I_{\text{вкл.макс}}$  — наибольший суммарный ток, потребляемый при одновременном включении аппаратов.

Последовательно установленные в линию предохранители должны обладать селективным свойством, т. е. защищать только ту цепь, на которой они установлены.

Для выполнения этого условия номинальные токи плавких вставок последовательно включенных предохранителей должны различаться не менее чем на одну ступень.

### Автоматические выключатели

При выборе номинальных токов расцепителей для защиты электродвигателей исполнительных механизмов должны соблюдаться условия:

$$I_{\text{ном.расц}} \geq I_{\text{ном.дв}};$$

$$I_{\text{уст.эл.маг}} \geq 1,25 I_{\text{пуск}};$$

$$I_{\text{ном.уст.тепл}} \geq I_{\text{ном.дв}},$$

где  $I_{\text{ном.расц}}$  — номинальный ток расцепителя, А;  $I_{\text{ном.дв}}$  — номи-

нальный ток двигателя, А;  $I_{\text{уст.эл.маг}}$  — ток уставки (отсечки) электромагнита или электромагнитного элемента комбинированного расцепителя, А;  $I_{\text{пуск}}$  — пусковой ток электродвигателя, А;  $I_{\text{ном.уст.тепл}}$  — номинальный ток уставки теплового расцепителя или теплового элемента комбинированного расцепителя.

Для автоматического выключателя с электромагнитным расцепителем в цепях электроприемников, при включении которых не возникают броски тока, ток уставки расцепителя выбирается минимально возможным.

### Пакетные выключатели, тумблеры, рубильники

Отключающие устройства выбираются:  
по номинальному напряжению сети

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.с}},$$

где  $U_{\text{ном}}$  — номинальное напряжение отключающего устройства, В; по длительному расчетному току цепи

$$I_{\text{ном}} \geq I_{\text{дл}};$$

$$I_{\text{откл}} \geq I_{\text{дл}},$$

где  $I_{\text{ном}}$  — номинальный ток рубильника, А;  $I_{\text{откл}}$  — наибольший ток, отключаемый выключателем (тумблером), А;  $I_{\text{дл}}$  — длительный расчетный ток линии, А.

Аппараты защиты должны обеспечивать надежное отключение одно- и многофазных коротких замыканий в сетях с глухозаземленной нейтралью. Надежность срабатывания проверяется по расчетному току короткого замыкания в конце защищаемого участка.

Для этого кратности токов однофазных коротких замыканий должны превышать не менее чем в 3 раза номинальный ток плавкой вставки предохранителя данной цепи и номинальный ток расцепителя автоматического выключателя, имеющего обратную зависимость от тока характеристику; в 1,4 раза ток уставки мгновенного срабатывания автоматического выключателя, имеющего только электромагнитный расцепитель с номинальным током до 100 А.

Как правило, в системах питания СА котельных установок при правильном выборе аппаратов для защиты по сечению основных и заземляющих проводников обеспечивается достаточная величина токов короткого замыкания, а следовательно, и отключение аварийных участков.

В этом случае проверка по токам короткого замыкания не производится.

## 3-1. Основные положения

Электрические схемы в проектах котельных установок разделяются на функциональные схемы блокировок и принципиальные электрические схемы управления.

На функциональных схемах блокировок показываются: блокируемые механизмы; функциональные связи между блокируемыми механизмами, а также аппаратами, используемыми в схемах управления электродвигателями этих механизмов; пояснения и примечания к схеме.

На основании функциональных схем составляются принципиальные электрические схемы управления. На принципиальных электрических схемах управления изображаются:

аппараты, с помощью которых осуществляется управление механизмом, и электрические связи между их отдельными элементами в той последовательности, в какой эти аппараты должны действовать в соответствии с назначением схемы;

цепи сигнализации состояния электродвигателя и контакты аппаратов, включаемые в схемы управления других электродвигателей (если таковые имеются). При этом следует иметь в виду, что положения контактов электрических реле, магнитных пускателей, контакторов, кнопочных постов управления показываются на схеме, когда отсутствуют электрические и механические воздействия на них, а положение контактов конечных выключателей электроприводов задвижек — в промежуточном положении привода;

диаграммы конечных выключателей и в виде таблицы перечень и основные технические характеристики аппаратуры, использованной для построения схемы. Диаграммы работы контактов ключей, применяемых в схемах управления электродвигателями котельной, приводятся на отдельном чертеже;

примечания и пояснения.

По методу начертания принципиальные электрические схемы управления электродвигателями котельных установок принято изображать развернутыми. Отдельные элементы одного и того же аппарата вычерчивают раздельно в разных местах схемы.

Для того чтобы можно было опознать отдельные элементы аппаратов и правильно их соединить проводами между собой, в схемах управления применяют цифровую и буквенную маркировку. Цифровая маркировка указана в разд. 1. Буквенная маркировка присваивается каждому аппарату схемы.

Ниже приводятся наиболее часто встречаемые обозначения аппаратов, применяемых в схемах:

*А* — автоматический выключатель  
*Л* — линейный пускатель, контактор  
*АМ* — амперметр  
*РТ* — реле максимального тока  
*РП* — реле промежуточное  
*ПМ* — промежуточный магнитный пускатель  
*РПВ* — реле времени промежуточное  
*РБ* — реле блокировки  
*РВ* — реле времени  
*РТ* — реле тепловое  
*КУ* — ключ управления, кнопка управления  
*ИР* — избиратель резерва  
*ИС* — избиратель скоростей  
*ИУ* — избиратель управления  
*К* — кнопка местного управления  
*КУД* — кнопка дистанционного управления  
*КСЗ* — ключ съема световой сигнализации задвижек  
*КСЗС* — ключ съема звукового сигнала  
*КОС* — ключ опробования световой сигнализации  
*ВБ* — выключатель безопасности  
*Рев* — ревун  
*КО* — кнопка управления «Открыть»  
*КЗ* — » » «Закреть»  
*КС* — » » «Стоп»  
*П* — предохранитель  
*КВО* — конечный выключатель открытия  
*КВЗ* — » » закрытия  
*ВМЗ* — » » муфты  
*ДВ* — добавочный конечный выключатель.

## 3-2. Основные принципы построения схем управления электродвигателями

Электродвигатели котельных установок в зависимости от технологического назначения их механизмов могут иметь следующие виды управления: местное; местное и дистанционное; местное и автоматическое; дистанционное; дистанционное и автоматическое.

Питание цепей управления при всех перечисленных видах управления принято зависимым на переменном токе напряжением 220 В (фаза — нуль).

Электродвигатели сетевых, подпиточных насосов, насосов осветленной и исходной воды в схемах водоподготовительных установок с осветлителем должны иметь самозапуск при восстановлении напряжения после его исчезновения или значительном снижении. При этом нужно рассматривать два случая:

в котельной установлены два из указанных насосов, один из которых является резервным;

в котельной установлены три и более этих насосов, один из которых является резервным.

В первом случае самозапуск электродвигателей следует не выполнять, так как при восстановлении напряжения всегда автоматически запускается электродвигатель резервного насоса.

Во втором случае самозапуск электродвигателей обязателен. Все остальные электродвигатели котельных установок не должны иметь самозапуск.

В цепях электродвигателя устанавливается амперметр для измерения силы тока в тех случаях, когда по нему ведется технологический процесс или электродвигатель используется для механизмов, подверженных перегрузкам по технологическим причинам (например, электродвигатель дымососа).

При двух видах управления в схемах предусматривается аппарат (ПБ, ИР, ИУ), при помощи которого можно исключить один из видов управления. ПБ и ИР всегда размещаются на щите управления. ИУ обычно устанавливается на щите станций управления. В случаях установки избирателя управления около электродвигателя он выполняет и функции выключателя безопасности.

Для того чтобы исключить возможность дистанционного или автоматического пуска механизма, остановленного на ремонт, около электродвигателя следует устанавливать ВБ. В качестве выключателя безопасности обычно принимают пакетный выключатель или кнопку управления с фиксацией штифта «Стоп».

Схемами обеспечивается светозвуковая сигнализация об аварийном останове электродвигателей. В тех случаях, когда такая сигнализация не предусматривается, работа технологического оборудования контролируется контрольно-измерительными приборами, контакты которых включаются в схему технологической сигнализации.

Состояние дистанционно управляемых со щита управления электродвигателей сигнализируется мнемонически: соответствием положения рукоятки ключа управления сигналу сигнальной лампы (так называемый «темный щит»).

При вертикальном расположении рукоятки ключа электродвигатель включен, при горизонтальном расположении рукоятки ключа электродвигатель отключен. При несоответствии положения рукоятки ключа состоянию электродвигателя загорается сигнальная лампа и подается звуковой сигнал. Сигнализация состояния электродвигателя выносится на щит управления.

В схемах в качестве ключей управления, переключателей блокировки и избирателей резерва используют переключатели типов ПМОВ, ПМОВ и ПМОВФ.

В котельных установках применяется сравнительно большое количество электроприводов запорных устройств (завдвижек, вентилях, клапанов и т. д.). К схемам управления этих приводов предъявляются следующие требования.

1. В качестве органов дистанционного и местного управления применяются кнопки управления.

2. Должна быть обеспечена возможность останова запорного устройства в любом промежуточном положении, что необходимо для прекращения ошибочно начатой команды и для «раскачивания» арматуры.

3. Команда при автоматическом управлении должна быть импульсной, но достаточно продолжительной для возможности фиксации этой команды блок-контактом магнитного пускателя.

4. При движении запорного органа в одном направлении должно исключаться возможность подачи командного импульса на движение в обратном направлении.

5. Остановка электропривода при открывании запорного органа должна осуществляться конечным выключателем; при закрывании

должна осуществляться с принудительным уплотнением запорного органа, обеспечиваемого обычно при помощи токового реле или муфты предельного момента.

6. Схема управления не должна давать повторной подачи питания на катушку магнитного пускателя «открыть» или «закреть» соответственно после полного открытия или закрытия запорного устройства.

7. Сигнализация должна быть выполнена с применением трех ламп и отражать полное открытие и закрытие запорного органа,

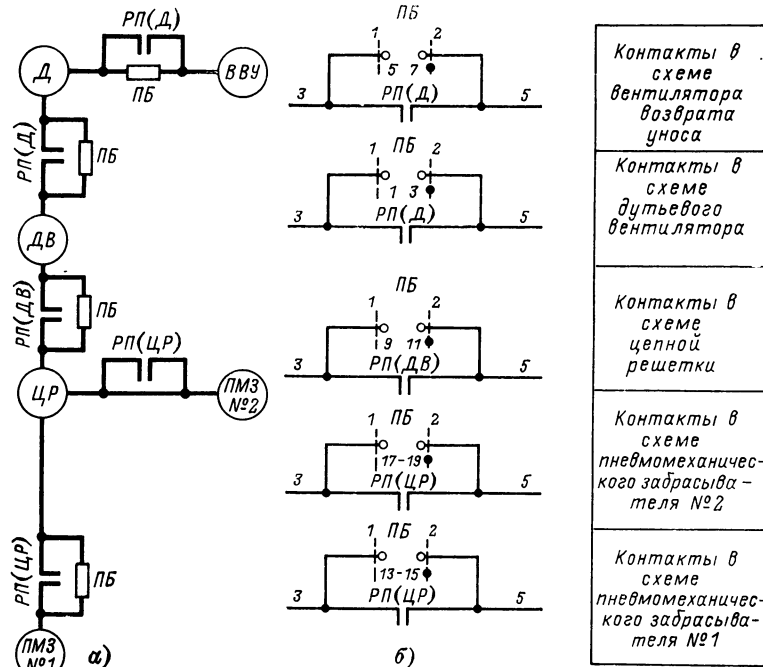


Рис. 3-1. Функциональная схема блокировки механизмов котлоагрегатов типов КЕ, КВ-ТС.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Д — дымосос; ВВУ — вентилятор возврата уноса; ДВ — дутьевой вентилятор; ЦР — цепная решетка; ПМЗ № 1 — пневмомеханический забрасыватель № 1; ПМЗ № 2 — пневмомеханический забрасыватель № 2.

а также срабатывание токового реле или муфты предельного момента.

### 3-3. Функциональные схемы блокировок

На рис. 3-1 изображена схема блокировки механизмов котлоагрегатов типов КЕ и КВ-ТС производительностью соответственно до 25 т/ч и 20 Гкал/ч.

Схемой устанавливается последовательность пуска механизмов котлоагрегата, исключающая ошибочность действий обслуживающего персонала. При аварийном отключении любого из механизмов последующие по схеме механизмы автоматически останавливаются. Стрелкой на схеме показано направление действия блокировки. Для возможности пуска каждого электродвигателя вне зависимости от работы остальных электродвигателей котлоагрегата (опробование, обкатка механизмов и т. п.) в схеме предусматривается ПБ, являющийся общим для всех заблокированных механизмов. При установке рукоятки ПБ в положение «Деблокировано» шунтируется контакт

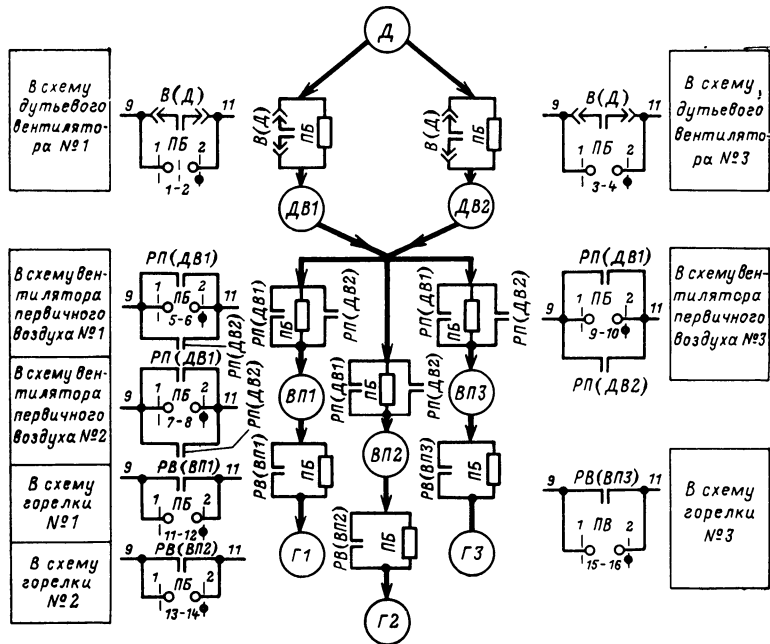


Рис. 3-2. Функциональная схема блокировки механизмов котлоагрегата КВ-ГМ-100.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Д — дымосос; ДВ1 — дутьевой вентилятор № 1; ДВ2 — дутьевой вентилятор № 2; ВП1 — вентилятор первичного воздуха № 1; ВП2 — вентилятор первичного воздуха № 2; ВП3 — вентилятор первичного воздуха № 3; Г1 — горелка № 1; Г2 — горелка № 2; Г3 — горелка № 3.

реле РП и, следовательно, исключается воздействие этого контакта на цепь управления электродвигателя.

На чертеже схемы, показанной на рис. 3-1, даются следующие пояснения.

1. Схемой предусматривается дистанционное управление дымососом и дистанционное заблокированное и деблокированное управление вентилятором возврата уноса, дутьевым вентилятором, центральной решеткой и пневмомеханическими забрасывателями,

2. При дистанционном заблокированном управлении включение любого из электродвигателей возможно лишь после включения предшествующего по схеме блокировки электродвигателя.

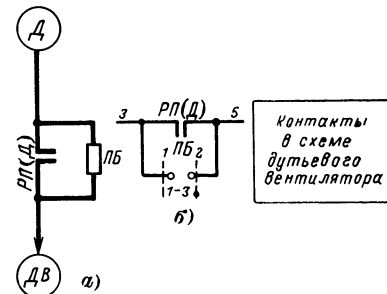
3. При остановке любого электродвигателя автоматически отключаются последующие.

4. Аварийная остановка электродвигателей сигнализируется соответствующими световым и звуковым сигналами.

Схемой блокировки механизмов котлов типа КВ-ГМ (рис. 3-2) обеспечиваются возможность включения дутьевых вентиляторов после включения дымососа, включение вентиляторов первичного

Рис. 3-3. Функциональная схема блокировки механизмов котлоагрегата ДЕ.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Д — дымосос; ДВ — дутьевой вентилятор.



воздуха после включения дутьевых вентиляторов и включение электродвигателей горелок после включения вентиляторов первичного воздуха.

На рис. 3-3 и 3-4 приведены схемы блокировки механизмов котлоагрегатов соответственно ДЕ производительностью до 25 т/ч и ПТВМ-30М. Из схем видно, что включение дутьевых вентиляторов возможно только после включения дымососов. Отключение дымососов вызывает автоматическую остановку дутьевых вентиляторов.

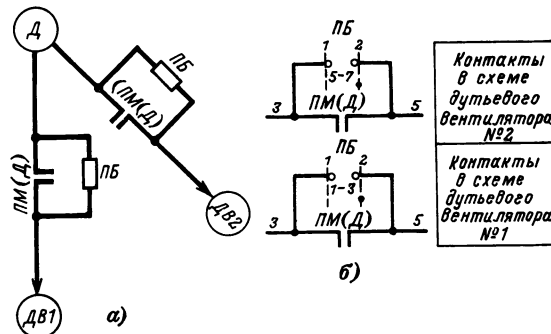


Рис. 3-4. Функциональная схема блокировки котлоагрегата ПТВМ-30М.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Д — дымосос; ДВ1 — дутьевой вентилятор № 1; ДВ2 — дутьевой вентилятор № 2.

Схемой блокировки двух сетевых насосов (рис. 3-5) с электродвигателями мощностью до 4 кВт предусматривается автоматическое включение резервного насоса при аварийной остановке работающего или при падении давления в его напорном патрубке. Включение резервного насоса производится после замыкания нормально открытого контакта РБ. При этом рабочим или резервным может быть любой из насосов.

Указанная выше схема действительна для двух сблокированных электродвигателей исходной и осветленной воды в схемах водоподготовительных установок с осветлителями.

Показанная на рис. 3-6 схема блокировки двух электродвигателей сетевых насосов мощностью 55 кВт и более в отличие от схемы, приведенной на рис. 3-5, включает в себя задвижки, устано-

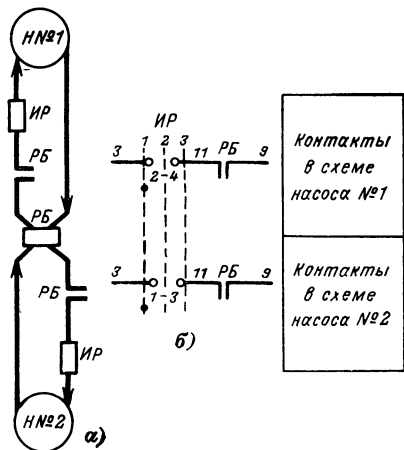


Рис. 3-5. Функциональная схема блокировки двух сетевых насосов (насосов исходной и осветленной воды) с электродвигателями мощностью до 40 кВт.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Н № 1 — насос № 1; Н № 2 — насос № 2.

ленные на напорных патрубках указанных насосов. Включение и отключение электродвигателей сетевых насосов мощностью 55 кВт и более должно осуществляться одновременно с открытием либо закрытием их задвижек на напорных трубопроводах. Схема построена таким образом, что при аварийной остановке рабочего насоса через замыкающий контакт Л подается импульс на автоматическое закрытие задвижки, а при замыкании замыкающего контакта РБ автоматически включается резервный насос, при этом его задвижка на напорном патрубке автоматически открывается. Импульс на автоматическое открывание производится замыканием замыкающего контакта ПМ.

При установке в котельной более двух сетевых насосов мощность электродвигателей их обычно превышает 55 кВт. Поэтому здесь приводятся только варианты схемы блокировки (рис. 3-7) сетевых насосов с задвижками на напорных патрубках. Схемами выполняются такие же условия блокировки, которые указаны для двух насосов (рис. 3-6), с той лишь разницей, что функции контактов Л и ПМ выполняют контакты РПВ и в работе находятся не один насос, а три. Схемой предусматривается также самозапуск электродвигателей насосов при кратковременных исчезновениях напряжения в сети.

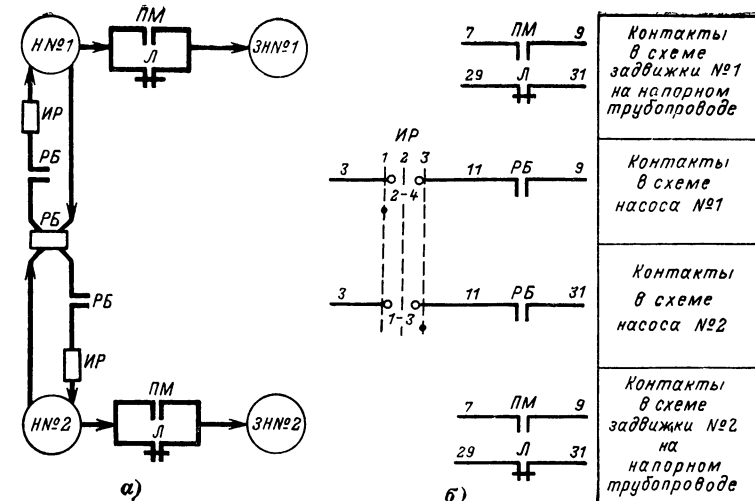


Рис. 3-6. Функциональная схема блокировки двух сетевых насосов с электродвигателями мощностью 55 кВт и более.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Н № 1 — насос № 1; ЗН № 1 — задвижка № 1 на напорном трубопроводе; Н № 2 — насос № 2; ЗН № 2 — задвижка № 2 на напорном трубопроводе.

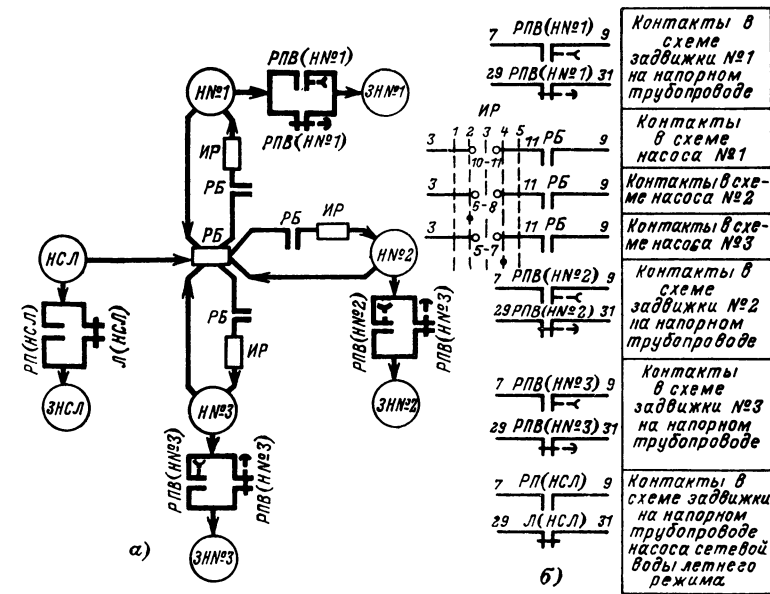


Рис. 3-7. Функциональная схема блокировки четырех сетевых насосов.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Н № 1 — насос № 1; ЗН № 1 — задвижка № 1 на напорном трубопроводе; Н № 3 — насос № 3; ЗН № 3 — задвижка № 3 на напорном трубопроводе; Н № 4 — насос № 4.

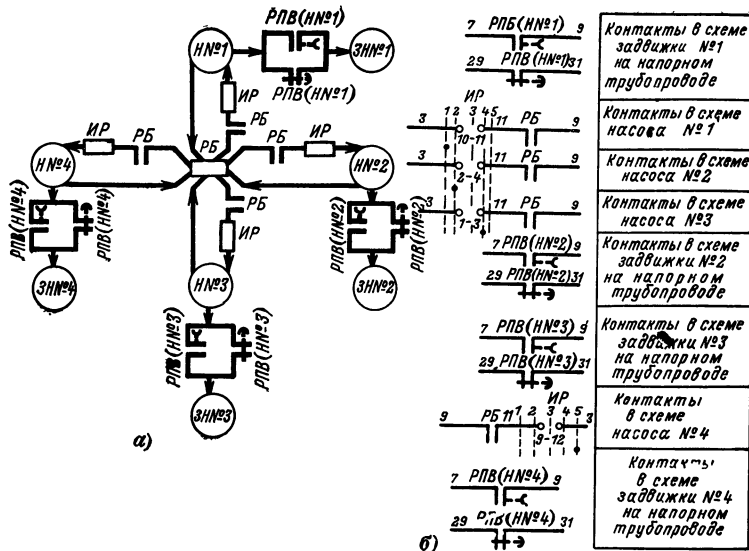


Рис. 3-8. Функциональная схема блокировки четырех насосов сетевой воды, один из которых работает в летнем режиме.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Н № 1 — насос № 1; ЗН № 1 — задвижка № 1 на напорном трубопроводе; Н № 2 — насос № 2; ЗН № 2 — задвижка № 2 на напорном трубопроводе; Н № 3 — насос № 3; ЗН № 3 — задвижка № 3 на напорном трубопроводе; Н № 4 — насос № 4; ЗН № 4 — задвижка № 4 на напорном трубопроводе; НСЛ — насос сетевой воды летнего режима; ЗНСЛ — задвижка на напорном трубопроводе сетевой воды летнего режима.

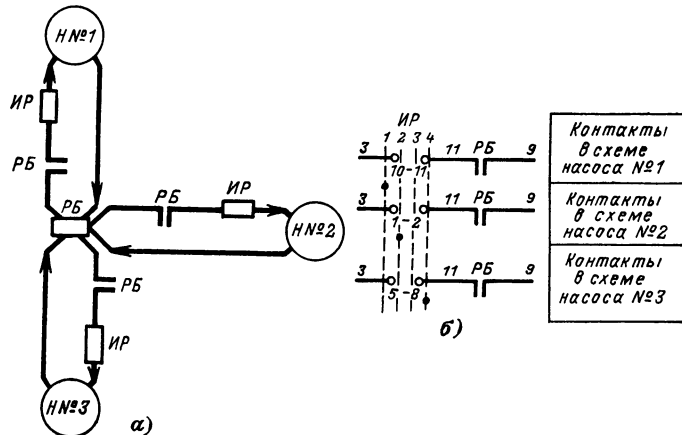


Рис. 3-9. Функциональная схема блокировки трех насосов питательной воды.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Н № 1 — насос № 1; Н № 2 — насос № 2; Н № 3 — насос № 3.

Рис. 3-10. Функциональная схема блокировки двух подпиточных насосов мощностью до 17 кВт, устанавливаемых в котельных при закрытой системе теплоснабжения.

а — функциональная схема действия блокировки; б — цепи блокировки; Н № 1 — насос № 1; Н № 2 — насос № 2.

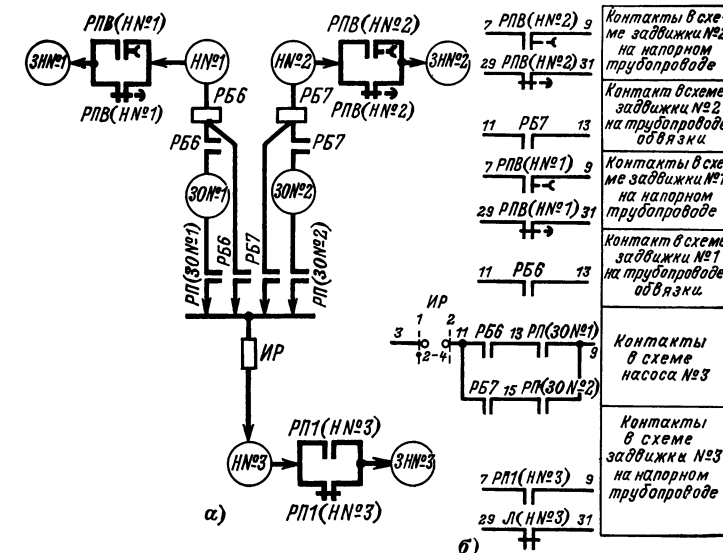
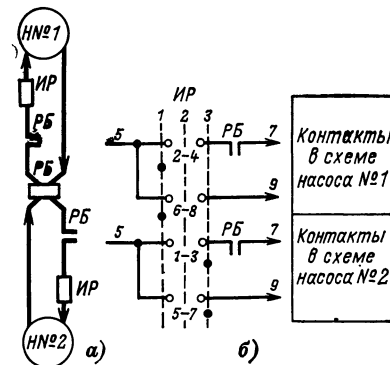


Рис. 3-11. Функциональная схема блокировки трех подпиточных насосов, устанавливаемых в котельной при открытой системе теплоснабжения.

а — функциональная схема блокировки; б — цепи блокировки; Н № 1 — насос № 1; ЗН № 1 — задвижка № 1 на напорном трубопроводе; ЗО № 1 — задвижка № 1 на трубопроводе обвязки; Н № 2 — насос № 2; ЗН № 2 — задвижка № 2 на напорном трубопроводе; ЗО № 2 — задвижка № 2 на трубопроводе обвязки; Н № 3 — насос № 3; ЗН № 3 — задвижка № 3 на напорном трубопроводе.

На рис. 3-8 приведена схема блокировки четырех насосов сетевой воды, один из которых работает только в летнем режиме. Из схемы видно, что схема, во-первых, аналогична схеме, приведенной на рис. 3-7, в части насосов зимнего режима (насосы № 1, 2 и 3) и, во-вторых, при остановке какого-либо из рабочих насосов зимнего режима летний насос автоматически не включается. Летний насос с остальными насосами здесь связан только односторонним действием блокировки. В летнем режиме, когда работает только один летний насос, любой из насосов зимнего режима может быть резервным.

На чертеже функциональной схемы блокировки, показанной на рис. 3-5, даются следующие пояснения:

1. Избиратель резерва *ИР* является общим для группы заблокированных насосов.

2. Номера электродвигателей по плану силовой сети, номера чертежей и схем управления электродвигателями заблокированных механизмов и маркировка *РБ* приведены в схеме аварийной сигнализации.

Из схемы блокировки трех насосов питательной воды (рис. 3-9) видно, что при аварийном отключении любого из двух рабочих насосов или при падении давления в их напорных патрубках автоматически включается резервный насос. Включение резервного насоса производится после замыкания замыкающего контакта реле *РБ*. Вышеуказанная схема действительна и для трех насосов подпиточной воды, устанавливаемых при закрытой системе теплоснабжения.

При закрытой системе теплоснабжения в котельной могут быть установлены и два насоса подпиточной воды, один из которых рабочий, а другой резервный. При этом мощность их обычно не превышает 17 кВт (рис. 3-10).

Схема блокировки (рис. 3-11) трех подпиточных насосов дает представление о применяемой в котельных схеме при открытой системе теплоснабжения. В этом случае устанавливаемые три насоса выполняют следующие функции: один подает воду в сеть из деаэраторов, второй из баков-аккумуляторов, третий является резервным для первого либо для второго из указанных насосов. Из схемы видно, что при аварийном отключении насоса № 1 или 2 соответственно автоматически закрывается его задвижка на напорном патрубке, задвижка же № 1 либо 2 на трубопроводе обвязки автоматически открывается, и только после полного ее открытия автоматически включается насос № 3. Задвижка насоса № 3 на напорном патрубке автоматически открывается после включения последнего. Отключение насоса № 3 и закрытие задвижек на трубопроводе обвязки производится дистанционно.

### 3-4. Принципиальные электрические схемы управления электродвигателями

На рис. 3-12 представлена схема управления электродвигателем дымососа котлоагрегата типа КЕ. Эта схема применима также и для управления электродвигателем дымососа котлоагрегатов ПТВМ-30м, ДЕ и КВ-ГМ 2,5—20. В этом случае из схемы исключается замыкающий контакт *РП*, работающий в цепи управления схемы электродвигателя вентилятора возврата уноса.

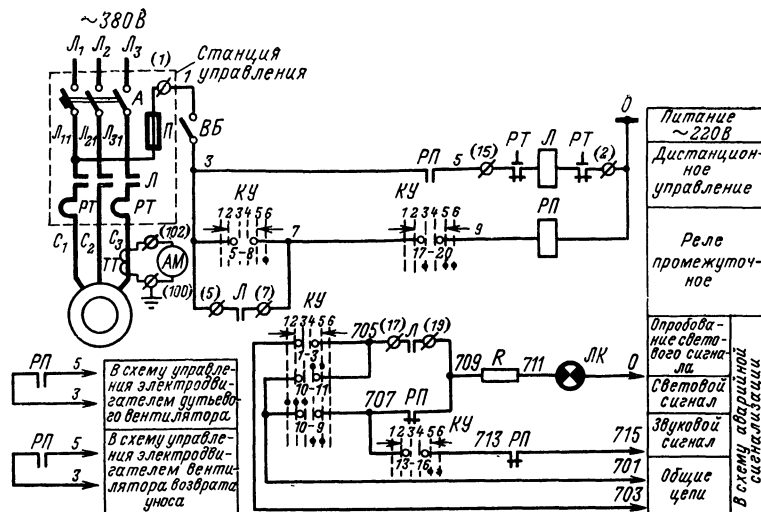


Рис. 3-12. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем дымососа котлоагрегата КЕ.

Электродвигатель дымососа подвержен перегрузке. Для изменения тока перегрузки схемой предусмотрена установка амперметра *АМ*, работающего в комплекте с трансформатором тока *ТТ*. Для подачи напряжения на линейные контакты магнитного пускателя *Л* и в цепь управления необходимо замкнуть контакты автоматического выключателя *А* и пакетного выключателя *ВБ*. Пуск электродвигателя осуществляется ключом *КУ*. При переводе рукоятки ключа из положения «Отключено» в положение 4 (рукоятка ключа фиксируется в вертикальном положении) «Проверка лампы перед включением» производится проверка исправности лампы *ЛК* и цепи 701 (фаза) — 707—709—711—0. В этом положении цепь 701—707—713—715 звукового сигнала разомкнута пакетом 13—16 ключа. При исправности этой цепи и лампы последняя должна включиться.

При дальнейшем повороте рукоятки ключа по часовой стрелке до положения 6 «Включить» пакет ключа 10—9 размыкает цепь 701—707, и лампа *ЛК* гаснет. Пакеты ключа 5—8 и 17—20 замыкают цепь *Л11—1—3—7—9—0* реле *РП*. Реле *РП* замыкает свои замыкающие контакты в цепи *Л11—1—3—5—0* питания катушки магнитного пускателя *Л* и размыкает замыкающие контакты в цепях 701—707—709—711—0 лампы *ЛК* и 701—707—713—715 звукового сигнала.

Магнитный пускатель *Л* срабатывает, и его линейные контакты и блок-контакты замыкаются. Линейные контакты подключают к сети электродвигатель. Замыканием блок-контактов в цепи *Л11—1—3—7—9—0* осуществляется нулевая защита электродвигателя,

а в цепи 703—705—709—711—0 производится подготовка ее для возможности опробования светового сигнала.

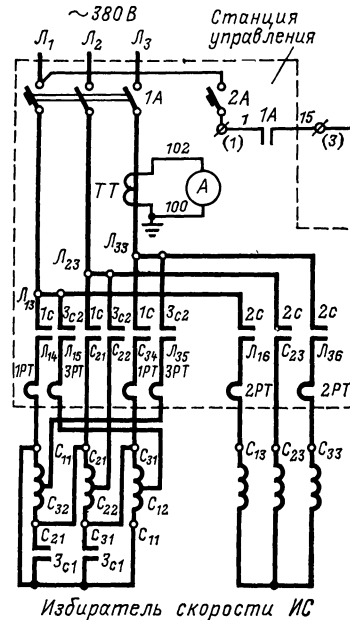
Положение 6 рукоятки ключа не является фиксированным, поэтому при прекращении воздействия на нее она автоматически устанавливается в положение 5 «Включено» (вертикальное фиксированное положение). При этом пакет ключа 5—8, размыкая цепь 3—7, осуществляет нулевую защиту, а пакет 10—9 подготавливает цепи светового и звукового сигналов для фиксирования аварийного останова электродвигателя. При аварийном отключении электродвигателя блок-контакт Л в цепи 3—7 размыкает цепь питания реле РП. Реле РП, обесточиваясь, замыкает свои размыкающие контакты в цепях светового и звукового сигналов (лампа ЛК загорается, и звучит звуковой сигнал).

После аварийного останова пуск электродвигателя возможен только при повторении пусковых операций.

Нормальный останов электродвигателя осуществляется поворотом рукоятки ключа против часовой стрелки. Из положения 5 рукоятку ключа переводят в положение 3 «Проверка лампы перед отключением» (горизонтальное фиксированное положение). В этом положении электродвигатель еще не отключается, но пакет ключа 10—9 размыкает цепи световой и звуковой аварийной сигнализации, замыканием же контактов ключа 10—11 по цепи 701—705—709—711—0 производится проверка лампы ЛК перед отключением электродвигателя. При дальнейшем повороте рукоятки ключа до положения 1 «Отключить» происходит отключение электродвигателя. Пакет ключа 17—20, разрывая цепь Л11—1—3—7—9—0, обесточивает РП; реле РП размыкает размыкающий контакт в цепи катушки Л магнитного пускателя; катушка магнитного пускателя обесточивается, и ее линейные контакты, размыкаясь, отключают электродвигатель от сети; сигнальная лампа гаснет. Если же механическая система пускателя Л не работает и его якорь не отпадет, то замыкающий блок-кон-

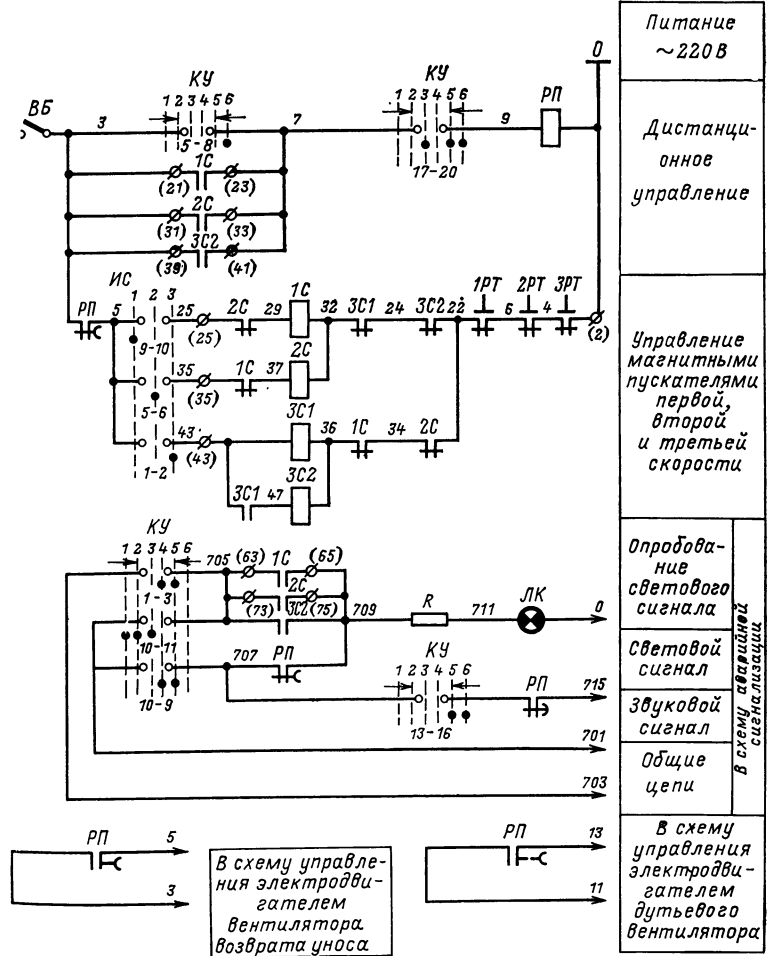
такт Л (цепь 705—709) останется замкнутым и лампа не погаснет. Поэтому пакетом ключа 10—11 в положении 1 не разрывается цепь проверки лампы перед отключением. Положение 1 не является фиксированным положением для рукоятки ключа. Из положения 1 рукоятка ключа автоматически возвращается в фиксированное горизонтальное положение 2 «Отключено».

Перечень и основные технические характеристики электроаппаратуры, используемой для построения рассмотренной схемы управления электродвигателем дымососа, приведены в табл. 3-1.



ИЗБИРАТЕЛЬ СКОРОСТИ ИС

		УП5406 - С142						
Номер секции	Номер контакта	Положение рукоятки						
		-45°		0°		+45°		
		И скорость	II скорость	III скорость	И скорость	II скорость	III скорость	
		1	2	3	1	2	3	
I	1 2				Л	П	Л	П
II	3 4						Л	П
III	5 6			Х	Х			
IV	7 8			Х	Х			
V	9 10	Х	Х					
VI	11 12	Х	Х					



Питание ~220В	В схеме аварийной сигнализации
Дистанционное управление	
Управление магнитными пускателями первой, второй и третьей скорости	
Опробование светового сигнала	В схеме аварийной сигнализации
Световой сигнал	
Звуковой сигнал	
Общие цепи	В схеме управления электродвигателем дутьевого вентилятора
РП 5	
РП 13	

Рис. 3-13. Принципиальная электрическая схема управления трехскоростным электродвигателем дымососа котлоагрегатов

Рис. 3-14. Принципиальная электрическая схема управления трехскоростным электродвигателем дымососа котлоагрегатов

Таблица 3-1

## Перечень электроаппаратуры к схеме, показанной на рис. 3-12

Обозначение по схеме	Наименование	Марка	Технические данные	Количество
----------------------	--------------	-------	--------------------	------------

## Аппаратура у электродвигателя

ВВ	Выключатель пакетный . . . . .	ГПВМ2-10	220 В, 10 А	1
----	--------------------------------	----------	----------------	---

## Аппаратура на щите станции управления

—	Станция управления . . . . .	—	—	1
ТТ	Трансформатор тока . . . . .	—	—	1

## Аппаратура на станции управления

Л, РТ	Пускатель магнитный . . . . .	—	—	1
А	Автоматический выключатель . . . . .	—	—	1
П	Предохранитель . . . . .	—	—	1

## Аппаратура на щите управления

РП	Реле промежуточное . . . . .	ПМЕ-111	220 В	1
А	Амперметр . . . . .	ЭЗ78-3	—	1
КУ	Переключатель . . . . .	ПМОВФ-1366 <sub>3</sub> 9 <sub>1</sub> 10 <sub>2</sub> /П-Д126	—	1
ЛК	Арматура коммутаторной лампы . . . . .	АСКМ	С красной линзой	1
—	Лампа коммутаторная . . . . .	КМ-5	60 В	1
—	Сопроотивление . . . . .	ПЭ-25	2500 Ом	1

Дымососы котлоагрегатов КЕ и ДЕ заводами-изготовителями могут комплектоваться трехскоростными электродвигателями, для управления которых следует применять схему, приведенную на рис. 3-13. Здесь ИС, обеспечивающий перевод работы электродвигателя с одной скорости на другую, устанавливается около щита управления.

Показанная на рис. 3-14 схема предназначена для управления электродвигателем дымососа котлоагрегата типа КВ-ТС. Отличительной особенностью этой схемы является то, что в цепи катушки РП коммутируется замыкающий контакт РЗ1. Реле РЗ1 включается в схему защиты котлоагрегата таким образом, что при от-

клонении его технологических параметров от нормы замыкающий контакт реле размыкается и отключает электродвигатель.

Для привода дымососа котла КВ-ТС, так же как и для котлов КЕ и ДЕ, электродвигатель может быть поставлен трехскоростным. Тогда схему управления следует построить аналогично рис. 3-13 с внесением в нее изменений согласно рис. 3-14.

Электродвигатель дымососа блокируется с электродвигателем дутьевого вентилятора, а для котлоагрегата, работающего на твердом топливе, и с вентилятором возврата уноса.

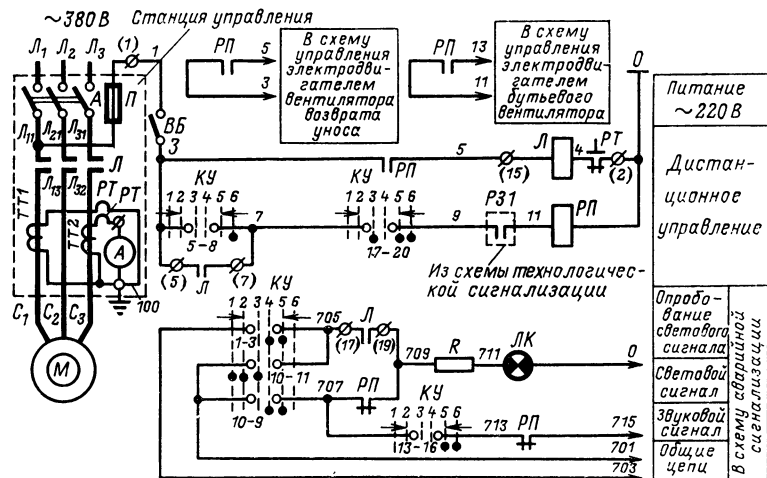


Рис. 3-14. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем дымососа котлоагрегата КВ-ТС.

Схемой управления электродвигателем дутьевого вентилятора котлоагрегатов КЕ и КВ-ТС, работающих на твердом топливе (рис. 3-15), предусматривается дистанционное управление. Как видно из схемы, при дистанционном (сблокированном) управлении пуск электродвигателя возможен только после замыкания замыкающего контакта реле РП в цепи Л11—1—3—5—7—0, которое установлено в схеме управления электродвигателя дымососа (см. рис. 3-12).

При переводе рукоятки ПБ из положения «Сблокировано» в положение «Деблокировано» указанный контакт реле РП шунтируется пакетом 1—3 переключателя блокировки. При этом пуск электродвигателя становится возможен дистанционно без блокировки. Во всем остальном эта схема аналогична схеме управления электродвигателем дымососа.

Для котлоагрегатов ДЕ и ПТВМ-30М в схеме управления электродвигателем дутьевого вентилятора должны быть исключены контакт РП и пакеты ПБ, включаемые в схемы управления других блокируемых электродвигателей.

Для водогрейных котлов типа КВ-ГМ 2,5—20 управление дутьевым вентилятором производится в соответствии со схемой,



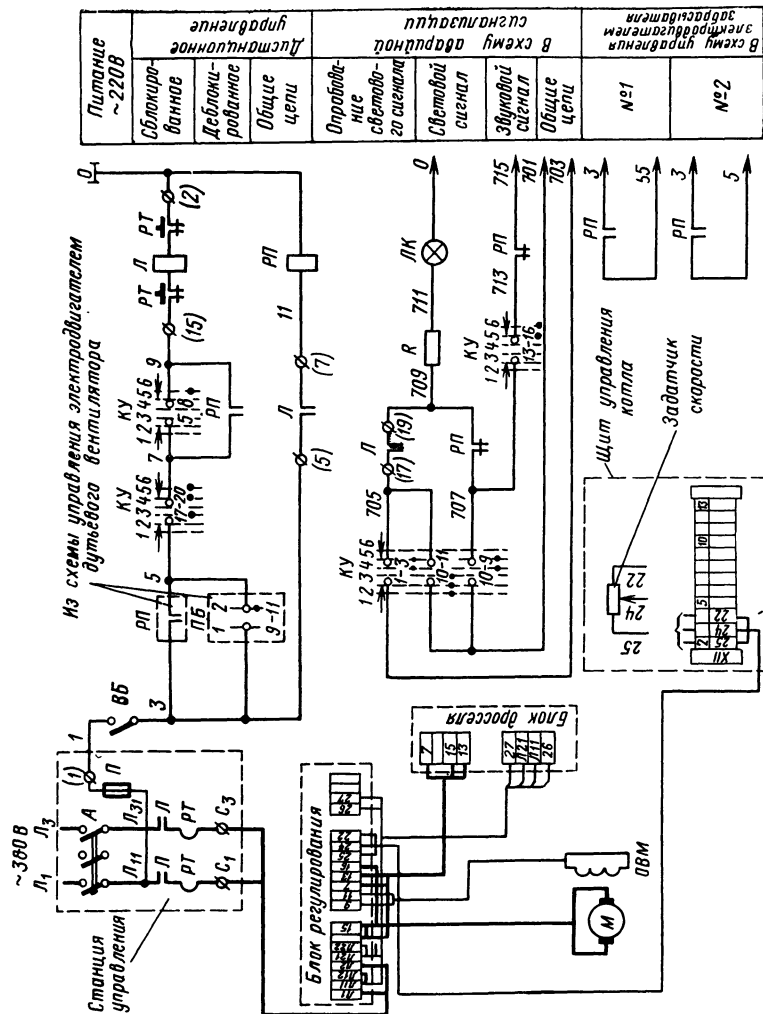


Рис. 3-17. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем цепной решетки.

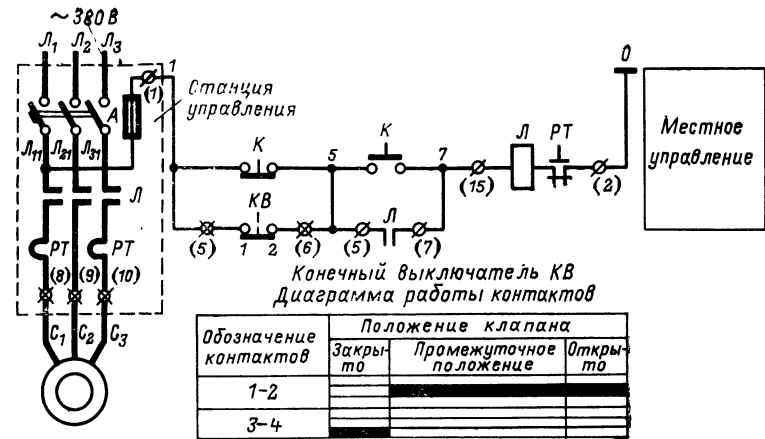


Рис. 3-18. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем обдувочного устройства.

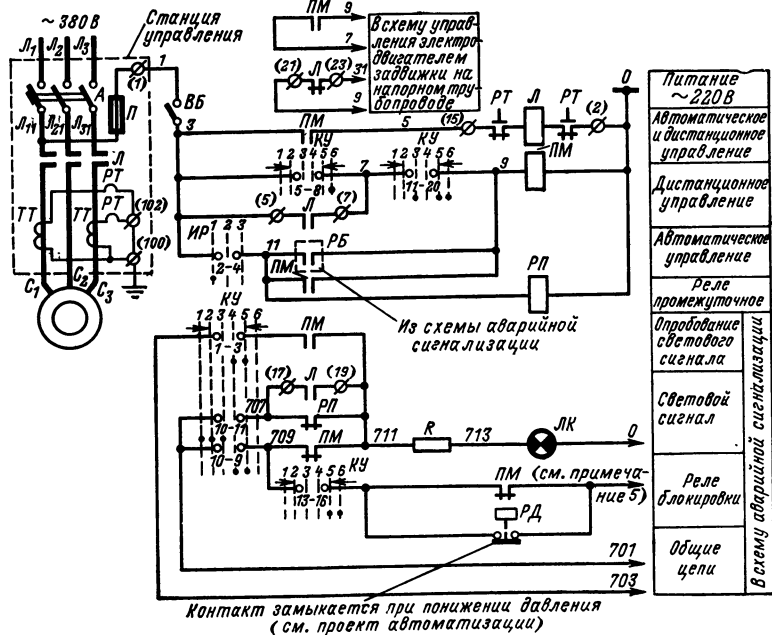


Рис. 3-19. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса сетевой воды мощностью более 40 кВт.

устанавливается в положение 1 или 3 «Резерв», лампа ЛК гаснет. Таким образом, сигнальной лампой обеспечивается контроль за действиями оператора.

Используемые в схеме замыкающие и размыкающие контакты ПМ и Л необходимы для осуществления автоматического управления задвижкой, устанавливаемой на напорном трубопроводе насоса. При пуске электродвигателя насоса задвижка открывается и после его отключения закрывается. Эти контакты (ПМ и Л) не используются в схеме при применении последней для электродвигателя насоса сетевой воды мощностью менее 40 кВт.

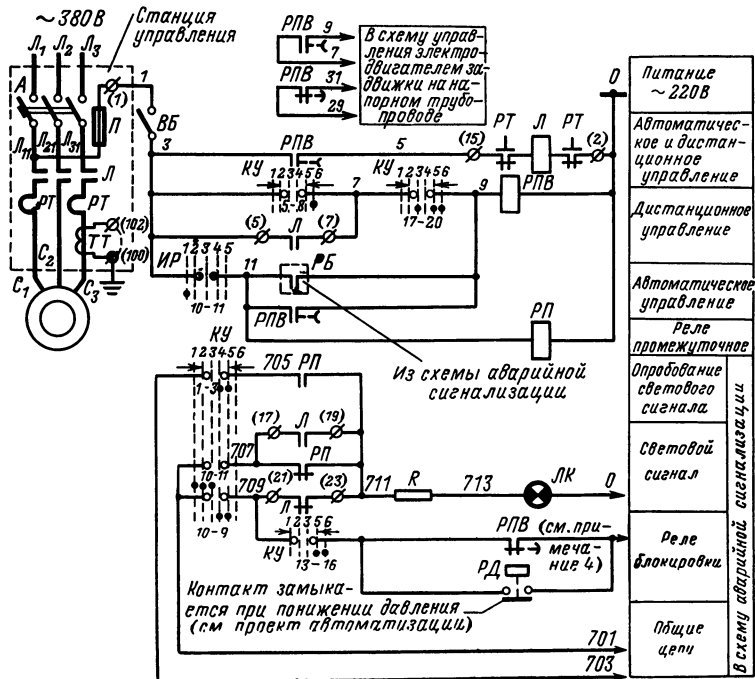


Рис. 3-20. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса сетевой воды, имеющего самозапуск.

Показанная на рис. 3-20 схема управления электродвигателем насоса сетевой воды (насоса подпиточной воды) применяется при установке в котельной трех и более заблокированных насосов. Мощность каждого электродвигателя при этом обычно больше 40 кВт. Поэтому в схеме предусмотрены контакты РПВ для включения в схему задвижки, устанавливаемой на напорном трубопроводе насоса. Для обеспечения самозапуска электродвигателя в схеме установлено РПВ. Замыкающий контакт реле РПВ в цепи катушки магнитного пускателя Л (цепь Л11—1—3—5—0) при отсутствии напряжения на зажимах катушки реле размыкается с выдержкой времени от

0,5 до 1,1 с в зависимости от его настройки. Если за это время произойдет восстановление напряжения в сети до нормальной величины, то контакт реле РПВ не разомкнется и катушка магнитного пускателя, получая напряжение, опять втянет свой якорь, а линейные контакты пускателя, замыкаясь, повторно подключают электродвигатель к сети.

На чертеже схемы, приведенной на рис. 3-19, даются следующие пояснения.

1. На данном чертеже представлена схема управления электродвигателем насоса сетевой воды № 1, для остальных заблокирован-

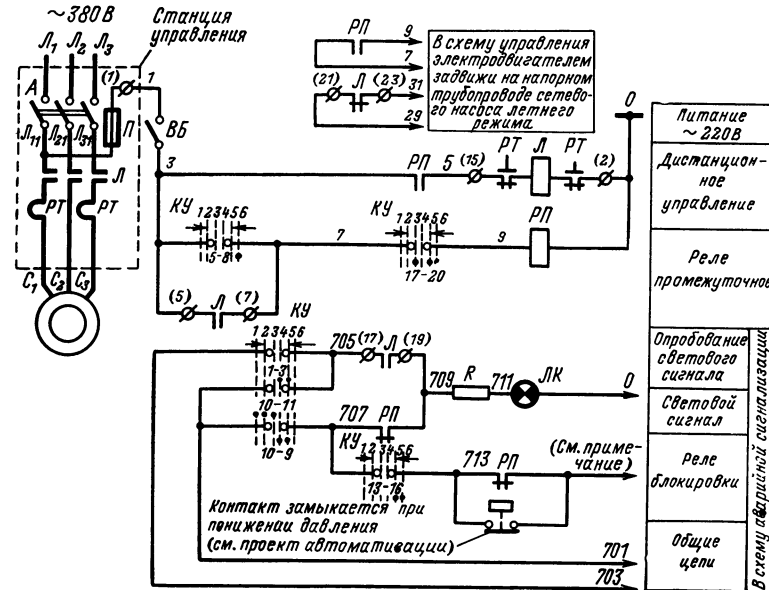


Рис. 3-21. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса сетевой воды летнего режима.

ных насосов схема аналогична, за исключением номера контакта избирателя резерва ИР (см. рис. 3-6).

2. В монтажной схеме щита управления в маркировке аппаратов и проводов впереди проставлен номер электродвигателя.

3. Маркировка реле РБ и электрических цепей к реле блокировки дана в схеме аварийной сигнализации.

4. Обозначения для зажимов клеммника станции управления. Заводская маркировка зажима дана в скобках.

Представленная на рис. 3-21 схема управления электродвигателем насоса сетевой воды летнего режима применяется для электродвигателя мощностью более 40 кВт. Схемой предусмотрено дистанционное управление. При аварийном отключении электродвигателя или при падении давления в сети по цепи 701—707—713 подается напряжение на реле блокировки, установленное в схеме аварийной сигнализации. Реле блокировки, обтекаемая током, замыкает свой

контакт в цепи электродвигателя резервного насоса. В качестве резервного насоса в данном случае служит один из насосов сетевой воды зимнего режима.

При установке в котельной электродвигателя насоса сетевой воды летнего режима мощностью менее 40 кВт в схеме (рис. 3-21) следует исключить контакты РП и Л, используемые для управления электродвигателем задвижки на напорном трубопроводе насоса.

Схема управления электродвигателем насоса питательной воды и насоса горячего водоснабжения (рис. 3-22) предусматривает дистанционное и автоматическое управление.

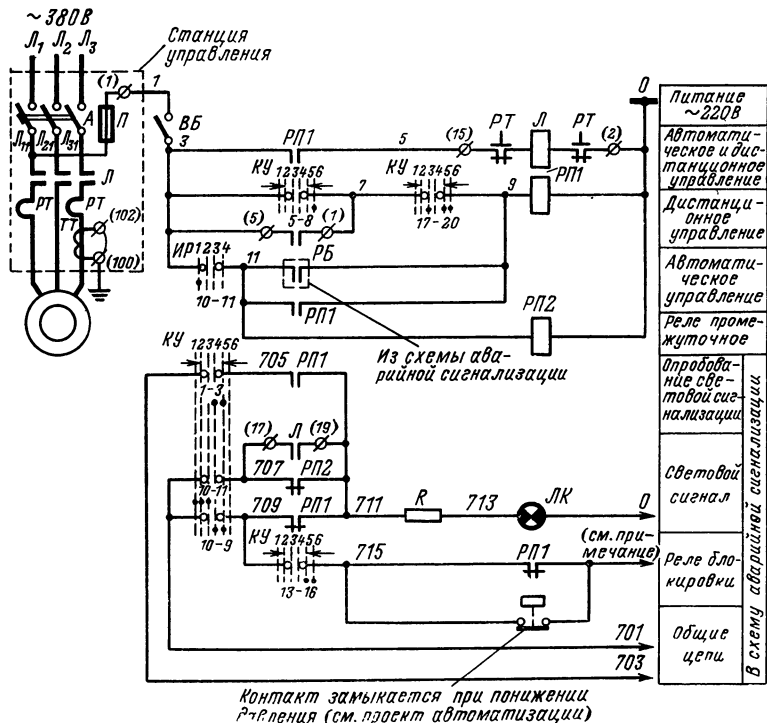


Рис. 3-22. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса питательной воды.

Показанная на рис. 3-23 схема управления электродвигателем насоса питательной воды (насоса рециркуляционной воды) применяется при установке индивидуального питательного насоса для котлоагрегата. Схемой предусматривается только дистанционное управление.

Схема управления электродвигателем насоса подпиточной воды (рис. 3-24) применяется для электродвигателя мощностью до 17 кВт. Схемой предусматривается дистанционное и автоматическое управление. В связи с небольшим током, потребляемым при пуске

электродвигателя катушкой магнитного пускателя Л, в этой схеме цепь катушки Л коммутируется непосредственно контактами 5—8; 17—20 ключа КУ (цепь Л11—1—3—9—7—0). В данной схеме реле РП выполняет три функции:

- а) контроля правильности действий оператора при пуске электродвигателя или установке последнего на ремонт;
- б) контроля напряжения в цепях управления резервного электродвигателя (цепь Л11—1—3—9—ИР—9—КУ—11—0);
- в) размножителя замыкающего контакта магнитного пускателя Л.

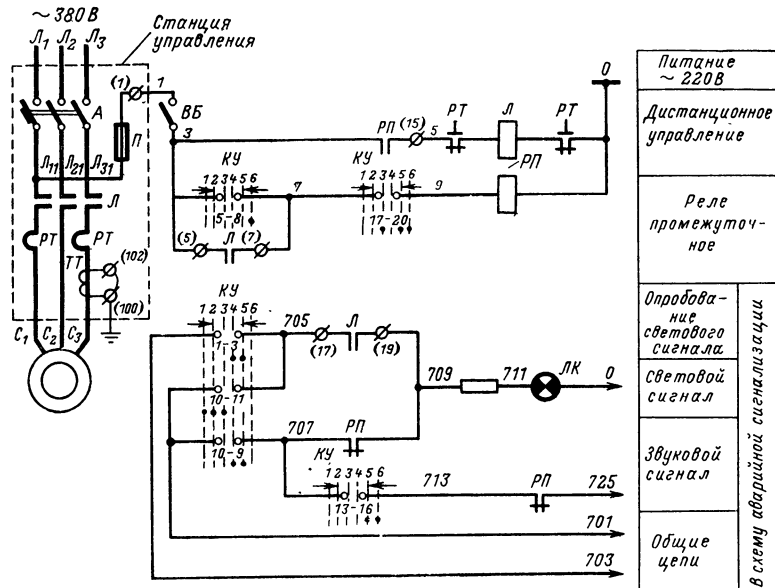


Рис. 3-23. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса питательной воды, устанавливаемого индивидуально для котлоагрегата.

Представленная на рис. 3-25 схема управления электродвигателя насоса подпиточной воды № 1 (№ 2) предусматривает дистанционное управление и самозапуск электродвигателя.

Схема управления электродвигателем насоса подпиточной воды № 3 (рис. 3-26) предусматривает дистанционное и автоматическое управление. Дистанционное управление осуществляется ключом КУ; автоматическое — замыканием контактов реле блокировок РБ4 (РБ5) и промежуточных реле РП, используемых в схемах управления электродвигателями задвижек № 1 (№ 2) на трубопроводах обвязки подпиточных насосов. Из схемы видно, что автоматическое включение электродвигателя насоса подпиточной воды может быть осуществлено только при аварийном отключении насоса № 1 (№ 2) и полном открытии задвижки № 1 (№ 2) на трубопроводе обвязки.

На рис. 3-27—3-29 представлены схемы управления электродвигателем насоса раствора соли. При автоматизированном процессе регенерации фильтров необходимо применить схему (рис. 3-27), предусматривающую местное и автоматическое управление. Местное управление осуществляется кнопчным постом *К*, автоматическое — контактом реле уровня в расходном баке раствора соли.

Схема, приведенная на рис. 3-28, обеспечивает местное и дистанционное управление. Местное управление осуществляется "КУМ", дистанционное — кнопчным постом КУД. Выбор вида управления

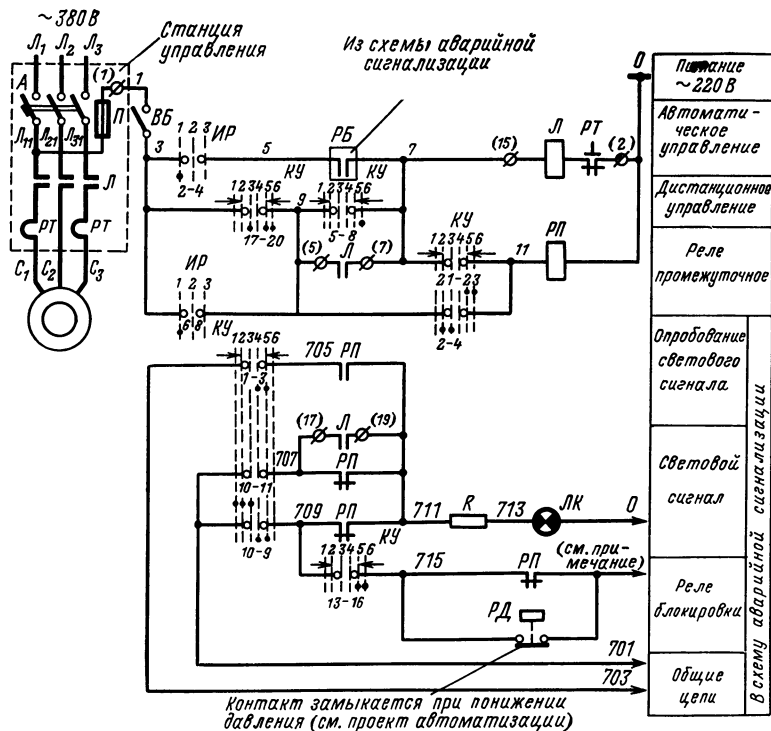


Рис. 3-24. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса подпиточной воды мощностью до 17 кВт.

осуществляется избирателем управления ИУ. Эту схему необходимо применять при неавтоматизированном процессе регенерации фильтров и при расположении насоса раствора соли и расходного бака в разных помещениях, а также когда разгрузка соли осуществляется из железнодорожного вагона при помощи гидротранспортера. При ручном управлении процессом регенерации фильтров и расположении насоса раствора соли в непосредственной близости от расходного бака управление электродвигателем насоса раствора соли следует осуществлять по схеме, приведенной на рис. 3-29.

По схемам, приведенным на рис. 3-27 и 3-28, обеспечивается управление электродвигателем насоса коагулянта. Для выбора схемы управления этим электродвигателем пользуются критериями, приведенными для насоса раствора соли.

Схемой насоса-дозатора реагентов, приведенной на рис. 3-30, предусматривается местное и автоматическое управление. Местное управление осуществляется кнопчным постом *К*. При установке ИУ в положение *А* к катушке магнитного пускателя подключается цепь Л11—1—3—31—7 автоматического управления. Автоматическое

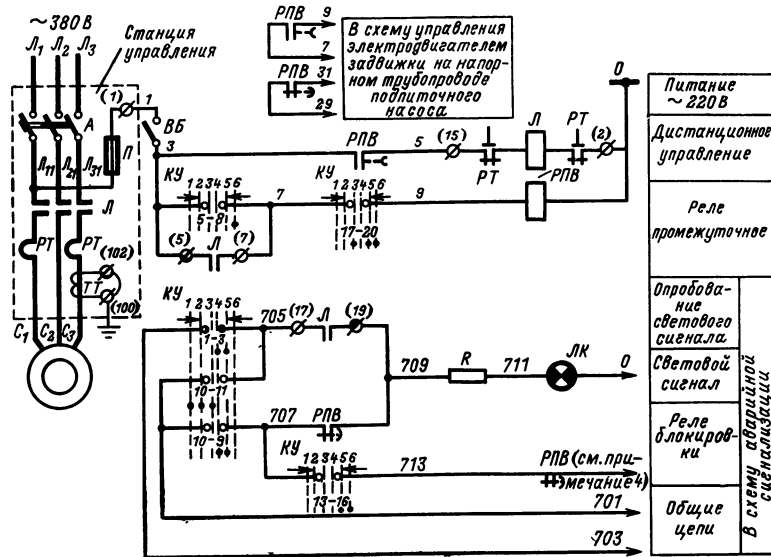


Рис. 3-25. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса подпиточной воды № 1 (№ 2).

управление осуществляется регулятором, получающим импульс по расходу исходной воды и производящим дозирование реагента пропорционально расходу. Схемой предусматривается защита насоса в случае возрастания давления сверх допустимого в его напорном патрубке. В этом случае схемой предусматривается (цепь 1—3) отключение электродвигателя размыкающим контактом реле электроконтактного манометра, установленного на напорном патрубке насоса. При аварийном останове электродвигателя, работающего в автоматическом режиме, формируется цепь несоответствия между командой на включение (замыкающий контакт в цепи 31—7) и ее исполнением. По цепи 701—705—709—711—0 загорается табло ЛАС, а по цепи 701—705—713—725 подается импульс на звуковой сигнал. В том случае, когда механическая система пускателя не сработает и его якорь не отпадет, соберется цепь 701—705—707—711—0 несоответствия между командой на отключение (замыкающий блок-контакт магнитного пускателя Л не разомкнется) и ее исполнением (замыкающий контакт реле времени РВ замкнется) и

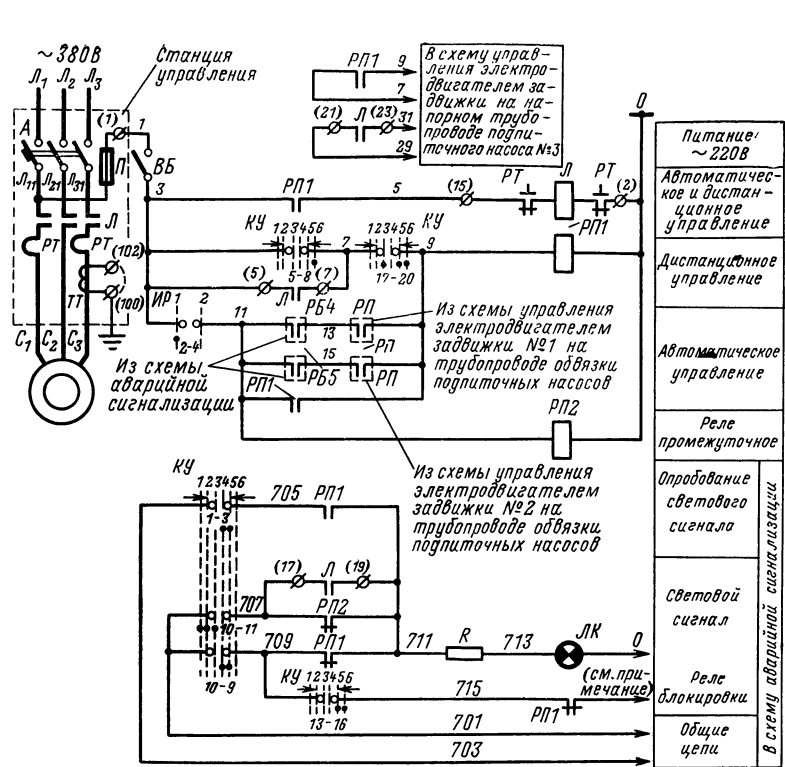


Рис. 3-26. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем насоса подпиточной воды № 3.

загорится световой сигнал. Схемой проверка исправности светового сигнала не обеспечивается, так как табло ЛАС принято двухламповым, а выход из строя одновременно двух ламп практически невозможен.

Схему местного управления (рис. 3-31) электродвигателем насоса-дозатора нитратов применяют в водоподготовительных установках без осветлителей. Этой схемой предусматривается автоматическое отключение электродвигателя при возрастании давления сверх допустимого в напорном патрубке насоса. Схемой не предусматривается сигнализация аварийного отключения электродвигателя и автоматическое включение резервного насоса при аварийной остановке работавшего.

Насос взрыхляющей промывки фильтров (рис. 3-32) при наличии автоматизированного процесса восстановления фильтров управляется автоматически командно-электропневматическим прибором (КЭП). Включение КЭП производится оператором при наличии необходимого уровня в баке промывочной воды. Предельные значения уровня сигнализируются световыми табло на щите управле-

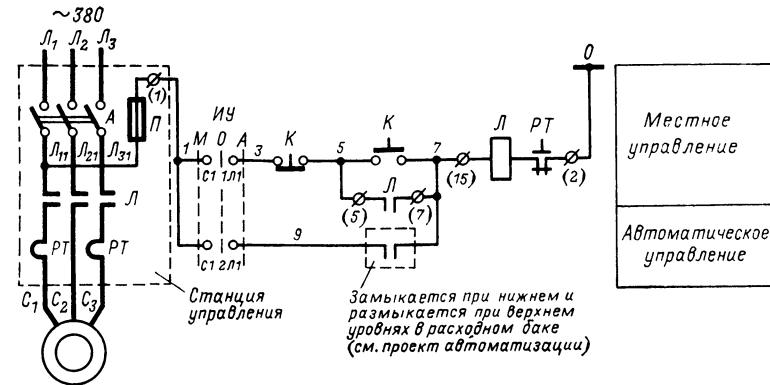


Рис. 3-27. Принципиальная электрическая схема автоматического управления электродвигателем насоса раствора соли.

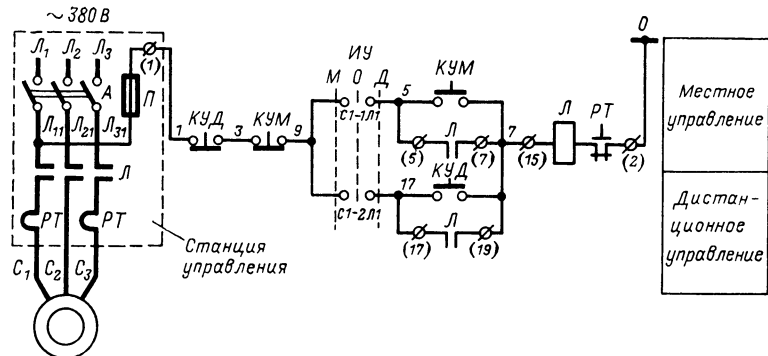


Рис. 3-28. Принципиальная электрическая схема местного управления электродвигателем насоса раствора соли.

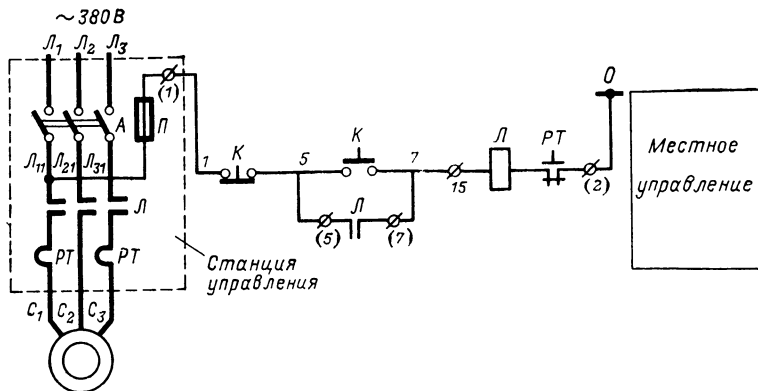


Рис. 3-29. Принципиальная электрическая схема местного управления электродвигателем.



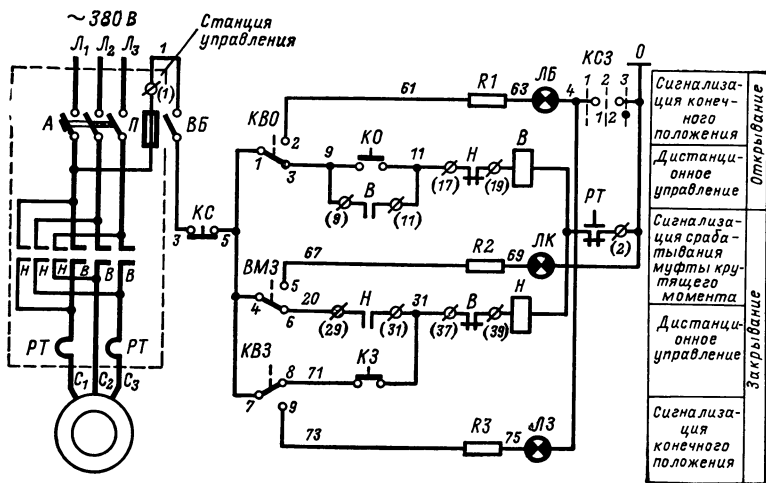


Для управления электродвигателем компрессора, перекачивающего кислород со склада в бак-мерник, служит схема местного и дистанционного управления (рис. 3-28). В этой схеме кнопочный пост КУД необходимо установить около бака-мерника.

В котельных установках в качестве запорных органов на газомазутоводопроводах широко применяются вентили и задвижки с электроприводами типов А, Б, В, Г, Д, ЭПВ, ЭВ тульского завода «Электропривод», а также с электроприводами запорной арматуры ВАЗ (Венюковский арматурный завод).

Показанная на рис. 3-34 схема применяется для управления запорной арматурой с электроприводами типов Б, В, Г, Д, устанавливаемой на трубопроводах прямой и обратной сетевой воды котлоагрегатов ПТВМ-30М и КВ-ГМ.

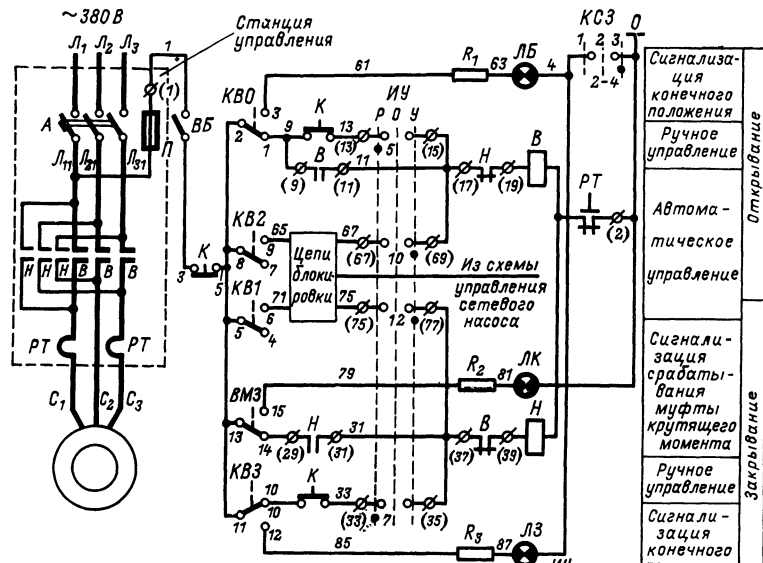
Нажатием кнопки КО подается напряжение на катушку В магнитного пускателя открытия задвижки. При достижении запорным органом полного открытия конечный выключатель КВО разрывает цепь питания катушки магнитного пускателя, и электропривод останавливается. Закрытие задвижки осуществляется кнопкой КЗ и возможно только при закрытом вентиле на мазутопроводе (задвижка на газопроводе) к котлу при работе котла на мазуте (газе). Останов электропривода при закрытии осуществляется муф-



Конечные выключатели КВО; КВЗ  
 Диаграмма работы контактов.

Наименование конечных выключателей	Обозначение по схеме	Положение задвижки		
		Закрыто	Промежуточное положение	Открыто
КВО	1-2			
	1-3			
КВЗ	7-9			
	7-9			

Рис. 3-36. Принципиальная электрическая схема местного управления электроприводами типов ЭПВ и ЭВ задвижек.



Конечные выключатели КВО; КВЗ; КВ1; КВ2

Диаграмма работы контактов

Наименование конечных выключателей	Обозначение контактов	Положение задвижки		
		Закрыто	Промежуточное положение	Открыто
КВО	2-3			
	2-1			
КВЗ	11-10			
	11-12			
КВ1	5-6			
	5-4			
КВ2	8-9			
	8-7			

Рис. 3-37. Принципиальная схема управления электроприводами типов Б; В; Г и Д задвижек на напорном трубопроводе сетевой воды.

той предельного момента, связанной с конечным выключателем КВМ.

При достижении необходимой плотности при закрытии задвижки момент вращения, развиваемый электроприводом, становится больше номинального, муфта предельного момента воздействует на ВМЗ, который в свою очередь, срабатывая, кратковременно замыкает свой размыкающий контакт. Цепь катушки пускателя Н при этом размыкается, и электропривод останавливается. Для прекращения действия ошибочно поданной команды, а также для кратковременной остановки задвижки в промежуточном положении в схеме предусматривается установка кнопки «Стоп» КС.

При включении магнитным пускателем электропривода на открытие задвижки блок-контактом его катушки В размыкается цепь катушки пускателя Н, и наоборот.

Таким образом, исключается возможность одновременного включения обеих катушек реверсивного магнитного пускателя.

Сигнальные лампы ЛБ, ЛЗ и ЛК сигнализируют соответственно полное открытие, полное закрытие запорного органа и срабатывание муфты предельного момента.

Ключ КСЗ, установленный в цепях сигнальных ламп ЛБ и ЛЗ, обеспечивает эксплуатацию щита автоматизации с нормально погашенными сигнальными лампами.

Электроприводы задвижек на сетевой воде к котлу и от котла котлоагрегата типа КВ-ТС могут управляться по схеме рис. 3-34.

Схемы управления, приведенные на рис. 3-35, 3-36, предусматривающие местное управление, применяются для вентилей и задвижек с электроприводами соответственно типов Б, В, Г, Д и ЭПВ; ЭВ, которые могут быть установлены на магистральных трубопро-

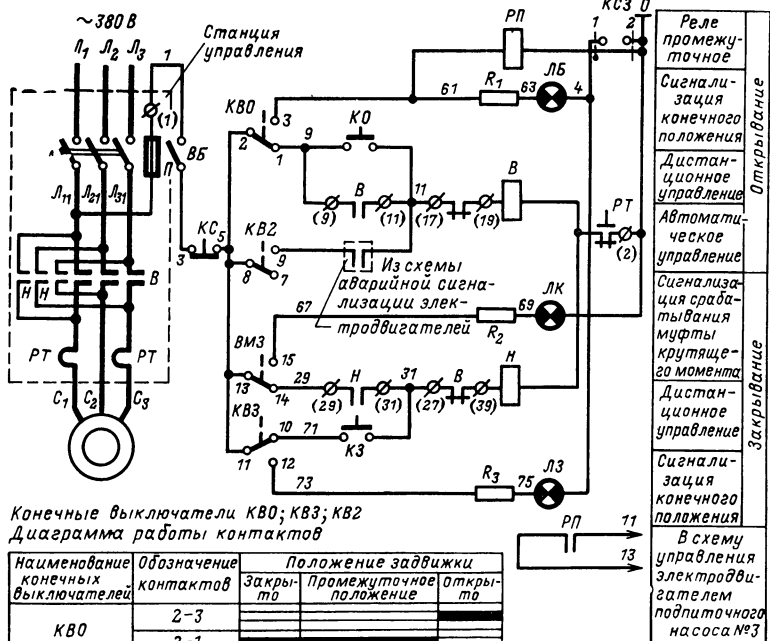
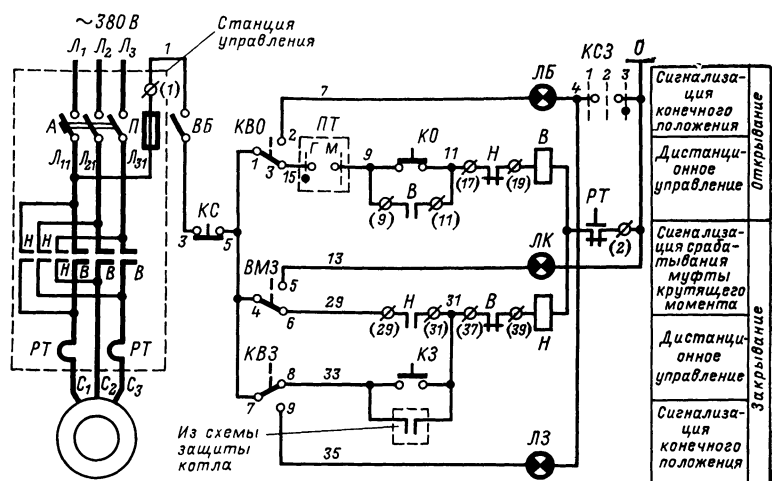


Рис. 3-38 Принципиальная электрическая схема управления электроприводами типов Б; В; Г и Д задвижки № 1 и № 2 на трубопроводе обвязки насоса подпиточной воды № 3.



Конечные выключатели КВ0; КВ3  
Диаграмма работы контактов

Наименование конечных выключателей	Обозначение по схеме	Положение задвижки		
		Закрыто	Промежуточное положение	Открыто
КВ0	1-2			
	1-3			
КВ3	7-9			
	7-8			

Рис. 3-39. Принципиальная электрическая схема управления электроприводами типов ЭПВ и ЭВ задвижки на газопроводе к котлу.

водах сетевой воды и газопроводах, а также всасывающем трубопроводе насоса сетевой воды при диаметре трубопроводов 500 мм и более. В этом случае о полном открытии или закрытии запорного органа судят по стрелке указателя положения, расположенного на приводе задвижки.

На рис. 3-37 приведена схема управления электродвигателем задвижки на напорном трубопроводе насоса сетевой воды. Схемой предусматривается местное и автоматическое управление. Выбор вида управления производится избирателем управления ИУ.

К схеме, приведенной на рис. 3-37, даются следующие пояснения.

1. На данном рисунке представлена схема управления электродвигателем задвижки на напорном трубопроводе насоса № 1; для задвижек на напорных трубопроводах насосов № 2, 3 и 4 схемы аналогичны, за исключением номера контакта ключа КСЗ. Для задвижки на напорном трубопроводе насоса № 2 контакт 2-4 заменяется на 6-8, насоса № 3 на 10-12, насоса № 4 на 14-16.

2. Диаграммы работы контактов ИУ и КСЗ1 даны на рис. 3-43.

3. В монтажной схеме щита управления, в кабельном журнале и на чертежах расположения силового электрооборудования в мар-

кировке аппаратов, проводов и труб впереди проставлен номер электродвигателя.

4. Оставление запорной арматуры в промежуточном положении не допускается.

5. Конечные выключатели настраивают в соответствии с приведенной диаграммой. На схеме контакты конечных выключателей показаны в промежуточном положении.

6. Обозначение диаметра дано для зажимов станции управления.

На схеме заводская маркировка дана в скобках.

Схема, приведенная на рис. 3-37, применяется и для электродвигателей задвижек, установленных на напорных трубопроводах насосов сетевой воды (в случае установки в котельной двух или трех насосов сетевой воды), сетевой воды летнего режима и подпиточной воды № 1, 2, 3.

Схемой управления электродвигателем задвижки № 1 (№ 2) на трубопроводе обвязки насоса подпиточной воды № 3 (рис. 3-38) предусматривается дистанционное и автоматическое управление. Здесь автоматическое управление введено только в цепь катушки В реверсивного магнитного пускателя, включающего электродвигатель на открывание задвижки.

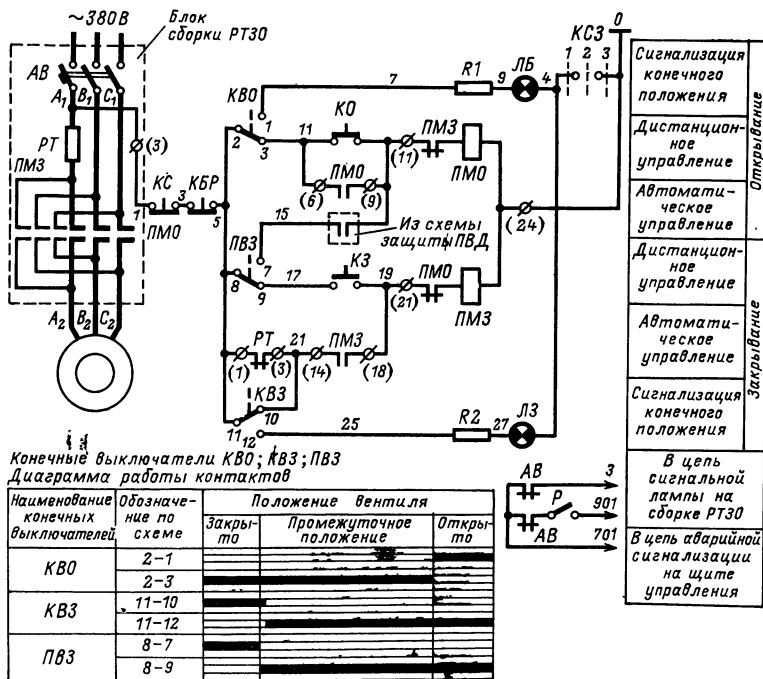


Рис. 3-40. Принципиальная электрическая схема управления электроприводом запорной арматуры ВА3.

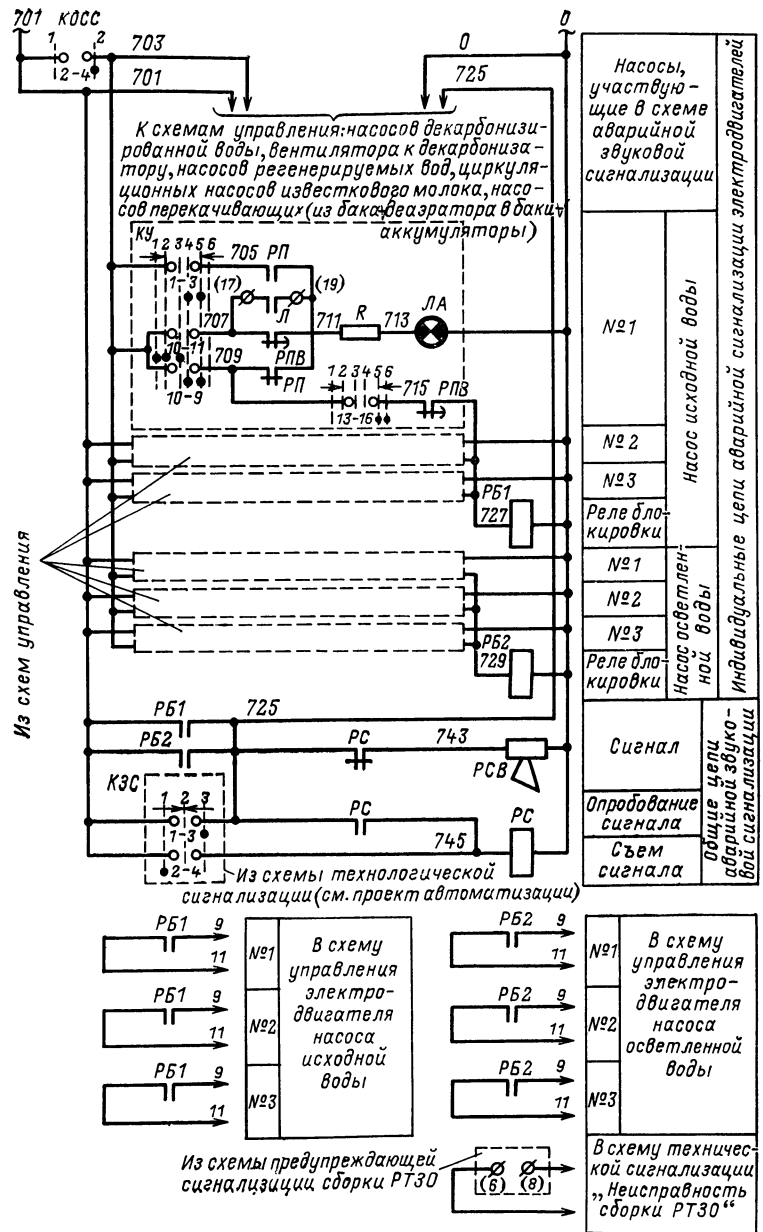


Рис. 3-41. Принципиальная электрическая схема аварийной сигнализации.

## Ключ управления КУ

ПМОВФ-1366,9,10<sub>а</sub>/II-Д126

Тип подвижного контакта	Номер подвижного контакта	Положение рукоятки						
		-135°		→ -90°		← 0		+45°
		Отключить	Отключено	Проверка ламп перед отключением	Проверка ламп перед включением	Включено	Включить	
								1
1	1—3 2—4		×	×	×	×		
3	5—8 6—7	×					×	
6	9—10 9—12 10—11	×	×	×	×	×	×	
6 <sub>а</sub>	13—14 13—16 14—15	×	×	×	×	×	×	
9 <sub>1</sub>	17—19 17—20	×	×	×	×	×	×	
10 <sub>1</sub>	21—22 21—23 22—24	×	×	×	×	×	×	

Таблица 3-2а

## Избиратель управления ИУ

ГППМ2-10/Н2

Номер пакета	Наименование контакта	Положение рукоятки					
		I		0		II	
		Местное	Отключено	0	Отключено	А	Автоматическое
1	C1—1Л1 C1—2Л1	×				×	
2	C2—1Л2 C2—2Л2	×				×	

## Избиратель резерва ИР

ПМОФ45-222222/II-Д9

Тип подвижного контакта	Номер неподвижного контакта	Положение рукоятки		
		-45°	0	+45°
		Рабочий	Отключено	Резервный
2	1—3 2—4	×		×
2	5—7 6—8	×		×
2	9—11 10—12	×		×
2	13—15 14—16	×		×
2	17—19 18—20	×		×
2	21—23 22—24	×		×

Таблица 3-2в

## Избиратель управления ИУ

УП1513—С553

Номер секции	Номер контакта	Положение рукоятки					
		-45°		0		+45°	
		Ручное	Р	Отключено	О	Автоматическое	А
		I	1	2	×		×
II	3	4	×		×		×
III	5	6	×		×		×
IV	7	8	×		×		×
V	9	10	×				×
VI	11	12			×	×	×

## Избиратель управления ИУ

ГППМЗ-10/Н2

Номер пакета	Наименование контакта	Положение рукоятки		
		I	0	II
		Местное	Отключено	Автоматическое
		М	О	А
1	C1—1Л1 C1—2Л1	×		×
2	C2—1Л2 C2—2Л2	×		×
3	C3—1Л3 C3—2Л3	×		×

Управление электроприводом ЭПВ и ЭВ задвижки на газопроводе к котлу обеспечивается схемой (рис. 3-39), предусматривающей дистанционное и автоматическое управление.

Примером построения схемы управления электроприводом запорной арматуры ВАЗ служит схема вентиля на мазутопроводе к котлу, приведенная на рис. 3-40. Отличительной особенностью этого типа привода является осуществление плотного закрытия задвижки с помощью реле максимального тока РТ. При достижении необходимой плотности при закрытии задвижки ток в силовой цепи электропривода становится больше уставки реле РТ, реле срабатывает и, кратковременно размыкая свой контакт, обесточивает катушку магнитного пускателя. Для отключения электропривода во время ремонтных работ здесь необходимо пользоваться блокировочным контактом КБР, встроенным в корпус привода и размыкающим цепь управления при воздействии на него штурвалом задвижки.

## 3-5. Принципиальная схема аварийной сигнализации

Обычно в котельных применяется схема аварийной сигнализации (рис. 3-41) с центральным съемом звукового сигнала без повторности действия.

Такая схема дает возможность отключить звуковой сигнал, сохраняя индивидуальный световой сигнал. Для снятия звукового сигнала достаточно повернуть ключ КЗС в положение I; при этом произойдет включение реле съема сигнала РС. Реле РС своим размыкающим контактом размыкает цепь питания звукового сигнала Рев, а замыкающим контактом — самоблокируется. Реле РС остается включенным, а цепь звукового сигнала разомкнутой до тех пор, пока оператор не повернет рукоятку ключа в положение; соответствующее состояние электродвигателя. Поворотом ключа КЗС в положение 3 производится опробование звукового сигнала. Для обеспечения возможности проверки исправности световых сигналов во

время работы электродвигателей служит ключ КОСС. Приведенная схема аварийной сигнализации является примером для построения и оформления и должна быть изменена в зависимости от оборудования, устанавливаемого в котельной.

Примеры оформления диаграмм работы контактов ключей, применяемых в электрических схемах управления электродвигателей и аварийной сигнализации, приведены в табл. 3-2.

## 3-6. Аппаратура управления и сигнализации

## Пакетный выключатель ГПВМ2-10

Выключатель (рис. 3-42) выпускается на номинальное напряжение 220 В переменного тока. Коммутационная способность выключателя — 10 А; исполнение — герметическое; кожух — пластмассовый.

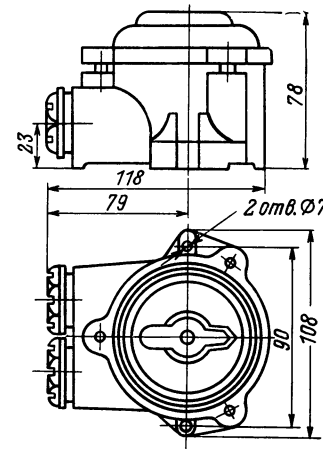


Рис. 3-42. Пакетный выключатель ГПВМ2-10.

## Кнопки управления серии КЕ

Кнопки выпускаются (рис. 3-43) для переменного тока на напряжение не более 500 В и постоянного тока напряжением не более 220 В.

Кнопки различаются по виду управляющего элемента (толкателя):

КЕ-011УЗ, КЕ-012УЗ — толкатель цилиндрический;

КЕ-021УЗ, КЕ-022УЗ — толкатель грибовидный.

Цвет толкателя может быть красный, желтый, черный, зеленый, голубой, белый.

Контактная система кнопок имеет одну из следующих модификаций:

КЕ-011УЗ, КЕ-021УЗ — 2з (исполнение 1); 1з и 1р (исполнение 2); 2р (исполнение 3);

КЕ-012УЗ, КЕ-022УЗ — 4з (исполнение 1); 3з и 1р (исполнение 2); 2з и 2р (исполнение 3); 1з и 3р (исполнение 4); 4р (исполнение 5).

Номинальный ток продолжительного режима 6,3 А.

Кнопки изготавливаются с табличками с одной из следующих надписей: «Быстро», «Вперед», «Назад», «Пуск», «Стоп», «Вниз», «Вверх», «Вправо», «Влево», «Толчок» или без надписи.

### Пускатель магнитный ПМЕ-111 переменного тока

Пускатель (рис. 3-44) выпускается на номинальное напряжение 36, 127, 220, 380 и 500 В; четко срабатывает при  $0,85U_{ном}$ ; обмотка пускателя длительно выдерживает  $1,1U_{ном}$ .

Контактная система состоит из трех главных контактов: 2з, 2р и блок-контактов. Коммутационная способность контактов: длительно допустимый ток через главные контакты при напряжении катушки до 380 В — 10 А, при напряжении катушки 500 В — 6 А, через блок-контакты — 6 А;

допустимый ток замыкания главными контактами 60 А при  $\cos \varphi = 0,35$ , блок-контактами 30 А при  $\cos \varphi = 0,4$ ;

допустимый ток размыкания главными контактами 10 А при  $\cos \varphi = 0,35$ , блок-контактами 3 А при  $\cos \varphi = 0,4$ .

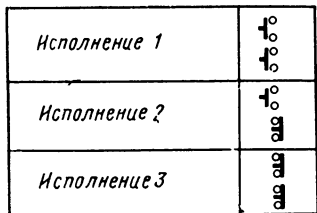
Пускатель выпускается без тепловых реле в открытом исполнении (без кожуха), с передним присоединением внешних проводов.

### Реле РП-25 переменного тока

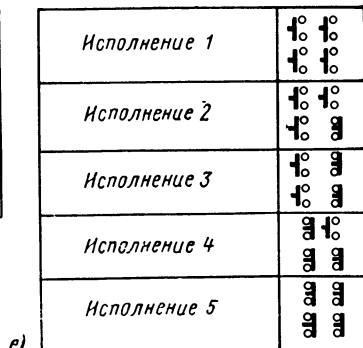
Реле (рис. 3-45) выпускается на номинальные напряжения 100, 127 и 220 В; четко срабатывает при напряжении, равном  $0,85U_{ном}$ ; четко возвращается в исходное положение при напряжении не менее  $0,03U_{ном}$ .

Потребляемая мощность 8 ВА; время срабатывания не более 0,06 с. Обмотка реле длительно выдерживает  $1,1U_{ном}$ . Контактная система реле состоит из 4з и 1р контактов. Однако при повороте неподвижных контактных угольников на  $180^\circ$  могут быть осуществлены также следующие сочетания: 3з и 2р, 2з и 3р или 1з и 4р.

Разрывная мощность контактов при напряжении до 250 В и токе до 2 А: 100 Вт в цепи постоянного тока с индуктивной на-



д)



е)

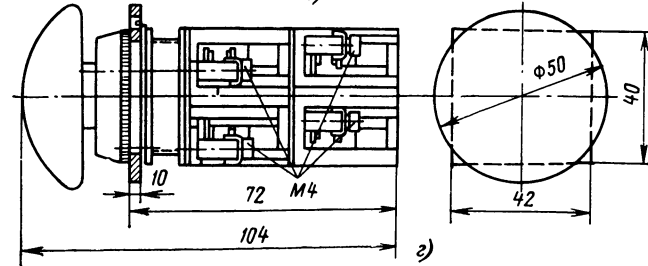
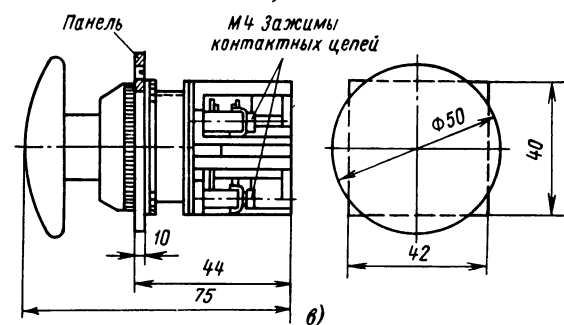
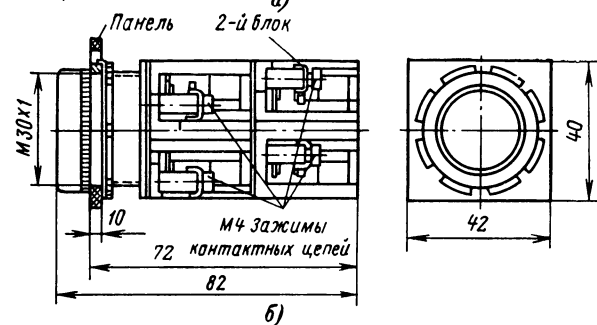
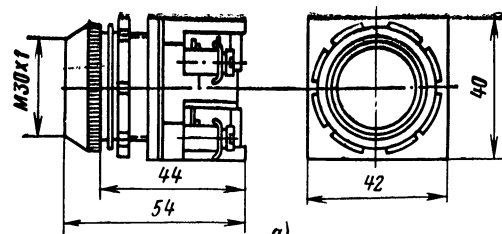


Рис. 3-43. Кнопки

а — общий вид кнопки КЕ-011; б — общий вид кнопки КЕ-012; в — общий вид кнопки КЕ-021; г — общий вид кнопки КЕ-022; д — электрическая схема кнопки КЕ-011, КЕ-021; е — электрическая

управления серии КЕ.

а — общий вид кнопки КЕ-011; б — общий вид кнопки КЕ-012; в — общий вид кнопки КЕ-021; г — общий вид кнопки КЕ-022; д — электрическая схема кнопки КЕ-011, КЕ-021; е — электрическая

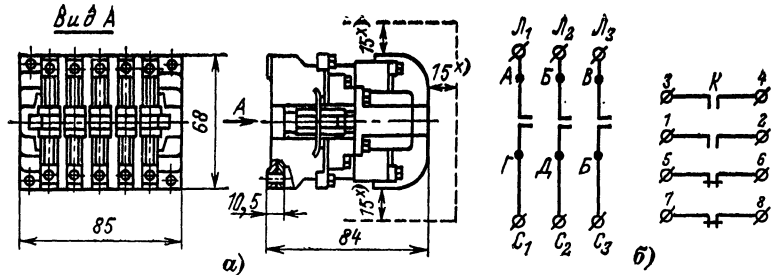


Рис. 3-44. Пускатель магнитный ПМЕ-111.  
а — общий вид; б — электрическая схема.

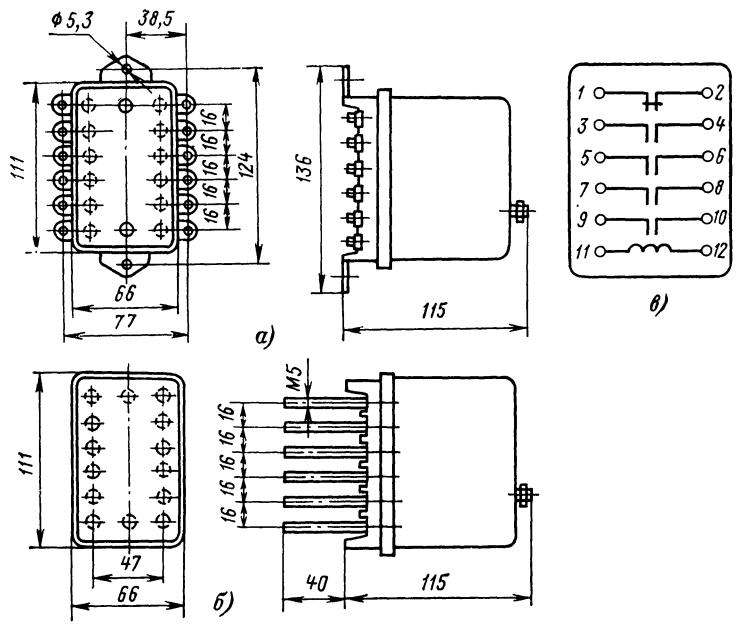
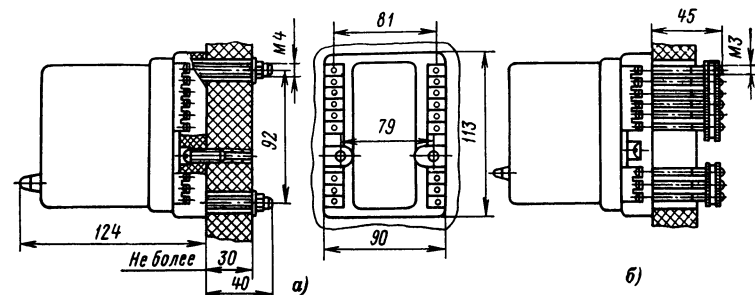


Рис. 3-45. Реле РП-25.

а — общий вид реле с передним присоединением проводов; б — общий вид реле с задним присоединением проводов; в — схема внутренних соединений.

грузкой и 500 ВА (коэффициент мощности нагрузки не менее 0,5) в цепи переменного тока.

Длительно допустимый ток замыкания 5 А.

**Реле ПЭ-21 переменного тока**

Реле (рис. 3-46) выпускается на номинальное напряжение 12, 24, 36, 127, 220, 230, 240, 380, 400 и 415 В; реле четко срабатывает при  $0,8U_{ном}$ ; потребляемая мощность не более 8 ВА; время

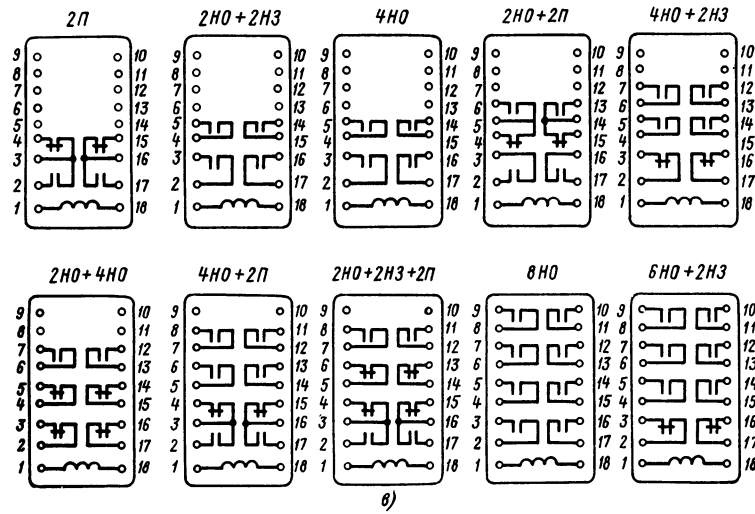


Рис. 3-46. Реле ПЭ-21.

а — общий вид реле с передним присоединением проводов; б — общий вид реле с задним присоединением проводов; в — схема внутренних соединений.

срабатывания не более 0,035 с; обмотка реле длительно выдерживает  $1,1U_{ном}$ .

Контактная система реле имеет одно из следующих исполнений: 6з и 2р; 8з; 2з; 2р и 2п; 2з и 4р; 4з и 2р; 2з и 2п; 4з; 2з и 2р; 2п. Длительно допустимый ток через контакты — 5 А. Реле выпускается в защищенном исполнении (в кожухе) и приспособлено как для переднего, так и для заднего присоединения внешних проводов.

**Реле РП-256 переменного тока**

Реле (рис. 3-47) выпускается на номинальное напряжение 24, 100, 127 и 220 В; четко срабатывает при  $0,7U_{ном}$ ; потребляемая мощность не более 8 ВА; время возврата реле (время с момента снятия с обмотки реле номинального напряжения до момента раз-

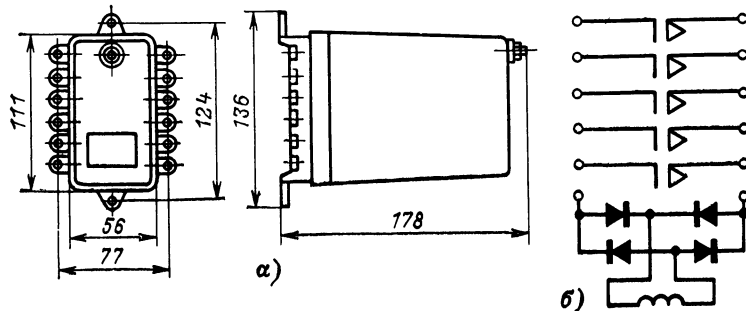


Рис. 3-47. Реле РП-256.

а — общий вид; б — электрическая схема внутренних соединений.

мыкания замыкающего контакта) находится в пределах от 0,5 до 1,1 с; обмотка реле длительно выдерживает  $1,1U_{ном}$ .

Контактная система состоит из пяти временных нормально открытых контактов. В реле предусмотрена возможность получения различных контактных групп (комбинаций из замыкающих и размыкающих контактов) путем поворота на  $180^\circ$  неподвижных контактных угольников на пластмассовых колодках и подвижных контактных пластинок на траверсе. Временное срабатывание контактов (0,5—1,1 с) создается только при снятии напряжения с катушки реле. Контакты реле длительно выдерживают ток 5 А. Реле выпускается в прямоугольном пластмассовом корпусе и приспособлено как для переднего, так и для заднего присоединения внешних проводов.

### Реле ВС-10 переменного тока

Реле (рис. 3-48) выпускается на номинальное напряжение 12, 127 и 220 В. В качестве привода в реле применен синхронный электродвигатель. Выдержка времени создается с помощью ре-

Таблица 3-3

### Величины уставок реле ВС-10

Тип реле	Пределы выдержки времени		Минимальный интервал между соседними по величине уставками
	от	до	
ВС-10-31	2 с	60 с	1,5 с
ВС-10-32, ВС-10-62	5 "	180 "	5 "
ВС-10-33, ВС-10-63	15 "	9 мин	15 "
ВС-10-34, ВС-10-64	1 мин	30 "	45 "
ВС-10-35, ВС-10-66	3 "	90 "	2 мин
ВС-10-37, ВС-10-67	24 "	10,5 ч	6 "
ВС-10-37, ВС-10-67	24 "	10 "	18 "
ВС-10-38, ВС-10-68	60 "	24 "	45 "

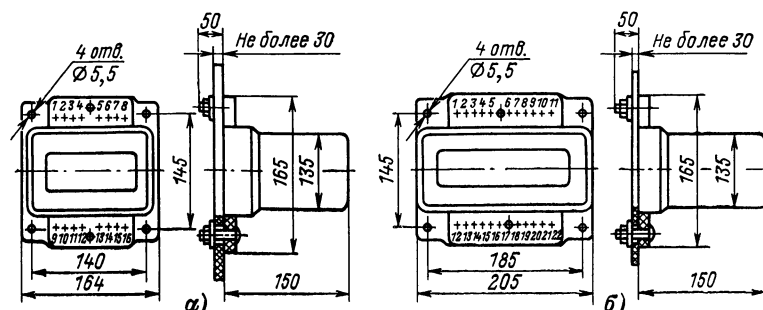


Рис. 3-48. Реле ВС-10.

а — общий вид реле ВС-10-31—ВС-10-38; б — общий вид реле ВС-10-62—ВС-10-68; в — схема внутренних соединений реле ВС-10-31—ВС-10-38; г — схема внутренних соединений ВС-10-62—ВС-10-68; Д — двигатель; КВ — конечный выключатель; ЭМ — электромагнит.

дуктора. Реле четко срабатывает при напряжении  $0,85U_{ном}$ . Пределы выдержки времени для реле и минимальный интервал между соседними по величине уставками приведены в табл. 3-3.

Потребляемая мощность электродвигателем 15 ВА, электромагнитом — 6 ВА. Контактная система реле ВС-10-31—ВС-10-38 имеет контакты 3п, а ВС-10-62—ВС-10-68 имеет 6 п; длительно допустимый ток через контакты 10 А; разрывная мощность контактов при напряжении 220 В 80 Вт в цепи постоянного тока и 750 ВА в цепи переменного тока.

### Реле импульсной сигнализации РИС-ЭЗМ переменного тока

Реле (рис. 3-49) представляет собой устройство, реагирующее на импульсы переменного тока, возникающие в электрических цепях в результате изменения протекающего по ним тока; предназначено для работы в цепях с напряжением до 220 В.

Реле изготавливается отрегулированным на прием импульсом от включения лампы 10 Вт, 220 В при величине входного сопротивления  $R_{вх}=51$  Ом; может быть использовано и при других значениях напряжения переменного тока. В этом случае в цепях сигнализации применяют лампы различной мощности и при этом  $R_{вх}$  подбирают в соответствии с табл. 3-4, а сопротивления  $R_1, R_2, R_3$  и  $R_4$  включают, как указано на рис. 3-50.

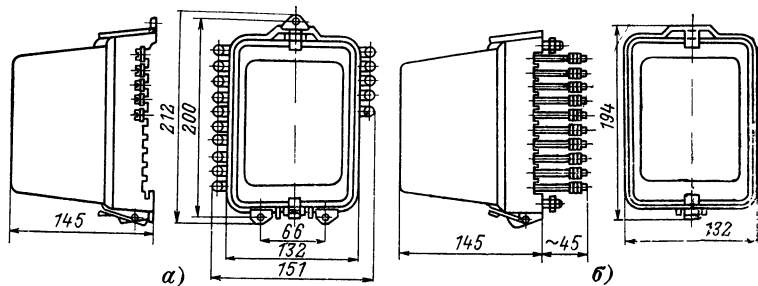


Рис. 3-49. Реле импульсной сигнализации РИС-ЭЗМ.

а — общий вид реле с передним присоединением проводов; б — общий вид реле с задним присоединением проводов; в — схема внутренних соединений реле;  $R_1, R_2, R_3, R_4$  — сопротивления, служащие для создания входного сопротивления устройства;  $B_1, B_2$  — выпрямители, обеспечивающие работу поляризованного реле  $PP$ ;  $C$  — конденсатор;  $PP$  — поляризованное реле;  $R_5, R_6$  — сопротивления, обеспечивающие работу реле  $PP$  при снятии сигнала;  $R_7$  — сопротивление, предназначенное для повышения надежности срабатывания реле  $PP$ .

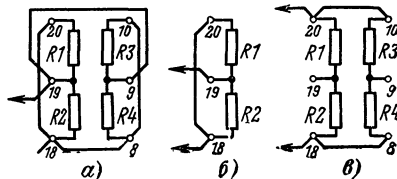
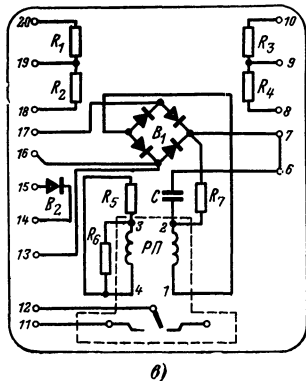


Рис. 3-50. Схемы соединений входных сопротивлений реле РИС-ЭЗМ.

Таблица 3-4

Величины входного сопротивления реле РИС-ЭЗМ

Номинальное напряжение питания, В	Нагрузка сигнальных цепей (лампы), Вт	Допустимый ток через $R_{вх}$ , А	$R_{вх}$ , Ом	Допустимое количество сигналов, одновременно протекающих через $R_{вх}$	Схема соединений входных сопротивлений по рис. 3-50
220	10	0,046	51	10	в
220	25	0,113	25,5	7	б
127	15	0,117	25,5	7	а
110	15	0,135	12,5	12	б
110	8	0,073	25,5	10	б

## Реле РН-54

Основные технические данные реле (рис. 3-51) даны в табл. 3-5. Реле выполняется с двумя диапазонами шкалы. Переход с первого диапазона на второй осуществляется включением в цепь реле двух добавочных сопротивлений. Потребляемая мощность реле составляет около 1 ВА при напряжении; минимальной уставки и не более 5 ВА при  $U_{ном}$  в первом диапазоне; собственное время срабатывания реле 0,15 с при  $0,8U_{уст}$ .

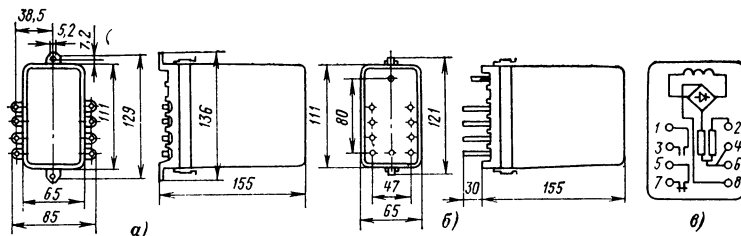


Рис. 3-51. Реле РН-54.

а — общий вид реле с передним присоединением; б — общий вид реле с задним присоединением; в — электрическая схема внутренних соединений.

Таблица 3-5

Основные технические данные реле РН-54

Марка реле	Номинальное напряжение диапазона, В		Пределы уставки, В	Диапазон уставки			
	перво-го	второ-го		первый		второй	
				напряже-ние сраба-тывания, В	длитель-но допу-стимое напряже-ние, В	напряже-ние сраба-тывания, В	длитель-но допу-стимое напряже-ние, В
РН54-48	30	60	12—48	12—24	33	24—48	66
РН54/160	100	200	40—160	40—80	110	80—160	220
РН54/320	200	400	80—320	80—160	220	160—320	440

Контактная система состоит из  $I_3$  и  $I_1$  контактов, разрывная мощность которых при напряжении до 220 В и токе 2 А составляет 60 Вт в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой и 300 ВА в цепи переменного тока; длительно допустимый ток 2 А.

## Реле времени РВП-72 переменного тока

Реле (рис. 3-52) выпускается на номинальное напряжение 36, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 440, 500 В; четко срабатывает при  $0,85U_{ном}$ . Потребляемая мощность катушки реле: в длительном режиме — 25 ВА; при включении — 100 ВА; обмотка реле длительно выдерживает  $1,1U_{ном}$ .

Контактная система реле имеет одну из следующих модификаций:

- РВП72-312100УЧ — 1з и 1р с выдержкой времени при включении катушки;
- РВП72-322100УЧ — 1з и 1р с выдержкой времени при включении катушки и 1з и 1р без выдержки времени;
- РВП72-312200УЧ — 1з и 1р с выдержкой времени при отключении катушки;
- РВП72-322200УЧ — 1з и 1р с выдержкой времени при отключении катушки и 1з и 1р без выдержки времени;
- РВП72-332300УЧ — 1з и 1р с выдержкой времени при включении катушки и 1з и 1р с выдержкой времени при отключении катушки.

Пределы выдержки времени реле от 0,4 до 180 с; длительно допустимый ток через контакты реле 4 А.

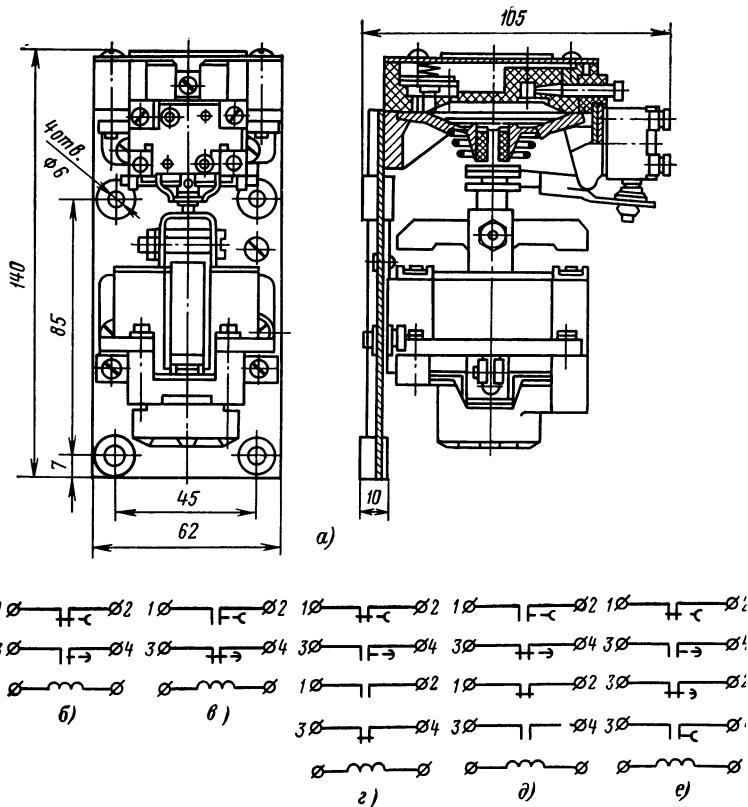


Рис. 3-52. Реле времени РВП72.

а — общий вид реле РВП72-312100УЧ; б—е — схемы внутренних соединений реле соответственно модификаций РВП72-312100УЧ, РВП72-322100УЧ, РВП72-312200УЧ, РВП72-322200УЧ, РВП72-332300УЧ.

## Переключатели малогабаритные ПМО

Переключатели шестипакетные малогабаритные (рис. 3-53) предназначены для работы в качестве ключей управления и различных переключателей в электрических цепях переменного тока напряжением до 380 В (частота 50, 60 и 400 Гц) и постоянного тока напряжением до 220 В.

Переключатели разделяются:

- по способу установки на панели:
- на переключатели для установки с монтажной стороны панели (об этом указывает цифра I, например: ПМОВ-115566/I Д60);
- на переключатели для установки с фасадной стороны панели (об этом указывает цифра II, например: ПМОВ-115566/II Д60);

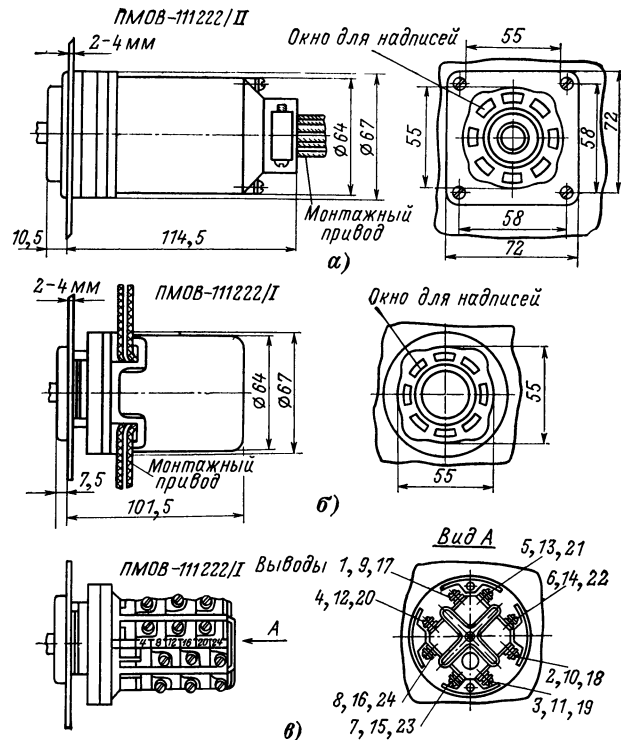


Рис. 3-53. Переключатели малогабаритные ПМО.

а — исполнение переключателей для установки с фасадной стороны панели;  
б — исполнение переключателей для установки с монтажной стороны панели;  
в — вид переключателей при снятом кожухе.

Примечание. На рисунке рукоятка не показана.

по эксплуатационному назначению;  
на переключатели с числом фиксированных положений подвижной контактной системы до 8, т. е. через каждые 45° угла поворота рукоятки (ПМОФ-45 и ПМОФ<sub>2</sub>-45);

на переключатели с числом фиксированных положений подвижной контактной системы до 4, т. е. через каждые 90° угла поворота рукоятки (ПМОФ-90 и ПМОФ<sub>2</sub>-90);

на переключатели с фиксацией подвижной контактной системы в двух взаимно перпендикулярных положениях (горизонтальное и вертикальное) и самовозвратом ее из двух оперативных положений в начальные фиксированные (ПМОВФ);

на переключатели с фиксацией подвижной контактной системы в одном вертикальном положении и с самовозвратом ее из одного или двух оперативных положений в начальное фиксированное (ПМОВ);

по наличию замка:

на переключатели с замком (ПМОФ<sub>3</sub>-45 и ПМОФ<sub>3</sub>-90);

на переключатели без замка (ПМОФ-45, ПМОФ-90, ПМОВ и ПМОВФ);

по роду установленных подвижных контактов:

на переключатели с отстающими контактами;

на переключатели без отстающих контактов.

Оперативное положение — это кратковременное положение контактной системы переключателя при повороте рукоятки на угол 45° от фиксированного положения с преодолением усилия возвратно-фиксирующих пружин (для переключателей ПМОВ и ПМОВФ).

Отстающие контакты — это подвижные контакты, имеющие холостой ход в пределах углов 45° (контакты 5<sub>3</sub>, 6<sub>3</sub>, 9<sub>3</sub>, 10<sub>3</sub>), 90° (контакты 5<sub>2</sub>, 6<sub>2</sub>, 9<sub>2</sub>, 10<sub>2</sub>), 135° (контакты 5<sub>1</sub>, 6<sub>1</sub>, 10<sub>1</sub>), которые отстают от оси при ее повороте на величину угла холостого хода. Отстающие контакты позволяют производить коммутацию электрических цепей с заданной последовательностью во времени.

Все эти типы переключателей изготовляют с шестью контактными пакетами. У каждого переключателя свои схема включения и диаграмма замыкания контактов, имеющие определенный номер (паспорт).

Коммутационная способность ключа зависит от типа подвижных контактов (табл. 3-6), рода тока и характера нагрузки.

Таблица 3-6

**Предельные разрывные токи для контактов 1, 2, 3,  
4 переключателей ПМО**

Напряжение переменного тока, В	Разрывной ток, А		Напряжение постоянного тока, В	Разрывной ток, А	
	при коэффициенте мощности 0,8	при коэффициенте мощности 0,3		при омической нагрузке	при постоянной времени цепи 0,01 с
127	45	20	110	15	10
220	30	15	220	10	8
380	15	8	320	6	5

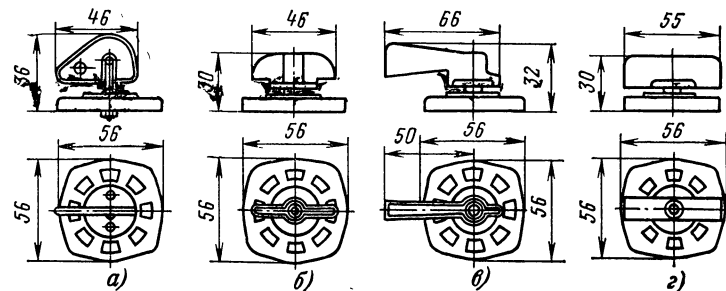


Рис. 3-54. Формы рукояток переключателей ПМО.

а — для переключателей типа ПМОФ, с замком; б — для переключателей типа ПМОФ; в — для переключателей типа ПМОВ; г — для переключателей типа ПМОВФ.

Контакты типов 5 и 6, а также все типы отстающих контактов (5<sub>1</sub>; 5<sub>2</sub>; 5<sub>3</sub>; 6<sub>1</sub>; 6<sub>2</sub>; 6<sub>3</sub>; 9<sub>1</sub>; 9<sub>2</sub>; 9<sub>3</sub>; 10<sub>1</sub>; 10<sub>2</sub> и 10<sub>3</sub>) рассчитаны на разрыв предельных токов, равных 0,2 токов, указанных в табл. 3-6, и предназначаются только для сигнальных цепей.

Контакты типов 7 и 8 предназначены только для цепей трансформаторов тока и не рассчитаны на разрыв тока под напряжением.

Рукоятки переключателей имеют различную форму (рис. 3-54).

**Амперметры Э378-3**

Амперметры рис. 3-55 выпускаются для измерения силы тока в цепях переменного тока частотой 50, 60, 200, 500 и 1000 Гц. Амперметры являются вибропрочными и тряскопрочными приборами третьей группы. Применяют амперметры с перегрузочной шкалой для включения через трансформаторы тока. Пределы измерений даны в табл. 3-7.

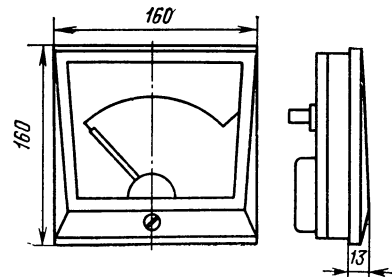


Рис. 3-55. Амперметр Э378-3.

Таблица 3-7

Пределы измерений амперметров Э37Е-3

Пределы измерений, А		Пределы измерений, А		Пределы измерений, кА	
рабочая часть шкалы	перегрузочная часть шкалы	рабочая часть шкалы	перегрузочная часть шкалы	рабочая часть шкалы	перегрузочная часть шкалы
1—5	5—30	30—150	150—800	0,8—4	4—25
2—10	10—60	40—200	200—1000	1—5	5—30
3—15	15—80	60—300	300—2000	1,2—6	6—30
4—20	20—100	80—400	400—2500	1,5—8	8—40
6—30	30—200	120—600	600—3000	2—10	10—60
8—40	40—250	150—800	800—4000	3—15	15—90
10—50	50—300	200—1000	1000—6000	5—25	25—150
15—75	75—400	300—1500	1500—8000		
20—100	100—600	600—3000	3000—20000		

Арматура коммутаторной лампы АСКМ

Арматура (рис. 3-56) выпускается для применения коммутаторных ламп типа КМ на 6, 12, 24, 48 и 60 В. С применением добавочного сопротивления арматура может включаться в цепь напряжением 220 В.

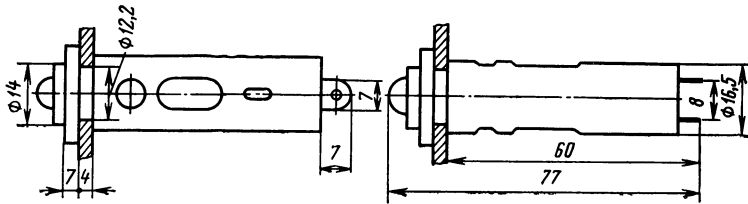


Рис. 3-56. Арматура коммутаторной лампы АСКМ.

Арматура подразделяется для установки непосредственно на панели (без фланцев и шильдиков); с фланцем на одну и две арматуры. В проектах автоматизации котельных применяется арматура с фланцами. Арматура изготавливается с линзой красного, зеленого или молочного цвета.

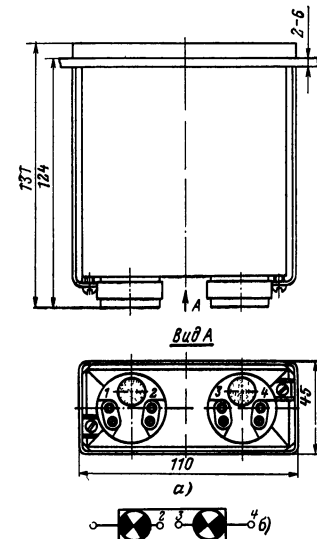
Габариты арматуры: длина 70 мм, диаметр 16,5 мм.

Табло световое ТСБ

Табло световое (рис. 3-57) выпускается для применения двух ламп типа РНЦ 220-10, напряжением 220 В, мощностью 10 Вт.

Рис. 3-57. Табло световое ТСБ.

а — общий вид; б — электрическая схема.



Ревун РВП-220, переменного тока

Ревун (рис. 3-58) выпускается на напряжение 220 В. Сила звука 92 дБ.

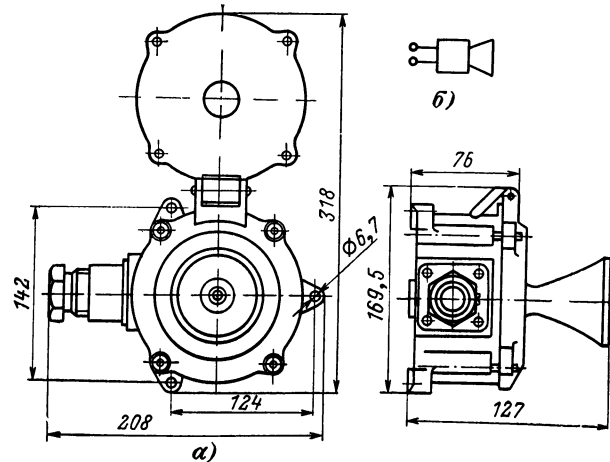


Рис. 3-58. Ревун РВП-220.

а — общий вид; б — электрическая схема.

## Звонок громкого боя МЗ-1

Звонок (рис. 3-59) выпускается на напряжение 127 и 220 В переменного тока. Потребляемая мощность не более 20 Вт. Продолжительность непрерывной работы не более 30 мин. Исполнение — пылебрызгонепроницаемое.

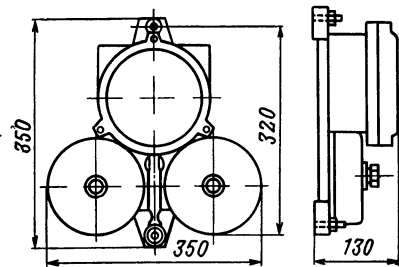


Рис. 3-59. Звонок громкого боя МЗ-1.

## РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

### 4-1. Приборы для измерения температуры

#### Термометры стеклянные технические

Модификации термометров (рис. 4-1) приведены в табл. 4-1, а размеры в табл. 4-2.

Таблица 4-1

#### Модификации термометров

№ термометра	Пределы измерения температуры, °С		Цена деления шкалы при длине $L$ , мм, верхней части термометра, °С	
	от	до	160	240
2	-30	50	1	0,5; 1
4	0	100	1	1
5	0	160	2	2
6	0	200	2	2
7	0	300	—	2
8	0	350	—	5
9	0	400	—	5
10	0	450	—	5
11	0	500	—	5

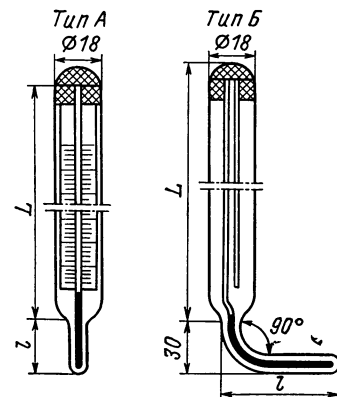


Рис. 4-1. Термометры стеклянные технические.

Таблица 4-2

## Габаритные размеры термометров

Длина $L$ верхней части термометров, мм	№ термометров	Длина $l$ , мм, нижней части термометра	
		типа П	типа У
240	2, 4, 6, 7, 8	66, 103, 163, 253, 403, 633, 1003	104, 141, 201, 291, 441, 671, 1041
	9, 10, 11	103, 163, 253, 403	104, 141, 201, 291
160	2, 4, 6	66, 103, 163, 253, 403	104, 141, 201, 291, 441

## Техническая характеристика

Нижняя часть термометра прямая	Тип П
Нижняя часть термометра угловая	Тип У
Погрешность показаний . . . . .	Не более одного деления шкалы

## Пример формулировки заказа

Для термометра прямого, исполнения № 5, с ценой деления  $2^{\circ}\text{C}$ , длиной верхней части 160 мм и нижней части 66 мм: термометр П52 160 66 ГОСТ 2823-73.

Для термометра углового, исполнения № 4, с ценой деления  $1^{\circ}\text{C}$ , длиной верхней части 240 мм и нижней части 291 мм: термометр У41 240 291 ГОСТ 2823-73.

Термометры могут поставляться с оправами защитными. Оправы для термометров заказываются по ГОСТ 3029-75.

Изготовитель — Клинский термометровый завод.

## Термометры манометрические сигнализирующие ТСМ

Термометры (рис. 4-2) предназначены для измерения и сигнализации предельно допустимой температуры; выпускаются двух модификаций: ТСМ-100 и ТСМ-200.

## Техническая характеристика

Пределы измерения, $^{\circ}\text{C}$ :	
прибора ТСМ-100 . . . . .	От 0 до 100
прибора ТСМ-200 . . . . .	От 100 до 200
Цена деления, $^{\circ}\text{C}$ :	
прибора ТСМ-100 в диапазоне 0+ +30 $^{\circ}\text{C}$ и прибора ТСМ-200 в диапазоне 100+130 $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	5
прибора ТСМ-100 в диапазоне 30+100 $^{\circ}\text{C}$ и прибора ТСМ-200 в диапазоне 130+200 $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	2
Класс точности:	
прибора ТСМ-100 в диапазоне 30+100 $^{\circ}\text{C}$ и прибора ТСМ-200 в диапазоне 130+200 $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	2,5
в остальной части шкалы приборов . . . . .	4

Длина термобаллона, мм . . . . .	100
Температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ . . . . .	От 5 до 50
Длина капилляра, м . . . . .	1,6; 2,5; 4; 6; 10; 12; 16
Глубина погружения термобаллона, мм . . . . .	160; 250; 315; 400
Количество контактов . . . . .	23
Допустимый ток контактов при напряжении 220 В переменного тока, А . . . . .	0,2

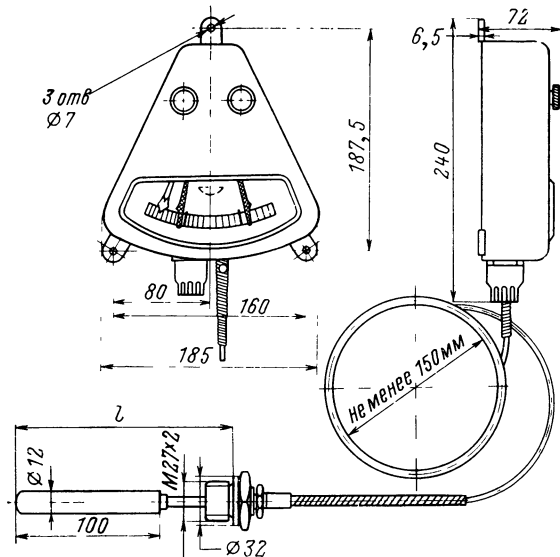


Рис. 4-2. Термометры манометрические сигнализирующие ТСМ.

## Пример формулировки заказа

Термометр манометрический сигнализирующий типа ТСМ-200. Длина капилляра 10 м. Интервал температур от 0 до  $30^{\circ}\text{C}$ . Изготовитель — завод «Теплоконтроль», г. Сафоново.

## Термометры манометрические ТПГ, ТГ и ТПП

Термометры (рис. 4-3, 4-4) предназначены для измерения и сигнализации температуры жидких и газообразных сред и изготавливаются в модификациях, приведенных в табл. 4-3.

Модификации термометров манометрических

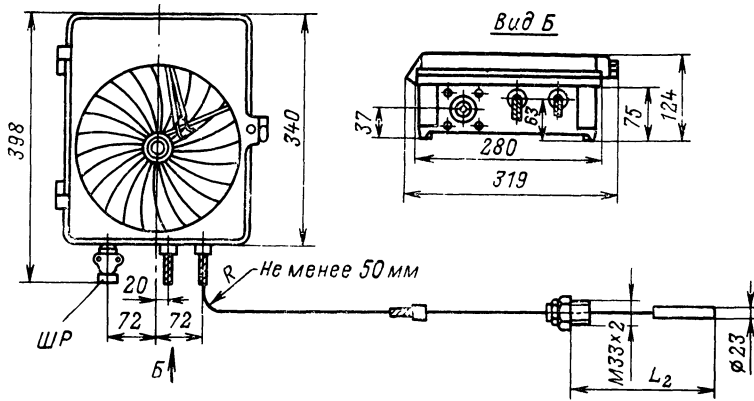


Рис. 4-3. Термометр манометрический самопишущий ТГ2С-711.

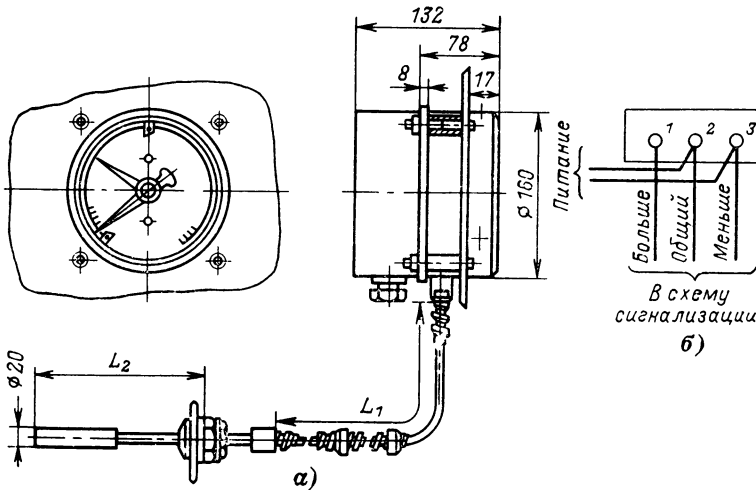


Рис. 4-4. Термометр манометрический показывающий сигнализирующий типа ТПГ-СК.

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений

Тип термометра	Наименование	Назначение
ТГ2С-711	Термометр манометрический самопишущий	Измерения и регистрация одновременно двух температур
ТГ2С-712	То же	То же
ТПП4-III	Термометр манометрический показывающий сигнализирующий	Измерения температуры; сигнализация отклонения температуры от заданного значения
ТПГ-СК	То же	То же

Техническая характеристика

Пределы измерений, °С:	
термометров ТГ2С-711, ТГ2С-712 . . . . .	0—100; 0—150; 0—200; 0—300; 0—400
термометра ТПГ-СК . . . . .	0—100; 0—150; 0—200; 0—400
термометра ТПП4-III . . . . .	0—100; 100—200
Класс точности:	
термометров ТГ2С-711, ТГ2С-712 . . . . .	1; 1,5
термометра ТПГ-СК . . . . .	2,5
термометра ТПП4-III . . . . .	1,5; 2,5
Длина капилляра $L_1$ , м:	
термометров ТГ2С-711, ТГ2С-712, ТПГ-СК . . . . .	1,6; 2,5; 4
термометра ТПП4-III . . . . .	1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16
Длина погружения термобаллона $L_2$ , мм:	
термометров ТГ2С-711, ТГ2С-712, ТПГ-СК . . . . .	160; 200; 250; 315; 400; 500
термометра ТПП4-III . . . . .	125; 160; 200; 250
Допустимое давление измеряемой среды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	6,4 (64)
Привод диаграммы:	
термометра ТГ2С-711 . . . . .	От синхронного двигателя переменного тока 220 В, частотой 50 Гц
термометра ТГ2С-712 . . . . .	От часового механизма с 8-суточным заводом
Время одного оборота диаграммы, ч . . . . .	12 и 24
Температура окружающей среды, °С:	
для термометров ТГ2С-711, ТГ2С-712, ТПГ-СК . . . . .	От 5 до 50
для термометра ТПП4-III . . . . .	От —30 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Сигнальное устройство . . . . .	Трехпозиционное
Разрывная мощность контактов сигнального устройства при напряжении 220 В, ВА:	
термометра ТПП4-III . . . . .	10
термометра ТПП-СК . . . . .	40

Пример формулировки заказа

Термометр манометрический самопишущий ТГ2С-711, предел измерений 0—150°С, длина капилляра 16 м, длина погружения термобаллона 315 мм.

Изготовитель — завод «Теплоконтроль», г. Казань.

Термометры сопротивления платиновые ТСП-5071, медные ТСМ-5071 и термометры термоэлектрические (термопары) ТХА-0515 и ТХК-0515

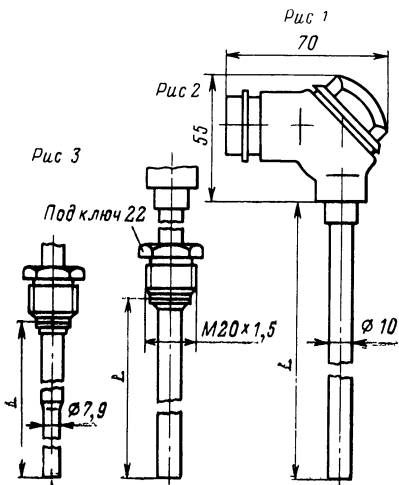


Рис. 4-5. Термометры сопротивления и термоэлектрические.

Термометры (рис. 4-5) предназначены для измерения температуры жидких и газообразных сред. Технические характеристики термометров приведены в табл. 4-4, 4-5.

Пример формулировки заказа: термометр сопротивления платиновый, тип ТСП-5071.300-20.

Изготовитель — Приборостроительный завод, г. Луцк.

Логометр профильный показывающий Л-64

Логометр (рис. 4-6) предназначен для измерения температуры в комплекте с термометрами сопротивления стандартных градуировок.

Таблица 4-4

Технические характеристики термометров сопротивления

Тип термометра сопротивления	№ рисунка	Предел измерения, °С	Градуировка	М максимальное значение условного Давления P <sub>у</sub> , МПа (кгс/см²)	Показатель тепловой инерции термометра, с		
					для защитной арматуры	для защитной гильзы	
ТСП-5071	1	От -200 до +600	21, 22, 21 (двобной)	0,4(4)	—	без защитной гильзы	—
	2			6,4(64)	25(250)	40	120
	3			—	50(500)	20	60
ТСМ-5071	1	От -50 до +150	23, 24	0,4(4)	—	40	—
	2			[6,4(64)]	25(250)	—	120
	3			—	50(500)	20	60

Тип термометра сопротивления	№ рис.	Длина монтажной части L, мм		Предельная скорость потока, м/с				Крепление		Номер чертежа	
		термометра	защит- ной гильзы	для термометра		для защитной гильзы		Разъём шту- цера термо- метра	Разъём за- щитной гильзы		
				шар	вода	шар	вода				
ТСП-5071	1	320, 500, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	—	—	—	—	—	—	—	Штуцер пере- движной 5Ц4.473.00.2	
				120, 160	15	40	20	M20X1,5	Гильза 5Ц4.819.015		
	2	200, 250, 320	—	15	5	25	10	M20X1,5		M35X2	Гильза 5Ц4.819.016
				400, 500, 630, 800, 1000	3	0,25	5		0,5		
	3	1250, 1600, 2000	—	—	1	0,1	2	0,2	—	—	Штуцер пере- движной 5Ц4.473.00
					200, 250, 320	25	15	5			
1	400, 500, 630, 800, 1000	—	—	3	0,25	—	—	—	—	Гильза 5Ц4.819.015	
				120, 160	25	15	40				20
2	320, 500, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	—	—	15	0,5	25	2,5	M20X1,5	—	Гильза 5Ц4.819.015	
				400, 500, 630, 800, 1000	3	0,25	5				0,5
3	1250, 1600, 2000	—	—	25	15	—	—	—	—	Гильза 5Ц4.819.016	
				200, 250, 320	15	5	0,25				—
1	400, 500, 630, 800, 1000	—	—	3	0,25	—	—	—	—	—	
				120, 160	25	15	5				0,25
2	320, 500, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	—	—	15	0,5	25	2,5	M20X1,5	—	—	
				400, 500, 630, 800, 1000	3	0,25	5				0,5
3	1250, 1600, 2000	—	—	25	15	—	—	—	—	—	
				200, 250, 320	15	5	0,25				—
1	400, 500, 630, 800, 1000	—	—	3	0,25	—	—	—	—	—	
				120, 160	25	15	5				0,25

Таблица 4-5

## Технические характеристики термометров термоэлектрических (термопар)

Тип термо- метра	№ рисунка	Предел измерения, °С	Градуировка	Максимальное значение условного давления P <sub>y</sub> , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )				Показатель тепловой инерции термометра, с								
				для защитной арматуры	для термометра с передвиж- ным штуцером	для защитной гильзы	для защитной гильзы	Без защит- ной гильзы	с защитной гильзой							
										0, 4 (4)	0, 25 (2, 5)	—	40			
ТХА-0515 ТХК-0515	1	От —50 до +900 (для ТХА-0515), от —50 до +600 (для ТХК-0515)	ХА (для ТХА-0515), ХК (для ТХК-0515)	0, 4 (4)	0, 25 (2, 5)	—	—	40	—	—						
											2	—	6, 4 (64)	25 (250)	30	120

Тип термометра	№ рис.	Длина монтажной части L, мм		Предельная скорость потока, м/с				Крепление		Номер чертежа	
		термометра	защитной гильзы	для термометра	для защитной гильзы	пар	вода	Резьба штуцера термометра	Резьба защитной гильзы		
ТХА-0515 ТХК-0515	1	320, 500, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	—	—	—	—	—	—	—	Штуцер передвижной 5Ц4.473.002	
				120, 160	25	15	40	20	M20×1,5		
				200, 250, 320	15	5	25	10			
	2	400, 500, 630, 800, 1000	—	3	0,25	5	5	0,5	M20×1,5	Гильза 5Ц4.819.015	
				1250, 1600, 2000	1	0,1	2	2			0,2
				120, 160	25	15	120	100			
	3	200, 250, 320	—	15	5	100	100	75	M33×2	Гильза 5Ц4.819.016	
				400, 500, 630, 800, 1000	3	0,25	—	—			

**Техническая характеристика**

Класс точности . . . . . 1,5  
 Напряжение питания, В . . . . . 4  
 Потребляемая мощность, В . . . . . 0,3  
 Внешнее сопротивление, Ом . . . . . 5; 15  
 Температура окружающей среды, °С . . . . . От 10 до 35  
 Относительная влажность окружающей среды, % . . . . . До 80

Пример формулировки заказа

Логометр профильный показывающий типа Л-64, градуировка 21, пределы измерений от 0 до 100°С, внешнее сопротивление 5 Ом.

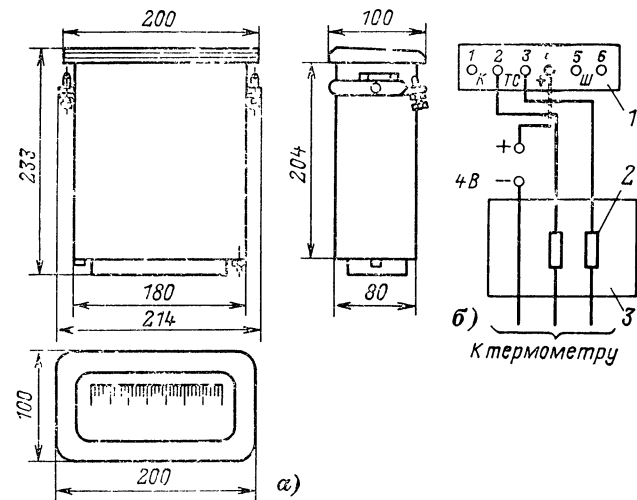


Рис. 4-6. Логометр профильный показывающий Л-64.  
 а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений; 1 — вывод прибора; 2 — уравнивательные катушки; 3 — вывод щита.

Изготовитель — Завод электроизмерительных приборов, г. Ереван.

**Логометр регулирующий двухпозиционный ЛР-64-02**

Логометр (рис. 4-7) предназначен для измерения и двухпозиционного регулирования (сигнализации) температуры в комплекте с термометрами сопротивления стандартных градуировок.

**Техническая характеристика**

Класс точности . . . . . 1,5  
 Напряжение питания, В . . . . . 220  
 Внешнее сопротивление, Ом . . . . . 5; 15  
 Температура окружающей среды, °С . . . . . От 10 до 35

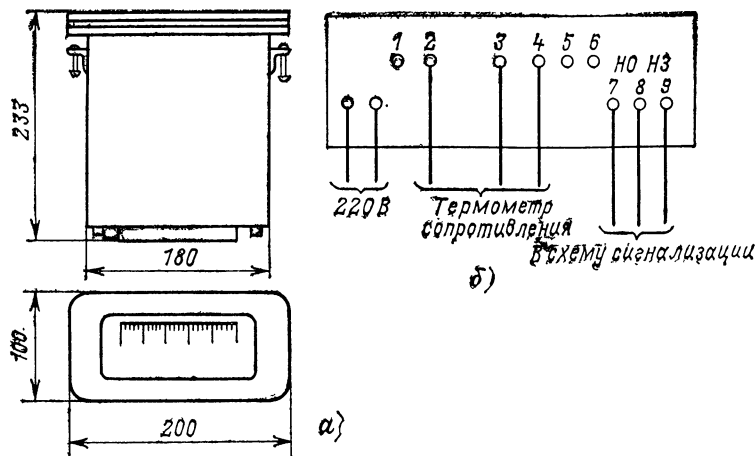


Рис. 4-7. Логометр регулирующий ЛР-64-02.

а — габаритные размеры, б — схема внешних соединений.

Относительная влажность окружающей среды, %	До 80
Разрывная мощность контактов сигнализировающего устройства не более:	
при размыкании цепи постоянного тока напряжением 220 В, Вт	40
при размыкании цепи переменного тока напряжением 220 В, ВА	500

#### Пример формулировки заказа

Логометр регулирующий двухпозиционный типа ЛР-64-02, градуировка 21, пределы измерений от 0 до 100°C, внешнее сопротивление 15 Ом.

Изготовитель — Завод электроизмерительных приборов, г. Ереван.

#### Уравновешенные мосты переменного тока КСМ

Мосты (рис. 4-8—4-11) предназначены для измерения, записи и регулирования (при наличии регулирующего устройства) температуры жидких и газообразных сред.

Уравновешенные мосты работают в комплекте с одним (одноточечные мосты) или несколькими (многоточечные мосты) термометрами сопротивления стандартных градуировок.

Показания прибора отсчитываются при помощи указателя по шкале и записываются на диаграммной ленте. В одноточечном приборе запись осуществляется непрерывно чернилами; в многоточечном — циклично напечатанными точками и рядом с ними стоящими цифрами, указывающими номера датчиков. Мосты изготавливаются в модификациях, приведенных в табл. 4-6.

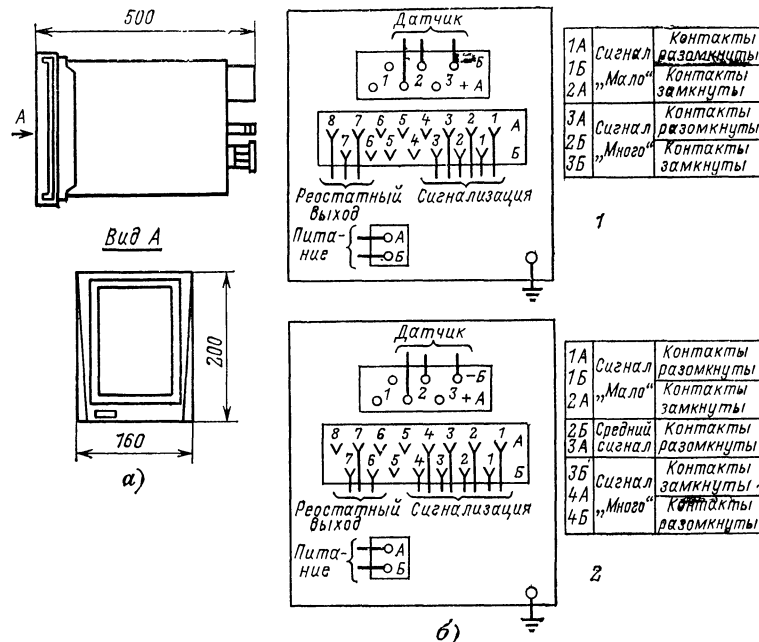


Рис. 4-8. Уравновешенные мосты переменного тока КСМ-1.

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений; 1 — прибор в двухпозиционном сигнализировающем устройстве; 2 — прибор с трехпозиционным сигнализировающим устройством.

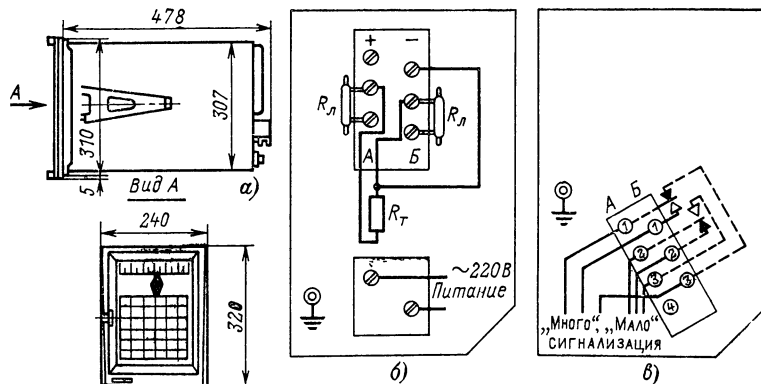


Рис. 4-9. Уравновешенные мосты переменного тока КСМ-2.

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений одноточечного прибора без сигнализировающего устройства, в — схема внешних соединений прибора с сигнальным устройством

Модификации уравновешенных мостов КСМ

Шифр прибора	№ модификации	Количество контролируемых точек	Наличие регулирующего устройства	Наличие аварийной сигнализации
КСМ-1	002	1	2-позиционное	—
	003	1	без регулирующих устройств	—
	045	1	3-позиционное	—
КСМ2-004	—	1	—	—
КСМ2-021	—	3	—	—
КСМ2-022	—	6	—	—
КСМ2-023	—	12	—	—
КСМ2-028	—	3	3-позиционное	—
КСМ2-029	—	6	То же	—
КСМ2-030	—	12	—	—
КСМ-3	1000	1	—	—
КСМ-4	42.160.80.206	1	—	—
КСМ-4	42.163.80.215	1	2—3-позиционное	Имеется
КСМ-4	42.161.80.290	1	ПИЛ	
КСМ-4	42.360.80.208	3	—	—
КСМ-4	42.460.80.210	6	—	—
КСМ-4	42.560.80.202	12	—	—
КСМ-4	42.363.80.226	3	2—3-позиционное с раздельной задачей на каждую точку	—
КСМ-4	42.463.80.228	6	—	—
КСМ-4	42.563.80.230	12	—	—
КСМ-4	42.363.80.220	3	3-позиционное с общей задачей на все точки	—
КСМ-4	42.463.80.222	6	—	—
КСМ-4	42.563.80.224	12	—	—
КСМ-4	42.363.80.276	3	2-позиционное с общей задачей на все точки	Имеется
КСМ-4	42.463.80.278	6	—	—
КСМ-4	42.563.80.280	12	—	—

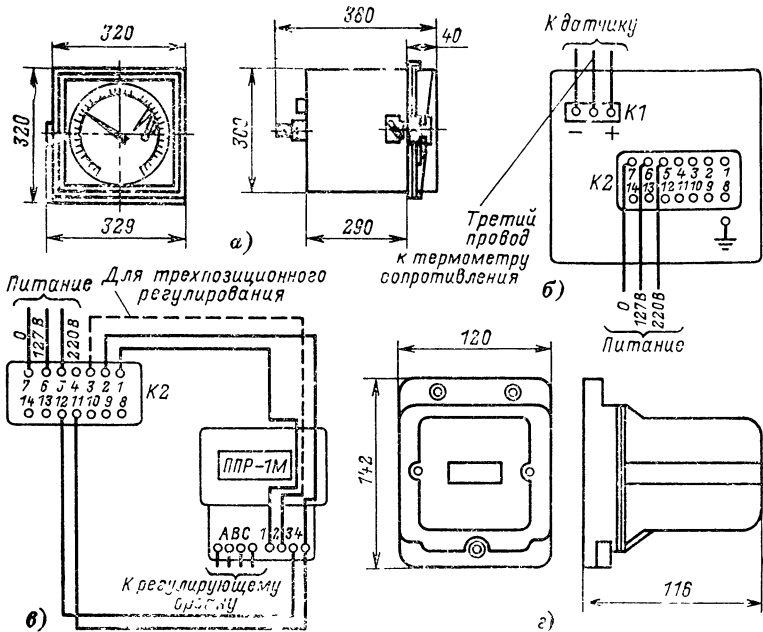


Рис. 4-10. Уравновешенные мосты переменного тока КСМ-3.  
а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений прибора без сигнализирующих устройств; в — схема внешних соединений прибора с узлом ППР-1м для двух-, трехпозиционного регулирования; г — габаритные размеры узла ППР-1м.

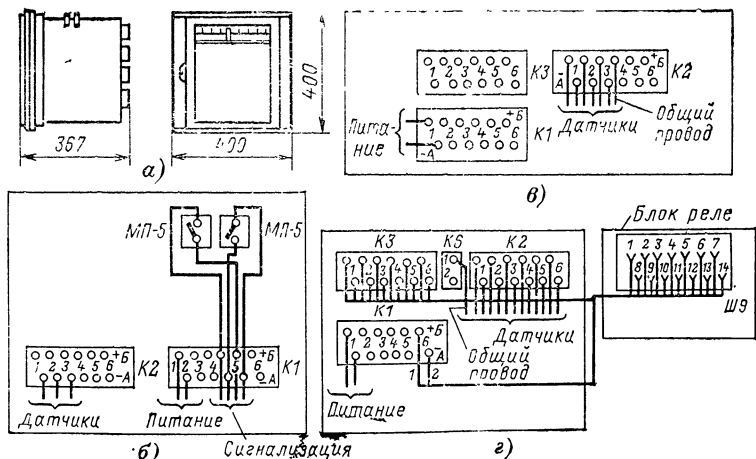


Рис. 4-11. Уравновешенные мосты переменного тока КСМ-4.  
а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений одноточечного прибора с сигнализирующим устройством; в — схема внешних соединений трехточечного прибора (колодка К3 служит для подключения блока реле); г — схема внешних соединений шеститочечного прибора и схема подключения блока реле для регулирования по шести каналам.

Техническая характеристика уравновешенных мостов КСМ

Класс точности показаний:	
мостов КСМ-4	0,25 и 0,5
мостов КСМ-2, КСМ-3	0,5
мостов КСМ-1	1
Класс точности записи:	
мостов КСМ-4	0,5
мостов КСМ-1, КСМ-2, КСМ-3	1
Скорость перемещения диаграммной ленты (одна из ряда скоростей), мм/ч:	
мостов КСМ-1	10, 20, 40, 60, 120
мостов КСМ-2	20, 40, 60, 120, 240, 600, 1200, 1800, 2400, 3600
мостов КСМ-3	Один оборот диаграммы за 24 ч
одноточечных мостов КСМ-4	20, 60, 200, 240, 600, 720, 1800, 2400, 5400, 7200, 18000, 54000

многоточечных мостов КСМ-4 . . . . . 60, 180, 600, 1800, 2400,  
7200

Длина шкалы (и ширина диаграммной ленты самопишущих приборов), мм:

мостов КСМ-1 . . . . . 100  
мостов КСМ-2 . . . . . 160  
мостов КСМ-4 . . . . . 250

Диаметр диаграммы мостов КСМ-3, мм . . . . . 250

Питание напряжением частотой 50 Гц, В . . . . . 220

Потребляемая мощность, ВА:

мостов КСМ-1 . . . . . 12  
мостов КСМ-2 . . . . . 30  
мостов КСМ-3 . . . . . 50  
мостов КСМ-4 . . . . . 55

Разрывная мощность контактов сигнализирующего устройства при напряжении 220 В переменного тока, ВА

мостов КСМ-1 . . . . . До 50  
мостов КСМ-3, КСМ-4 . . . . . До 20

Температура окружающей среды, °С . . . . . От 5 до 50

Относительная влажность окружающей среды, % . . . . . До 80

### Пример формулировки заказа

Уравновешенный мост переменного тока КСМ-2-021, градуировка 23, пределы измерения 0—100°С, скорость перемещения диаграммной ленты 60 мм/ч.

### Изготовители

Мостов КСМ-1 — завод «Автоматика», г. Кировскан;  
мостов КСМ-2 — завод «Львовприбор», г. Львов;  
мостов КСМ-3 — завод «Теплоприбор», г. Челябинск;  
мостов КСМ-4 — завод «Манометр», г. Москва.

### Переключатели ПМТ для термометров сопротивления

Многоточечные щеточные поворотные переключатели типов ПМТ-4; ПМТ-6; ПМТ-8; ПМТ-12 и ПМТ-20 (рис. 4-12) предназначены для работы в схемах с термометрами сопротивления. Присо-

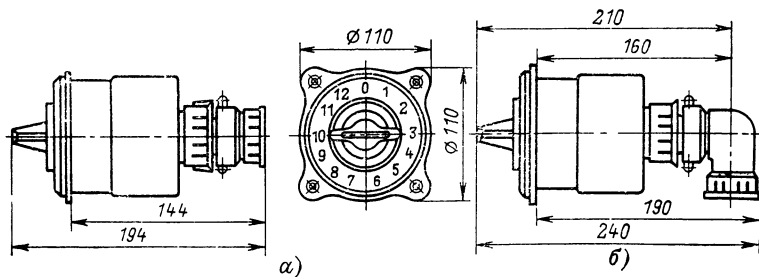


Рис. 4-12. Переключатель типа ПМТ для термометров сопротивления. а — с прямым штепсельным разъемом; б — с угловым штепсельным разъемом.

единение проводов осуществляется через прямой или угловой штепсельный разъем.

### Техническая характеристика

Количество точек подключения, шт. . . . . 4, 6, 8, 12, 20  
Переходное сопротивление контактов, Ом . . . . . Не более 0,01  
Механическая прочность, число включений . . . . . Не менее 20 000

### Пример формулировки заказа

Переключатель щитовой щеточный с угловым штепсельным разъемом типа ПМТ-8 для термометра сопротивления  
Изготовитель — завод «Промавтоматика», г. Житомир.

### Блоки регулирующих реле БР-101, БР-102

Блоки регулирующих реле (рис. 4-13) предназначены для работы с приборами, осуществляющими многоканальное позиционное электрическое регулирование. Монтаж блоков — настенный.

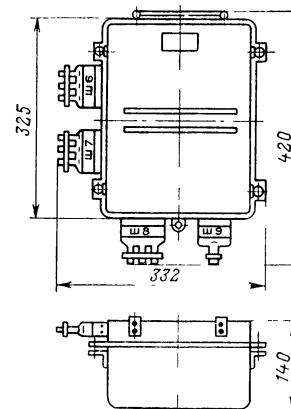


Рис. 4-13. Блок регулирующих реле типа БР-101.

### Техническая характеристика

Количество каналов регулирования, шт.:  
блока БР-101 . . . . . 6  
блока БР-102 . . . . . 12  
Напряжение питания переменным током частотой 50 Гц, В . . . . . 220  
Потребляемая мощность, ВА . . . . . 50  
Разрывная мощность контактов:  
при напряжении 220 В переменного тока . . . . . 500  
при напряжении 220 В постоянного тока . . . . . 50  
Температура окружающей среды, °С . . . . . От 0 до 50  
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . . До 80

Блок регулирующих реле. Тип БР-101.  
 Изготовитель — Опытный завод «Лентеплоприбор»,  
 г. Ленинград.

#### 4-2. Приборы для измерения давления и разрежения

##### Тягонапомеры дифференциальные жидкостные ТДЖ

Приборы (рис. 4-14) предназначены для измерения давления и разрежения неагрессивных газов.

В зависимости от модификации комплект тягомера может состоять из 1, 2, 3, 4 и 6 секций (однотрубных манометров).

Рабочей жидкостью является дистиллированная вода, для удобства пользования обычно подкрашиваемая эодином натрия (0,05 г на 1 л воды).

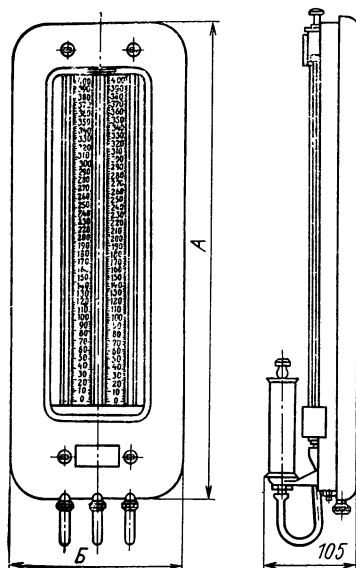


Рис. 4-14. Тягонапомеры дифференциальные жидкостные ТДЖ.

Основная погрешность прибора  $\pm 1,5\%$ . Наибольшее статическое давление — 50 кПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Приборы выпускаются в модификациях, приведенных в табл. 4-7.

#### Модификации тягонапомеров типа ТДЖ

Модификация	Количество секций	Пределы измерений, кПа (кгс/м <sup>2</sup> )	Габариты	
			А	Б
ТДЖ-1-160	—	16 (160)	332	—
ТДЖ-1-250	1	25 (250)	411	138
ТДЖ-1-400	—	40 (400)	542	—
ТДЖ-2-160	—	16 (160)	332	—
ТДЖ-2-250	2	25 (250)	411	162
ТДЖ-2-400	—	40 (400)	542	—
ТДЖ-2-630	—	63 (630)	743	—
ТДЖ-3-160	3	16 (160)	332	202
ТДЖ-3-250	—	25 (250)	411	—

#### Пример формулировки заказа

Тягонапомер дифференциальный жидкостный ТДЖ-1-160 на одну точку измерения, предел измерения 0—1600 Па (0—160 кгс/м<sup>2</sup>).

Изготовитель — завод «Стеклоприбор», п. Голынки Смоленской обл.

##### Тягонапомеры жидкостные ТНЖ-Н

Тягонапомеры (рис. 4-15) предназначены для измерения давления и разрежения воздуха и неагрессивных газов. Рабочей жидкостью является этиловый спирт (плотность 0,85 г/см<sup>3</sup> при 20°C). Габаритные размеры тягонапомеров даны в табл. 4-8.

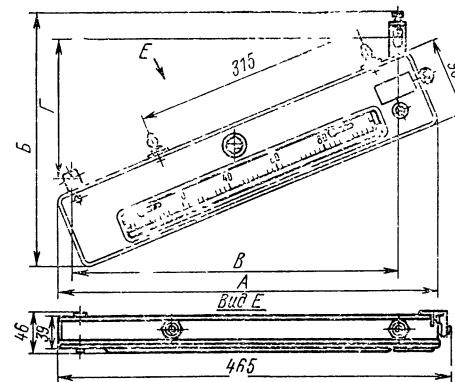


Рис. 4-15. Тягонапомеры жидкостные ТНЖ-Н.

### Техническая характеристика

Максимальное статическое давление измеряемой среды, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	20(0,2)
Класс точности . . . . .	1,5
Температура окружающей и измеряемой среды, °С . . . . .	От 10 до 40

Таблица 4-8

### Габаритные размеры тягонапомеров жидкостных ТНЖ-Н

Пределы измерений, кПа (кгс/м <sup>2</sup> )	Размеры, мм	
	А	Б
0—0,25(0—25)	460	166
0—0,4(0—40)	459	194
0—0,63(0—63)	452	241
0—1,0(0—100)	444	289
0—1,6(0—160)	405	378,5

Пример формулировки заказа

Тягонапомер жидкостный ТНЖ-Н, пределы измерений 0—0,4 кПа (0—40 кгс/м<sup>2</sup>).

Изготовитель — завод «Стеклоприбор», п. Голынки Смоленской обл.

### Тягонапомер ТНМП-52 и напормер НМП-52

Приборы (рис. 4-16) предназначены для измерения напора и разрежения (тяги) воздуха и неагрессивных газов.

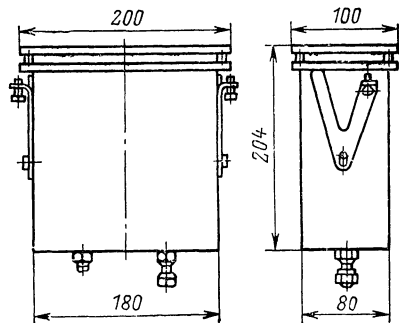


Рис. 4-16. Тягонапомер ТНМП-52 и напормер НМП-52.

### Техническая характеристика

Пределы измерений, кПа (кгс/м <sup>2</sup> ):	
напормера НМП-52 . . . . .	0—1,0(0—100); 0—1,6(0—160);
тягонапомера ТНМП-52 . . . . .	0—2,5(0—250); 0—4(0—400)
	±0,12(±12,5)

Допустимое статическое давление, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	25(0,25)
Класс точности:	
напормера НМП-52 . . . . .	1,5
тягонапомера ТНМП-52 . . . . .	2,5
Температура окружающей среды, °С	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Пример формулировки заказа

Тягонапомер мембранный ТНМП-52, шкала ±0,12 кПа (±12,5 кгс/м<sup>2</sup>).

Изготовитель — Приборостроительный завод, г. Саранск.

### Манометры и мановакуумметры показывающие общего назначения ОБМ1, ОБМВ1

Приборы (рис. 4-17) предназначены для измерения избыточного давления и вакуума неагрессивных жидкостей, пара и газов. Техническая характеристика дана в табл. 4-9.

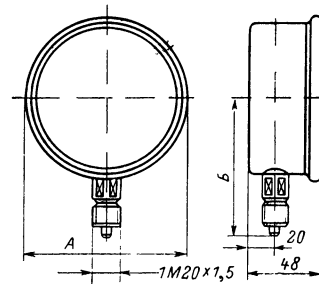


Рис. 4-17. Манометры и мановакуумметры показывающие общего назначения ОБМ-1 и ОБМВ-1.

Таблица 4-9

### Техническая характеристика манометров и мановакуумметров

Показатель	Манометры	Мановакуумметры	
	ОБМ1-100; ОБМ1-160	ОБМВ1-100; ОБМВ1-160	
Пределы измерений, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0—0,1(0—1); 0—0,16(0—1,6); 0—0,25(0—2,5); 0—0,4(0—4); 0—0,6(0—6); 0—1(0—10); 0—1,6(0—16); 0—2,5(0—25); 0—4(0—40); 0—6(0—60)	—0,1—0—0,06(—1—0—0,6); —0,1—0—0,15(—1—0—1,5); —0,1—0—0,3(—1—0—3); —0,1—0—0,5(—1—0—5); —0,1—0—0,9(—1—0—9); —0,1—0—1,5(—1—0—195); —0,1—0—2,5(—1—0—25)	
Класс точности	2,5 1,5	2,5	1,5
Температура окружающей среды, °С		От—50 до 60	
Расположение присоединительного штуцера		Радиальное	

### Пример формулировки заказа

Для манометра показывающего с диаметром корпуса 100 мм на предел измерения 1,6 МПа (16 кгс/см<sup>2</sup>): манометр ОБМ1-100×16.  
Изготовитель — Манометровый завод, г. Томск.

### Манометры МТ

Манометры (рис. 4-18) самопишущие с трубчатой пружиной типа МТ предназначены для измерения избыточного давления неагрессивных жидких и газообразных сред; выпускаются в модификациях, приведенных в табл. 4-10.

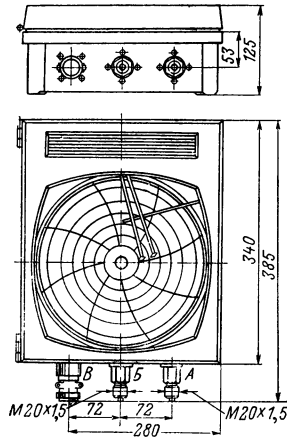


Рис. 4-18. Манометры типа МТ. Позиция А для МТС-711, МТ2С-711, МТ2С-712. Позиция В для МТ2С-712, МТ2С-711. Позиция С для МТС-711, МТ2С-711.

Таблица 4-10

### Модификации манометров МТ

Тип манометра	Наименование	Назначение
МТС-711	Манометр самопишущий	Измерение и регистрация давления
МТС-712	То же	То же
МТ2С-711	„ „	Измерение и регистрация одновременно двух давлений
МТ2С-712	„ „	То же

### Техническая характеристика

Верхние пределы измерений, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	60 (0,6); 100 (1,0); 160 (1,6); 250 (2,5); 400 (4,0); 600 (6,0); 1000 (10); 1600 (16); 2500 (25); 4000 (40); 6000 (60)
Класс точности	1
Привод диаграммы:	
манометров МТС-711, МТ2С-711	От синхронного двигателя переменного тока, частотой 50 Гц, 220 В, мощностью 13 ВА
манометров МТС-712, МТ2С-712	От часового механизма с 8-суточным заводом
Время одного оборота диаграммы, ч:	
манометров МТС-711, МТ2С-711	8 и 24
манометров МТС-712, МТ2С-712	12 и 24
Температура окружающей среды, °С	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, %	До 80

### Пример формулировки заказа

Манометр самопишущий МТС-711, предел измерения 0—400 кПа (0—4 кгс/см<sup>2</sup>).

Изготовитель — завод «Теплоконтроль», г. Казань.

### Преобразователи давления МЭД

Преобразователи давления (рис. 4-19) взаимозаменяемые предназначены для непрерывного преобразования избыточного давления в унифицированный выходной сигнал переменного тока. Преобра-

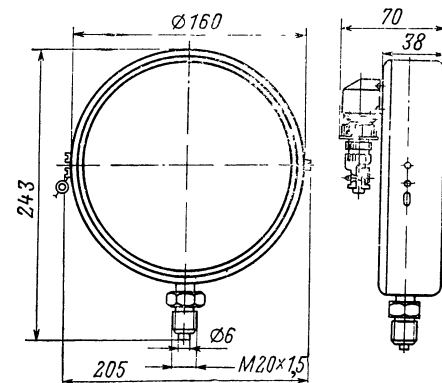


Рис. 4-19. Преобразователи давления МЭД.

заводы применяются в комплекте со вторичными взаимозаменяемыми дифференциально-трансформаторными приборами и регуляторами системы «Контур». В качестве измеряемых сред допускаются жидкости и газы, не имеющие механических включений, не кристаллизующиеся при температуре, окружающей прибор, и не агрессивные по отношению к медным сплавам и углеродистой стали.

### Техническая характеристика

Верхние пределы измерения:

преобразователя модели Э2364, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	100 (1); 160 (1,6); 250 (2,5); 400 (4); 600 (6); 1000 (10); 1600 (16)
преобразователя модели 22365, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	2,5 (25); 4,0 (40); 6,0 (60); 10,0 (100)
Класс точности . . . . .	1; 1,5
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Пример формулировки заказа

Преобразователь давления типа МЭД, модель 22365, предел измерения 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>), класс точности 1,5.

Изготовитель — завод «Манометр», г. Москва.

### Манометры, мановакуумметры и вакуумметры электроконтактные

Приборы (рис. 4-20) предназначены для измерения давления и вакуума неагрессивных взрывобезопасных жидкостей и газов и для сигнализации при достижении максимального или минимального рабочего давления или вакуума.

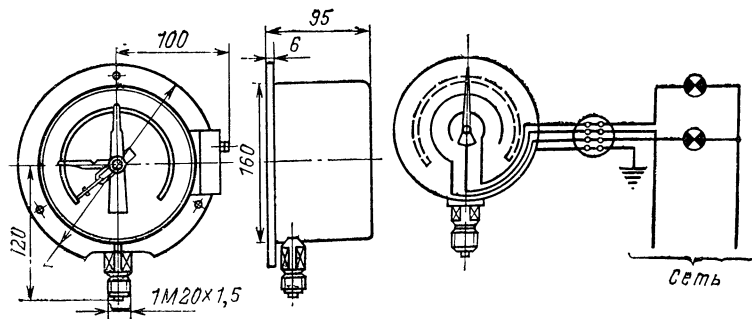


Рис. 4-20. Манометры, мановакуумметры, вакуумметры электроконтактные ЭКМ-IV, ЭКМВ-IV, ЭКВ-IV.

### Техническая характеристика

Пределы измерений кПа (кгс/см<sup>2</sup>):

манометра ЭКМ-IV . . . . .	0—100 (0—1); 0—160 (0—1,6); 0—250 (0—2,5); 0—400 (0—4); 0—600 (0—6); 0—1000 (0—10); 0—1600 (0—16); 0—2500 (0—25); 0—4000 (0—40); 0—6000 (0—60)
мановакуумметра ЭКМВ-IV . . . . .	—100—0—60 (—1—0—0,6); —100—0—300 (—1—0—3)
вакуумметра ЭКВ-IV . . . . .	—100—0 (—1—0)
Класс точности . . . . .	1,5
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 0 до 60
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80
Количество контактов . . . . .	Один минимальный + один максимальный

Разрывная мощность контактов при напряжении 220 В переменного тока, ВА . . . . . 10

Пример формулировки заказа

Для манометра электроконтактного ЭКМ-IV с пределом измерения 0—1,6 МПа (0—16 кгс/см<sup>2</sup>): манометр электроконтактный ЭКМ-IV-16.

Изготовитель — Манометровый завод, г. Томск.

### Дифференциальные тягомеры ДТ2-50 и ДТ2-200

Тягомеры (рис. 4-21) предназначены для преобразования изменения малого давления (напора), разрежения или перепада давления воздуха и неагрессивных газов в пропорциональный этим изменениям сигнал переменного тока; используются в схемах автоматического регулирования в качестве первичного прибора.

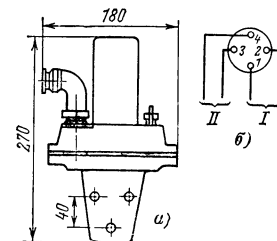


Рис. 4-21. Дифференциальные тягомеры ДТ2-50 (ДТ2-200).

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений; I — первичная обмотка; II — вторичная обмотка.

### Техническая характеристика

Максимальный перепад давлений (разрежений), Па (кгс/м <sup>2</sup> ):	
дифтягомера ДТ2-50 . . . . .	500 (50)
дифтягомера ДТ2-200 . . . . .	2000 (200)
Максимальное рабочее давление, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	50 (0,5)
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Дифференциальный тягомер ДТ2-50.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

### Манометр показывающий сигнализирующий с трубчатой пружиной МП4-III

Манометр (рис. 4-22) предназначен для измерения избыточного давления неагрессивных газов, паров и жидкостей и сигнализации измеряемого давления.

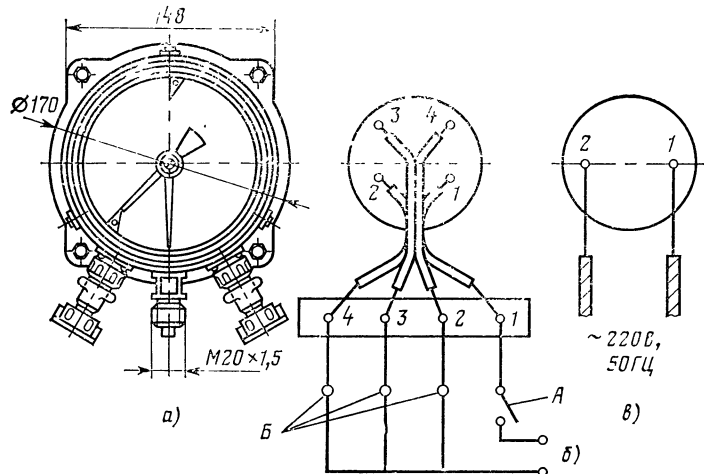


Рис. 4-22. Манометр показывающий сигнализирующий МП4-III.

а — габаритные размеры; б — схема подсоединения к вставке для выходных электрических сигналов: 1 — общий; 2 — норма; 3 — максимум; 4 — минимум; А — выключатель; Б — нагрузка; в — схема подсоединения к вставке для подвода питания

### Техническая характеристика

Верхние пределы измерений, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	60 (0,6); 100 (1); 160 (1,6); 250 (2,5); 400 (4); 600 (6); 1000 (10); 1600 (16); 2500 (25); 4000 (40), 6000 (60)
---	--

Класс точности . . . . .	1,0
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 0 до 60
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Манометр показывающий сигнализирующий типа МП4-III, верхний предел измерения 2,5 МПа (25 кгс/см<sup>2</sup>).  
Изготовитель — завод «Теплоконтроль», г. Казань.

### Датчики-реле напора и тяги ДНТ и перепада напора ДПН

Датчики (рис. 4-23) предназначены для сигнализации предельных значений напора и тяги (ДНТ) и перепада напора (ДПН) неагрессивных газов, воздуха и жидкости.

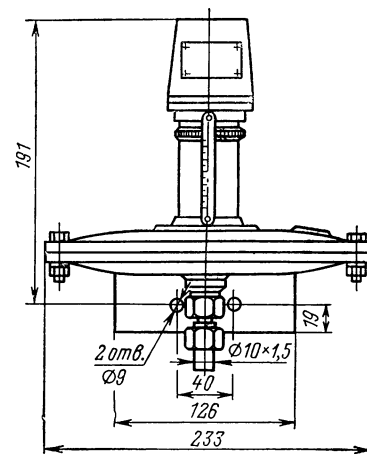


Рис. 4-23. Датчики-реле перепада напора ДПН и напора и тяги ДНТ.

### Техническая характеристика

Предел настройки, Па (кгс/м <sup>2</sup> ) . . . . .	От —100 до +1000 (от —10% до +100)
Класс точности . . . . .	2,5
Зона нечувствительности, Па (мм вод. ст.) . . . . .	10 (1)
Разрывная мощность контактов сигнального устройства при напряжении 24 В переменного и постоянного тока, ВА . . . . .	10
Максимальное давление контролируемой среды, Па (кгс/м <sup>2</sup> ) . . . . .	10'000 (1000)
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 30 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 95

Датчик-реле напора и тяги ДНТ-100.

Изготовитель — завод «Теплоприбор», г. Улан-Удэ.

Датчики-реле напора ДН, тяги ДТ и давления ДД

Датчики (рис. 4-24, 4-25) предназначены для сигнализации предельных значений напора, тяги и давления неагрессивных газов и воздуха (ДТ, ДН) и давления жидкости и неагрессивных газов (ДД) и изготавливаются в модификациях, приведенных в табл. 4-11.

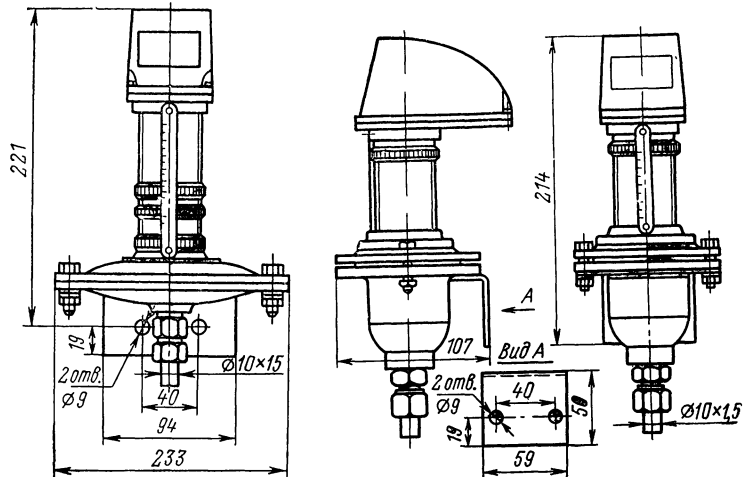


Рис. 4-24. Датчики-реле напора ДН и тяги ДТ.

Рис. 4-25. Датчик-реле давления ДД.

Таблица 4-11

Модификации датчиков-реле

Тип датчика	Предел настройки	Максимальное статическое давление
ДН-40, ДТ-40 ДН-100, ДТ-100 ДН-160, ДТ-160 ДН-250, ДТ-250	40—400 Па (4—40 кгс/см <sup>2</sup> ) 100—1000 Па (10—100 кгс/м <sup>2</sup> ) 160—1600 Па (16—160 кгс/м <sup>2</sup> ) 250—2500 Па (25—250 кгс/м <sup>2</sup> )	10 кПа (1000 кгс/м <sup>2</sup> )
ДД-0,6 ДД-1 ДД-1,6	6—60 кПа (0,06—0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) 10—100 кПа (0,1—1 кгс/см <sup>2</sup> ) 16—160 кПа (0,16—1,6 кгс/см <sup>2</sup> )	0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> )
ДД-2,5 ДД-4 ДД-6	25—250 кПа (0,25—2,5 кгс/см <sup>2</sup> ) 40—400 кПа (0,4—4 кгс/см <sup>2</sup> ) 60—600 кПа (0,6—6 кгс/см <sup>2</sup> )	1 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> )
ДД-10 ДД-16	100—1000 кПа (1—10 кгс/см <sup>2</sup> ) 160—1600 кПа (1,6—16 кгс/см <sup>2</sup> )	2 МПа (20 кгс/см <sup>2</sup> )

Техническая характеристика

Исполнения:

- 0—бесшкальный
- 1—со шкалой уставок и без шкалы зоны нечувствительности
- 2—со шкалами уставок и зоны нечувствительности

Модификации сигнального устройства:

- 1 . . . . . Двухпозиционное
- 2 . . . . . Трехпозиционное

Зона нечувствительности, % от верхнего предела настройки:

- датчиков-реле ДД (I модификации) . . . . . 10, нерегулируемая
- датчиков-реле ДН и ДТ (I модификации, исполнения 0 и I) . . . . . 2—5, 10, нерегулируемая

- датчиков-реле типов ДН и ДТ (I модификации, исполнение 2 и II модификации, исполнение 2) . . . . . 25—100, регулируемая
- Класс точности . . . . . 2,5

Разрывная мощность контактов сигнального устройства при напряжении 220 В переменного тока, ВА . . . . . 500

Температура окружающей среды, °С . . . . . От —30 до +50

Относительная влажность окружающей среды, % . . . . . До 80

На рис. 4-26 приведены схемы электрических соединений датчиков-реле.

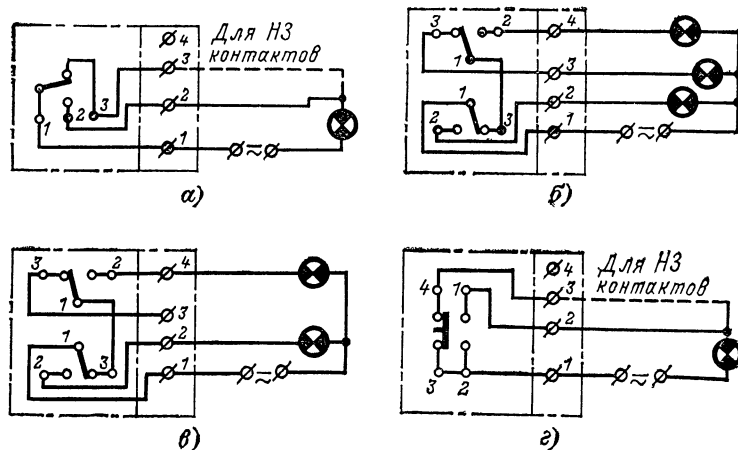


Рис. 4-26. Схемы электрических соединений датчиков-реле, представленных на рис. 4-23—4-25.

а — схема сигнализации датчиков-реле типа ДД, модификации I, ДНТ и ДПН; б — схема трехпозиционной сигнализации датчиков-реле типов ДН, ДТ и ДД, модификации I; в — схема двухпозиционной сигнализации датчиков-реле типов ДН, ДТ и ДД, модификации II; г — схема сигнализации датчиков-реле типов ДН и ДТ, модификации I.

### Пример формулировки заказа

Для датчика-реле напора ДН-250, с пределом настройки 250—2500 Па (25—250 кгс/м<sup>2</sup>), модификации I, исполнения 0: ДН-250-I-0. Изготовитель — завод «Теплоприбор», г. Улан-Удэ.

### Краны-переключатели КП-3 и КП-6

Краны-переключатели (рис. 4-27) предназначены для поочередного соединения одного тягонапоромера с тремя (КП-3) или шестью (КП-6) импульсными линиями, подводщими от мест измерения

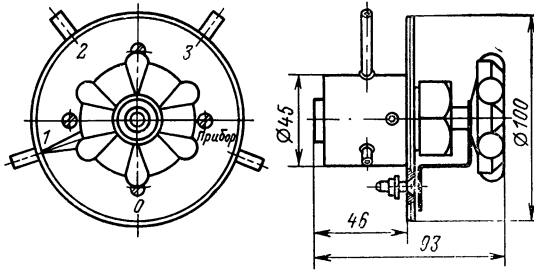


Рис. 4-27. Краны-переключатели КП-3 (КП-6).

давления (напор) или разрежение (тягу) не выше 20 кПа (150 мм рт. ст.). Краны-переключатели работают при температуре окружающей среды от 5 до 60°C и относительной влажности до 80%.

### Пример формулировки заказа

Кран-переключатель КП-3.  
Изготовитель — опытный завод треста «Уралмонтажавтоматика», г. Свердловск.

## 4-3. Приборы для измерения расхода

### Расчет сужающих устройств

Расчет стандартных сужающих устройств расходомеров производится заводом — изготовителем дифманометров.

Для заказа дифманометра с сужающим устройством проектная организация заполняет опросный лист в соответствии с «Методическими указаниями по заполнению унифицированных опросных листов и форм заказа приборов» (см. разд. I).

В ряде случаев проектная организация выполняет поверочные расчеты сужающих устройств.

В частности, такой расчет необходим при установке диафрагмы с двумя и более парами отборов, так как для дополнительно (сверх одного) заказываемых дифманометров требуется определить его перепад. Поверочный расчет сужающего устройства необходим и в случае существенно малых перепадов давлений в сужающем устройстве. Результаты такого расчета позволяют выбрать стандартное сужающее устройство.

Расчет сужающих устройств производится в соответствии с «Правилами 28-64. Измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами».

Для измерения расхода вязких сред, в частности мазута, наибольшее распространение получили сопла профилем «четверть круга». Поскольку промышленностью эти сужающие устройства не выпускаются, их обычно изготавливают при монтаже котельных по чертежам и расчетам, выполненным проектной организацией.

При расчете рекомендуется пользоваться руководящими указаниями РМ 4-99-70 «Расчет и конструирование специальных сужающих устройств расходомеров для измерения расхода при малых числах Рейнольдса», разработанными ГПИ «Проектмонтажавтоматика», 1970 г.

Ниже приводится пример расчета сопла профилем «четверть круга». Этот расчет справедлив при соблюдении следующих условий измерения (следует отметить, что условия измерения, приведенные ниже, являются общими для измерения расхода любой среды):  
измеряемое вещество (мазут) заполняет все сечение трубопровода перед сужающим устройством и за ним;

поток в трубопроводе является или может быть принят практически установившимся;

в трубопроводе вблизи сужающего устройства не скапливаются газы или осадки;

фазовое состояние мазута не изменяется при прохождении через сужающее устройство.

Расход мазута измеряется, как правило, стандартными дифманометрами. При измерении расхода мазута подключение дифманометра к сужающему устройству производится через разделительные сосуды. Дифманометр и участки соединительных линий между разделительным сосудом и дифманометром заполняют разделительной жидкостью (табл. 1-19).

### Данные для расчета

Наименование измеряемой среды . . . . .	Мазут 100
Место установки сужающего устройства . . .	Мазутопровод к котлу
Тип сужающего устройства . . . . .	Сопло профилем «четверть круга»
Тип дифманометра . . . . .	ДМ23573
Внутренний диаметр трубопроводов $D_{20}$ при $t=20^\circ\text{C}$ , мм . . . . .	50
Избыточное давление $P_{из}$ , кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	20
Рабочая температура, °C . . . . .	120
Плотность мазута в рабочих условиях $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> . . . . .	930
Наибольший расход мазута $Q_{макс}$ , кг/ч . . . . .	6000
Наименьший расход мазута $Q_{мин}$ , кг/ч . . . . .	3000
Верхний предел показаний дифманометра $Q_{м.п}$ , кг/ч . . . . .	6300
Допустимая потеря давления при расходе, равном $Q_{макс}$ , $P_{п.д}$ , кгс/м <sup>2</sup> . . . . .	2500
Кинематическая вязкость мазута $\nu$ , м <sup>2</sup> /с . . . . .	0,47·10 <sup>-4</sup>
Материал трубопровода . . . . .	Сталь 10
Материал сужающего устройства . . . . .	1X18N9T
Фланцы по ОСТ 34. 223-73	

Расчет произведен в технической системе единиц, поскольку графики к «Правилам 28-64» в системе единиц СИ отсутствуют.

### Расчет

1. Определяется внутренний диаметр трубопровода при рабочей температуре:

$$D = D_{20} k''_t = 50 \cdot 1,0013 = 50,065 \text{ мм.}$$

Величина  $k''_t$  определяется по графику рис. 4-28.

2. По каталогам приборов выбираются тип дифманометра и предельный перепад давления дифманометра  $\Delta p_n$ . При этом следует учитывать, что чем больше  $\Delta p_n$ , тем меньший модуль сужающего

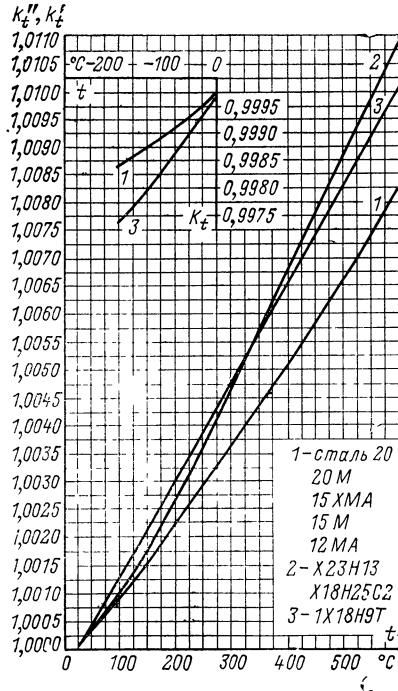


Рис. 4-28. Поправочный множитель на расширение материала трубопровода и сужающего устройства.

устройства требуется для измерения заданного расхода. При уменьшении модуля сокращаются необходимые длины прямых участков трубопроводов, но одновременно возрастает потеря давления в сужающем устройстве.

Для данного расчета выбираем мембранный дифманометр ДМ (23573) и  $\Delta p_n = 2500 \text{ кгс/м}^2$ .

3. Определяется наибольший перепад давления в сужающем устройстве  $\Delta p$ .

Для мембранного дифманометра перепад давления в сужающем устройстве  $\Delta p$  равен:

$$\Delta p = \Delta p_n = 2500 \text{ кгс/м}^2.$$

Примечания: а) Для дифманометров, заполненных ртутью, над которой находится вещество (кроме воды) плотностью  $\rho' > 14 \text{ кг/м}^3$ ,

$$\Delta p = \left(1 - \frac{\rho'}{\rho_y}\right) \Delta p_n, \text{ кгс/м}^2,$$

где  $\rho_y$  — плотность уравнивающей жидкости при атмосферном давлении и температуре 20°C (табл. 1-20);

б) для дифманометров, заполненных ртутью, над которой находится вода,

$$\Delta p = 0,9263 \Delta p_n, \text{ кгс/м}^2;$$

в) для сильфонных дифманометров

$$\Delta p = \Delta p_n, \text{ кгс/м}^2.$$

4. Внутренний диаметр разделительных сосудов, при котором можно пренебречь их влиянием на показания прибора, определяется только для поплавковых и сильфонных дифманометров и должен удовлетворять условиям:

для поплавковых дифманометров, мм,

$$D_p \geq 22 D_n D_{cm} \sqrt{\frac{\rho_{p.c} - \rho'_{c'}}{(D_n^2 + D_{cm}^2) (\rho_y - \rho')}};$$

для сильфонных дифманометров, мм,

$$D_p \geq 0,7 D_{cm} \sqrt{\frac{l (\rho_{p.c} - \rho'_{c'})}{\Delta p_n}};$$

здесь  $D_p$  — внутренний диаметр разделительного сосуда, мм;  $D_n$  — внутренний диаметр поплавкового сосуда дифманометра, мм (табл. 4-12);  $D_{cm}$  — внутренний диаметр сменного сосуда дифманометра, мм (табл. 4-12);  $\rho_{p.c}$  — плотность разделительной жидкости

Таблица 4-12

### Внутренние диаметры сменного и поплавкового сосудов дифманометров

Прибор	Диаметр $D_{cm}$ , мм, при перепадах $\Delta p_n$ , кгс/м <sup>2</sup>				
	630	1000	1600	2500	4000
Дифманометры с магнитной муфтой	138	74,6	50,9	37,9	28,7
Дифманометры в круглом корпусе	106,3	64,6	45,4	36,3	26,1

Прибор	Диаметр $D_{\text{вч}}$ , мм, при перепадах $\Delta p_{\text{вч}}$ , кгс/см <sup>2</sup>			Диаметр $D_{\text{п}}$ , мм	Объем поплавокосуда $V$ , мм <sup>3</sup>
	6300	10 000	16 000		
Дифманометры с магнитной муфтой . . . . .	22,3	17,5	13,7	78	$168 \cdot 10^3$
Дифманометры в круглом корпусе . . . . .	20,4	16	—	77	$142 \cdot 10^3$

Примечания: 1. Для мембранных дифманометров, а также сильфонных с силовой компенсацией влиянием разделительных сосудов этого пренебречь.

2. Если разделительные сосуды не удовлетворяют требованиям, изложенным в п. 4, то учет влияния разделительных сосудов на показания поплавкового и сильфонного дифманометров обязателен.

при атмосферном давлении и температуре разделительных сосудов, кг/м<sup>3</sup>;  $l$  — ход сильфона, соответствующий верхнему пределу измерений прибора, мм;  $\rho'$  — плотность мазута при давлении  $p$  и температуре 20°C;  $\rho'_c$  — плотность мазута при давлении  $p_{\text{н}}$  и температуре разделительных сосудов, кг/м<sup>3</sup>.

5. Определяются числа Рейнольдса, соответствующие наименьшему расходу и верхнему пределу измерения дифманометра:

$$Re = 0,354 \frac{Q}{D_{\text{вч}} \rho'}$$

$$Re_{\text{мин}} = \frac{0,354 \cdot 3000}{50,065 \cdot 0,47 \cdot 10^{-4} \cdot 930} = 485;$$

$$Re_{\text{макс}} = \frac{0,354 \cdot 6300}{50,065 \cdot 0,47 \cdot 10^{-4} \cdot 930} = 1019.$$

Сопло профилем «четверть круга» выбирается при условии

$$300 < Re < 5 \cdot 10^4.$$

По графику рис. 4-29 определяют  $Re_{\text{гр мин}}$  и  $Re_{\text{гр макс}}$ .

Если полученные значения  $Re_{\text{мин}} \geq Re_{\text{гр мин}}$  и  $Re_{\text{макс}} \leq Re_{\text{гр макс}}$ , расчет можно продолжить. Если указанные неравенства не соблюдаются, то при принятых параметрах расходомера измерение данным методом невозможно. В этом случае необходимо изменить  $D_{20}$ .

Из графика рис. 4-29 следует, что  $Re_{\text{гр мин}} < Re_{\text{мин}}$  и  $Re_{\text{гр макс}} > Re_{\text{макс}}$  при  $m \leq 0,19$ .

6. Определяется произведение  $ma$ :

$$ma = \frac{Q_{\text{мп}}}{0,01252 D^2 \sqrt{\rho \Delta p_{\text{н}}}} = \frac{6300}{0,01252 (50,065)^2 \sqrt{930 \cdot 2500}} = 0,1317.$$

7. По графику рис. 4-30, исходя из  $ma = 0,1317$ , находим:

$$\alpha = 0,795 \text{ и } m = 0,1317 / 0,795 = 0,1659.$$

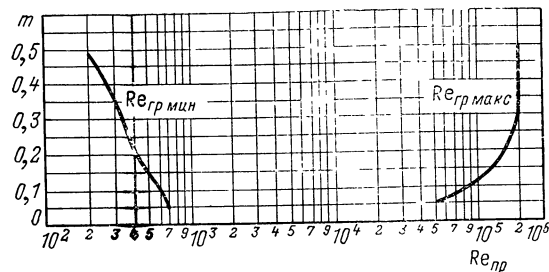


Рис. 4-20. Граничные числа Рейнольдса  $Re_{\text{гр}}$  сужающих устройств.

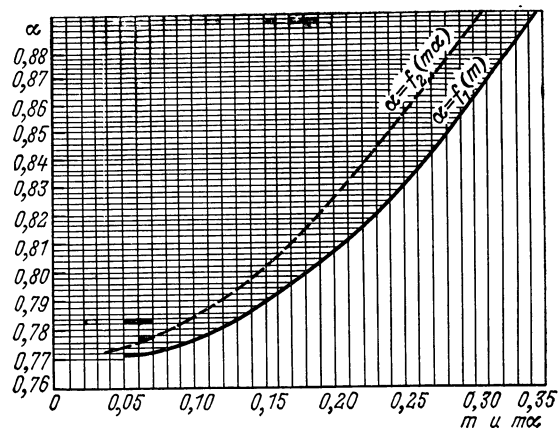


Рис. 4-30. Коэффициент расхода  $\alpha$  сопла профилем «четверть круга».

8. По графику рис. 4-31 определяется потеря давления в сужающем устройстве при расходе, равном выбранному верхнему пределу измерений дифманометра  $Q_{\text{мп}}$  и найденному  $m$ :

$$p_{\text{н}} / p_{\text{д}} = 73\%; \quad p_{\text{н}} = 0,25 \cdot 0,73 = 0,18 \text{ кгс/см}^2.$$

Условие  $p_{\text{н}} > p_{\text{д}}$  соблюдается.

9. Диаметр прохода сопла при рабочей температуре

$$d = D \sqrt{m} = 50,065 \sqrt{0,1659} = 20,37 \text{ мм}.$$

10. Проверяется правильность расчета

$$Q_{\text{м.п}} = 0,01252 \alpha d^2 \sqrt{\Delta \bar{p}_{\text{р}}} = 0,01252 \cdot 0,795 (20,37)^2 \sqrt{930 \cdot 2500} = 6312.$$

Ошибка составляет  $\frac{6300 - 6312}{6300} \cdot 100 < 0,2\%$ , что допустимо.

11. Определяется диаметр прохода сопла при  $20^\circ\text{C}$

$$d_{20} = d/k'_t; \quad d_{20} = 20,37/1,0015 = 20,33 \text{ мм.}$$

Величина  $k'_t$  определяется по графику рис. 4-28.

12. По графику рис. 4-32 при  $d/D = 20,33/50,065 = 0,401$  определяется радиус входной поверхности сопла  $r$  при рабочей температуре:

$$r/d = 0,115; \quad r = 0,115 \cdot 20,37 = 2,34 \text{ мм.}$$

13. Радиус входной поверхности сопла при  $t = 20^\circ\text{C}$

$$r_{20} = r/k'_t; \quad r_{20} = 2,34/1,0015 = 2,33 \text{ мм.}$$

14. По ГОСТ 14321-73 «Дифрагмы камерные на  $p_y$  до 10 МПа (до 100 кгс/см<sup>2</sup>)» определяется величина  $E$ : толщина диска диафрагмы для  $\Delta p_H = 2500 \text{ кгс/м}^2$   $E = 3 \text{ мм}$  (рис. 4-33).

15. Определяется диаметр цилиндрической части выемки

$$d_1 = 2d_{20} = 2 \cdot 20,33 = 40,66 \text{ мм.}$$

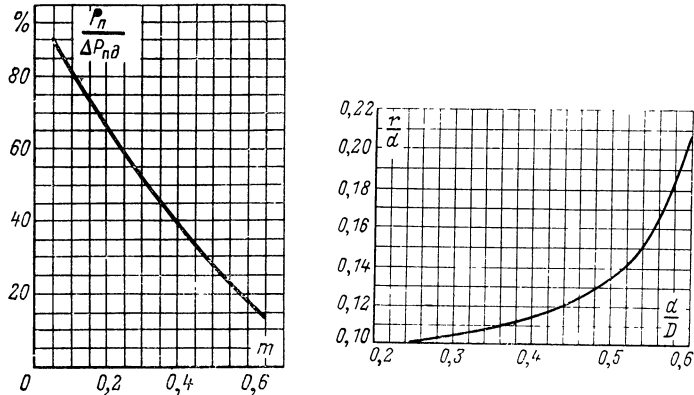


Рис. 4-31. Потеря давления в сужающем устройстве.

Рис. 4-32. Радиус входной поверхности  $r$  сопл профилем «четверть круга».

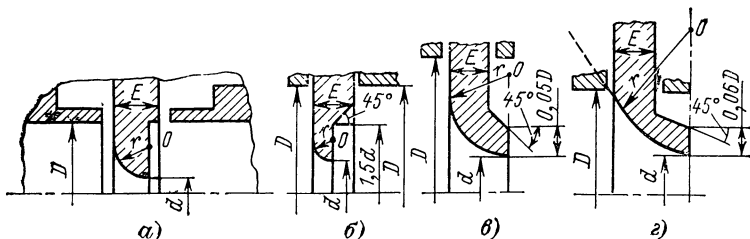


Рис. 4-33. Сопло профилем «четверть круга».

$a$  — общий вид;  $b$  — выполнение при  $r \leq E$ ;  $c$  — то же при  $r > E < \frac{1}{2}(D-d)$ ;  $d$  —

же при  $r > E > \frac{1}{2}(D-d)$ .

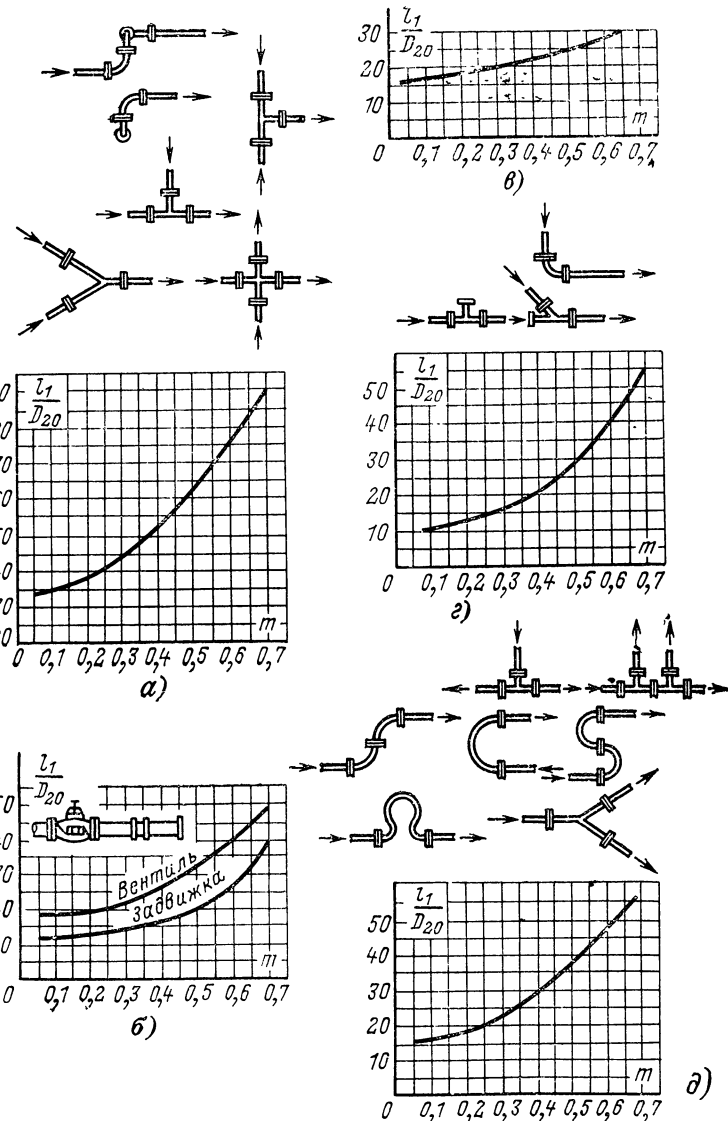


Рис. 4-34. Необходимые наименьшие длины прямых участков трубопроводов перед сужающим устройством.

$a$  — группа колен в разных плоскостях или разветвляющийся поток;  $b$  — полностью открытый вентиль (задвижка);  $c$  — сходящийся или расходящийся конус;  $d$  — колено или тройник;  $d$  — группа колен в одной плоскости или разветвляющийся поток

## Определение длин прямых участков

При монтаже сужающих устройств необходимо определить длины прямых участков перед и за сужающим устройством. Это требование диктуется необходимостью выравнивания скоростей по сечению потока измеряемой среды, так как вблизи местных сопротивлений (колен, угольников, задвижек, вентилей и т. п.) скорости среды по сечению потока перераспределяются, что ведет к изменению расхода и, следовательно, к ошибкам в измерении расхода.

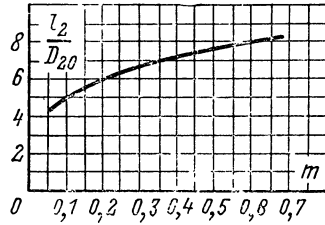


Рис. 4-35. Необходимые наименьшие длины прямых участков трубопроводов за сужающим устройством.

Необходимые длины прямых участков трубопроводов перед сужающим устройством  $l_1$ , установленным за местным сопротивлением, следует высчитать по графикам рис. 4-34.

Длину прямого участка трубопровода за сужающим устройством  $l_2$  определяют по графику рис. 4-35 (при условии, что перед сужающим устройством установлен полностью открытый вентиль).

Для нашего примера

$$l_1/D_{20} = 20; l_1 = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ мм};$$

$$l_2/D_{20} = 6; l_2 = 6 \cdot 50 = 300 \text{ мм}.$$

Длина прямого участка трубопровода перед сужающим устройством или за ним может быть сокращена вдвое по сравнению с величинами, полученными из графиков рис. 4-34, 4-35. От указанного сокращения длины прямого участка трубопровода возникает погрешность измерения расхода, равная 0,5%. При применении кольцевых камер длина прямого участка трубопровода перед сужающим устройством может быть сокращена в 3 раза по сравнению с величинами, указанными на рис. 4-34, 4-35. Возникающая при этом погрешность измерения расхода составляет 1%. Сокращенная длина прямого участка перед сужающим устройством в любом случае не должна быть менее  $6D_{20}$ . Все сказанное выше относится не к хозяйственным расходомерам.

## Дифманометры

Дифманометры предназначены для измерения: расхода жидкости, пара или газа по перепаду давлений в сужающих устройствах — дифманометры-расходомеры; перепада давлений жидкости, пара или газа — дифманометры-перепадомеры;

уровня жидкости, находящейся под атмосферным или избыточным давлением, — дифманометры-уровнемеры.

Измерительное устройство всех трех типов дифманометров одинаково. Дифманометры изготавливаются в модификациях, приведенных в табл. 4-13.

Показывающие (самопишущие) дифманометры-расходомеры в отличие от дифманометров-перепадомеров и дифманометров-уровнемеров имеют в кинематике рассчитанное по квадратичной зависимости лекало.

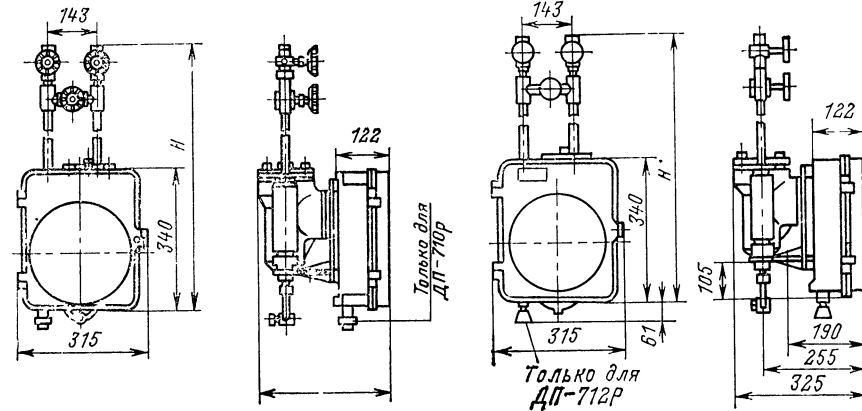


Рис. 4-36. Дифманометры поплавковые ДП-710Р, ДП-780, ДП-780Р.

Рис. 4-37. Дифманометры поплавковые ДП-712Р, ДП-781Р.

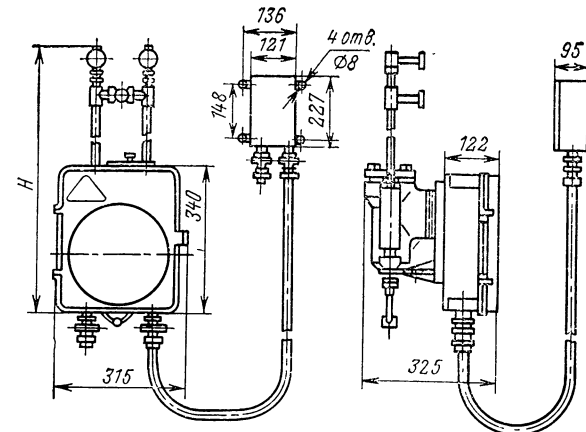


Рис. 4-38 Дифманометры поплавковые ДП-778, ДП-778Р.

Для контроля и регулирования теплотехнических процессов находят применение полуплавающие дифманометры типа ДП (рис. 4-36—4-38), сифонные типов ДСС и ДСП (рис. 4-39—4-41), а также дифманометры мембранные бесшкальные типа ДМ (модель 23573) (рис. 4-42).

Размер  $H$  (рис. 4-36—4-38) зависит от перепада давления дифманометра и приведен в табл. 4-14.

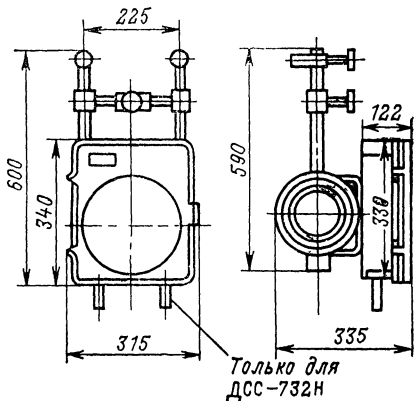


Рис. 4-39. Дифманометры сифонные ДСС-712Н, ДСП-781Н, ДСС-732Н.

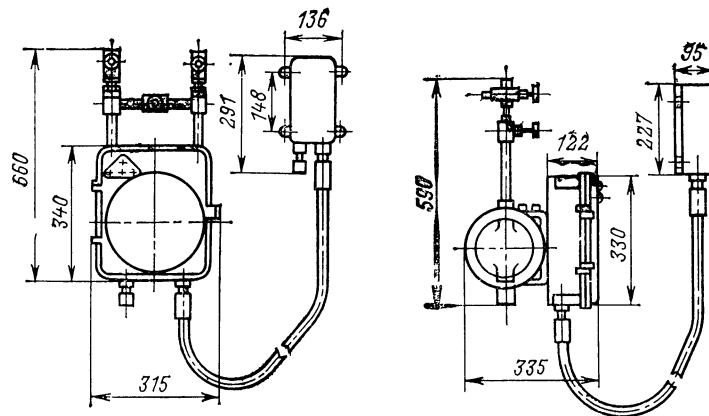


Рис. 4-41. Дифманометр сифонный ДСП-778Н.

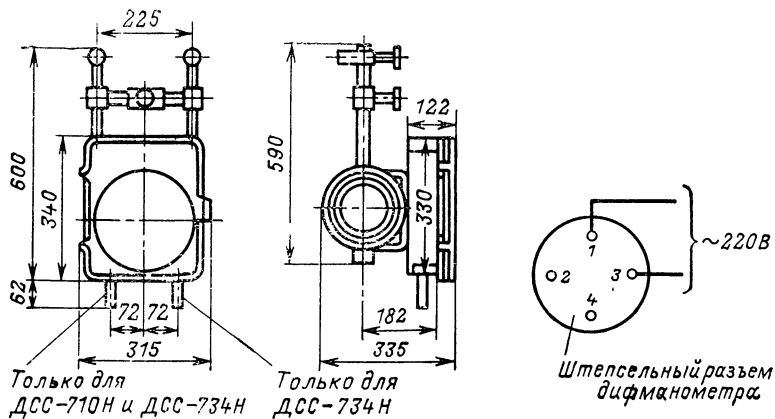


Рис. 4-40. Дифманометры сифонные ДСС-734Н, ДСС-710Н, ДСП-780Н.

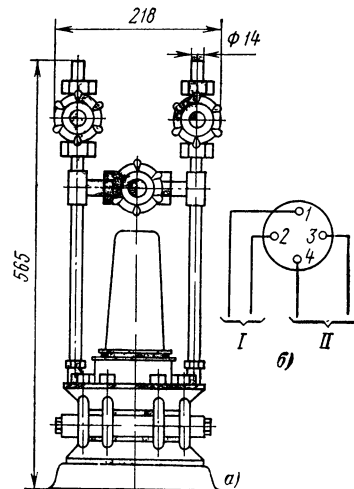


Рис. 4-42. Дифманометр мембранный ДМ (модель 23573). а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений; I — первичная обмотка; II — вторичная обмотка.

## Модификации дифманометров ДИ, ДСС, ДСП, ДМ

Тип дифманометра	Наименование	Назначение
ДП-710Р	Дифманометр поплавковый самопишущий	Регистрация расхода и уровня жидкости
ДП-710чР	То же	То же
ДП-712Р	Дифманометр поплавковый самопишущий с интегратором	Регистрация и суммирование расхода; регистрация уровня жидкости
ДП-778Р	Дифманометр поплавковый показывающий с сигнальным устройством	Измерение и сигнализация расхода и уровня жидкости
ДП-778	То же	То же
ДП-780Р	Дифманометр поплавковый показывающий	Измерение расхода и уровня жидкости
ДП-780	То же	То же
ДП-781Р	Дифманометр поплавковый показывающий с интегратором	Измерение и суммирование расхода; измерение уровня жидкости
ДСС-710Н	Дифманометр сильфонный самопишущий	Регистрация расхода и уровня
ДСС-712Н	Дифманометр сильфонный самопишущий с интегратором	Регистрация и суммирование расхода
ДСС-732Н	Дифманометр сильфонный самопишущий с дополнительной записью давления, с интегратором	Регистрация и суммирование расхода; регистрация давления
ДСС-734Н	Дифманометр сильфонный самопишущий с дополнительной записью давления	Регистрация расхода и давления
ДСС-734чН	То же	То же
ДСП-778Н	Дифманометр сильфонный показывающий с сигнальным устройством	Измерение расхода и уровня жидкости; сигнализация предельных значений параметра
ДСП-780Н	Дифманометр показывающий	Измерение расхода и уровня жидкости
ДСП-781Н	Дифманометр показывающий с интегратором	Измерение и суммирование расхода
ДМ (модель 23573)	Дифманометр мембранный	Измерение расхода и уровня жидкости

Зависимость размера  $H$  дифманометра от перепада давления

$H$ , мм	Перепад дифманометра, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$H$ , мм	Перепад дифманометра, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )
670	6,3 (0,063)	662	25 (0,25)
670	8 (0,08)	662	31,5 (0,315)
670	10 (0,1)	710	40 (0,40)
670	12,5 (0,125)	803	50 (0,50)
670	16 (0,16)	992	63 (0,63)
670	20 (0,2)	1207	80 (0,8)
		13866	100 (1,0)

## Техническая характеристика

Ряд верхних пределов измерений дифманометров-расходомеров—  $A=a \cdot 10^n$

$a$  . . . . . 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8  
 $n$  . . . . . Целое (положительное или отрицательное) число или 0

Верхние пределы измерений дифманометров-уровнемеров, см ст. измеряемой жидкости:

ДП . . . . . 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000  
 ДСП, ДСС . . . . . 63, 100, 160, 250, 400, 630

Предельные номинальные перепады дифманометра типа ДМ, кПа . . . . .

1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0; 25,0 (160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500 кгс/м<sup>2</sup>); 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630 (0,4; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3 кгс/см<sup>2</sup>)

Класс точности:

дифманометра ДМ (со вторичным прибором) . . . . . 1,6  
 дифманометров ДСС, ДСП, ДП . . . . . 1 и 1,5

Единицы измерения расхода . . . . . кг/ч; т/ч; м<sup>3</sup>/ч; мм<sup>3</sup>/ч; л/ч

Максимальное избыточное давление, МПа (кгс/см<sup>2</sup>):

для дифманометров ДМ (модель 23573) . . . . . 6,3 (63)  
 для дифманометров ДСС и ДСП . . . . . 6,3; 16 (63; 160)  
 для дифманометров ДП . . . . . 6,3; (63)

Температура окружающей среды, °С . . . . . От 5 до 50

Относительная влажность окружающей среды, % . . . . . До 80

Привод диаграммы:

дифманометров ДП-710Р, ДП-712Р,  
ДСС-710Н, ДСС-712Н, ДСС-732Н,  
ДСС-734Н . . . . .

От синхронного двигателя переменного тока, 220 В, частотой 50 Гц  
От часового механизма с 8-суточным заводом 12 и 24

дифманометров ДП-710чР, ДСС-734чН

Время одного оборота диаграммы, ч . . . . .

Питание дифманометров ДП-778, ДП-778Р,  
ДП-781Р, ДСП-778Н, ДСП-781Н . . . . .

Переменный ток, 220 В, 50 Гц

Сигнальное устройство . . . . .

Трехпозиционное

Разрыв. ая мощность контактов сигнального устройства при напряжении 220 В переменного тока, В . . . . .

45

Изготовитель:

дифманометров ДСС, ДСП, ДП — завод «Теплоконтроль», г. Казань;

дифманометров ДМ — завод «Манометр», г. Москва.

### Дифманометр колокольный ДКО (модель 3702)

Дифманометр (рис. 4-43) предназначен для непрерывной выдачи информации об измеряемых параметрах неагрессивного газа: расходе, разрежении, избыточном давлении. В качестве вторичного прибора может быть использован любой прибор с дифференциально-трансформаторной схемой.

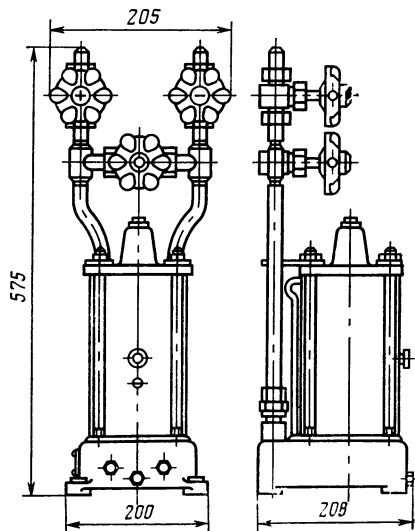


Рис. 4-43. Дифманометр колокольный типа ДКО (модель 3702).

### Техническая характеристика

Предел измерения разности давлений, Па (кгс/м <sup>2</sup> ) . . . . .	100 (10), 160 (16), 250 (25), 400 (40), 630 (63), 1000 (100)
Максимальное давление измеряемой среды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	0,25 (2,5)
Класс точности со вторичным прибором без интегратора . . . . .	1,5
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Дифманометр колокольный типа ДКО (модель 3702), предел измерения разности давлений 630 Па (63 кгс/м<sup>2</sup>).

Изготовитель — Приборостроительный завод, г. Иваново-Франковск.

### Вторичные показывающие самопишущие и регулирующие приборы с дифференциально-трансформаторной измерительной схемой КСД-2

Приборы типа КСД-2 (рис. 4-44) предназначены в комплекте с первичными приборами для измерения, регистрации и регулирования (при наличии регулирующего устройства) следующих величин: расхода (жидкости, пара, газа); избыточного давления (напора) газа, воздуха; разрежения (газа); уровня (жидкости).

Приборы выпускаются в модификациях, приведенных в табл. 4-15.

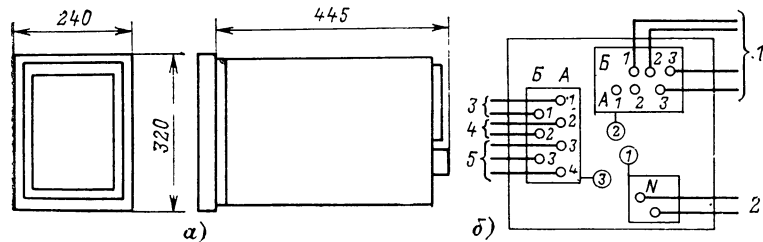


Рис. 4-44. Вторичный показывающий самопишущий и регулирующий прибор с дифференциально-трансформаторной схемой типа КСД-2. а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений; 1 — датчик; 2 — питание; 3 — сигнал «Много»; 4 — сигнал «Мало»; 5 — реостатный выход.

Таблица 4-15

Модификации приборов КСД-2

Шифр прибора	Характеристика кулачка	Характеристика регулирующего устройства	Дополнительное устройство
КСД2-001	Линейная	—	—
КСД2-002	Квадратичная	—	—
КСД2-003	Линейная	3-позиционное с двумя указателями задачи	—
КСД2-004	Квадратичная	То же	—
КСД2-053	Линейная	—	Интегратор
КСД2-054	Квадратичная	—	>

Техническая характеристика

Основная погрешность показаний, % от предела измерения . . . . .	±1
Ширина диаграммной ленты, мм . . . . .	160
Погрешность срабатывания контактов позиционного регулирующего устройства, % от длины шкалы . . . . .	±1
Питание прибора переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Скорость перемещения диаграммной ленты, мм/ч . . . . .	20, 40, 60, 120, 240, 600, 1200, 2400
Время прохождения указателем всей шкалы, с . . . . .	10
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	30
Допускаемая сила тока через контакты позиционного устройства, А:	
при напряжении 127 В . . . . .	3
при напряжении 220 В . . . . .	1,5

Пример формулировки заказа

Прибор КСД2-003, работающий в комплекте уровнемера, предел измерения 0—16 м, скорость передвижения диаграммной ленты 240 мм/ч.  
Изготовитель — завод «Львовприбор», г. Львов.

Миниатюрные автоматические приборы с дифференциально-трансформаторной схемой типа ВМД

Приборы типа ВМД (рис. 4-45) предназначены для работы в комплекте с дифференциально-трансформаторными первичными приборами — датчиками для измерения давления, уровня, расхода (жидкости, пара, газа).

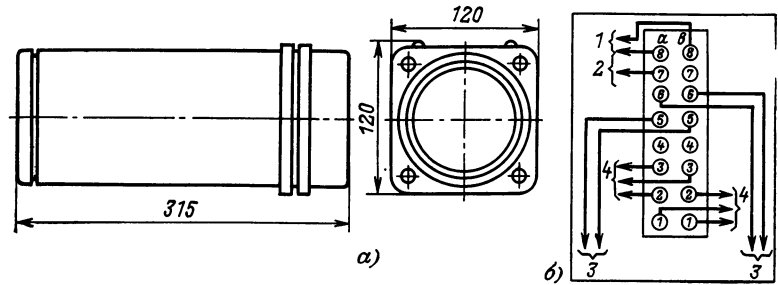


Рис. 4-45. Миниатюрный автоматический прибор с дифференциально-трансформаторной схемой типа ВМД.  
а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений; 1 — питание 127 В; 2 — питание 220 В; 3 — датчик; 4 — сигнализация.

Модификации приборов типа ВМД приведены в табл. 4-16.

Таблица 4-16

Модификации приборов ВМД

№ модификации	Характеристика кулачка	Сигнальное устройство
4882-00	Линейная	Нет
4882-01	„	Есть
4882-12	Квадратичная	Нет
4882-13	„	Есть

Техническая характеристика приборов ВМД

Основная погрешность показаний, % от предела измерения . . . . .	±1
Длина шкалы, мм . . . . .	195
Диапазон установки указателей задачи позиционного регулирующего устройства, % от длины шкалы . . . . .	10—90
Погрешность срабатывания контактов позиционного регулирующего устройства, % от длины шкалы . . . . .	±1
Разрывная мощность контактов позиционного регулирующего устройства при напряжении 220 В переменного тока, ВА . . . . .	50
Питание приборов переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	20
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность, % . . . . .	До 80

Пример формулировки заказа

Прибор типа ВМД, модификация 4882-01, шкала 0—1250 т/ч.  
Изготовитель — завод «Автоматика», г. Кировскан.

## 4-4. Приборы для измерения уровня

### Датчики уровня поплавковые электрические ДПЭ

Датчики (рис. 4-46) предназначены для контроля уровня неагрессивной жидкости в различных резервуарах.

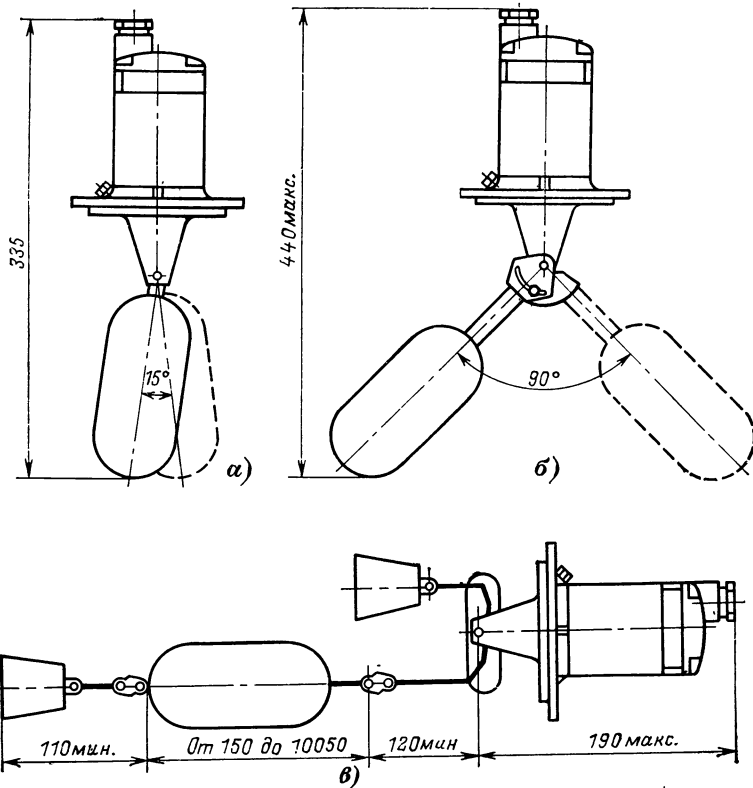


Рис. 4-46. Датчики уровня поплавковые электрические типа ДПЭ.  
Габаритные размеры:  
а — ДПЭ-1; б — ДПЭ-2; в — ДПЭ-3.

#### Техническая характеристика

Количество контактов . . . . .	$1p + 1z$
Пределы измерения, мм:	
датчика ДПЭ-1 . . . . .	До 25
датчика ДПЭ-2 . . . . .	От 60 до 250
датчика ДПЭ-3 . . . . .	От 10 до 10 000
Давление контролируемой жидкости, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	До 0,6 (до 6)
Температура контролируемой жидкости, °С . . . . .	От -50 до +125

Точность срабатывания контактов, мм . . . . .	$\pm 3$
Разрывная мощность контактов при напряжении 220 В переменного тока, ВА . . . . .	До 300

Пример формулировки заказа

Датчик уровня поплавковый типа ДПЭ-2.  
Изготовитель — завод «Теплоприбор», г. Рязань.

### Регулятор-сигнализатор уровня ЭРСУ-3

Регулятор (рис. 4-47) предназначен для сигнализации и поддержания в заданных пределах уровня воды и жидких электропроводных сред в емкости. Комплектность приборов дана в табл. 4-17.

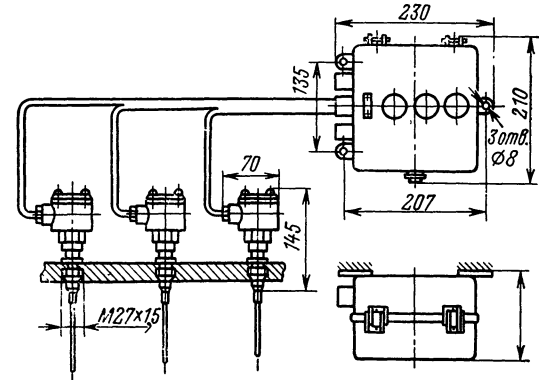


Рис. 4-47. Регулятор-сигнализатор уровня типа ЭРСУ-3.

#### Техническая характеристика

Число сигнализирующих положений уровня . . . . .	4
Основная погрешность, мм от линии срабатывания	$\pm 10$
Температура контролируемой среды, °С . . . . .	До 200
Давление контролируемой среды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	До 2,5 (до 25)
Удаление прибора от места установки датчиков, м	До 100
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	До 15
Количество контактов . . . . .	6П
Разрывная мощность контактов в цепи переменного тока напряжением 380 В, ВА . . . . .	До 500
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От -10 до +45
Относительная влажность окружающей среды, %	До 80

Пример формулировки заказа

Регулятор-сигнализатор уровня типа ЭРСУ-3, датчик по чертежу № 4В2.329.519. Температура среды 125°С, давление среды 2,0 МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>).

Изготовитель — завод «Теплоприбор», г. Рязань.

## Датчики, входящие в комплект приборов ЭСУ-3; ЭСУ-1М и ЭСУ-2М

№ чертежа	Длина, м	Тип	Характеристика среды				Проводимость	Расстояние от датчика до прибора	Комплектно с прибором
			Температура, °С	Давление МПа (кгс/см²)	Физическое состояние	Жидкости			
4Б2.329.517 4Б2.329.518 4Б2.329.519 4Б2.329.520 4Б2.329.521 4Б2.329.522	0,1 0,25 0,6 1,0 1,6 2,0	Стержневой с неизолированным электродом Ø 6 мм	0—200	До 2,5 (до 25)	Жидкости	Электропроводящие	100	ЭСУ-3	
4Б2.329.074 4Б2.329.075 4Б2.329.076 4Б2.329.077 4Б2.329.078 4Б2.329.079	0,1 0,25 0,6 1,0 1,6 2,0	Стержневой с неизолированным электродом Ø 5 мм	От —60 до 250	До 2,5 (до 25)	Жидкости, сыпучие среды, гранулы до 5 мм	Неэлектропроводящие	3	ЭСУ-1М ЭСУ-2М	
4Б2.329.080 4Б2.329.081 4Б2.329.082 4Б2.329.083 4Б2.329.084 4Б2.329.085	0,25 0,50 1,0 1,5 2,0	Пластинастый неизолированный	0—100	До 2,5 (25)	Агрессивные жидкости	Электропроводящие	3	ЭСУ-1М ЭСУ-2М	

## Сигнализаторы уровня электронные ЭСУ-1М и ЭСУ-2М

Сигнализаторы (рис. 4-48, 4-49) предназначены для сигнализации отклонения уровня жидкости (воды, кислотных, соляных, щелочных растворов) от заданной величины.

Сигнализаторы типа ЭСУ-1М являются однопредельным прибором с возможностью сигнализации либо верхнего, либо нижнего уровня. Выбор сигнализации осуществляется переключателем. Сигнализатор типа ЭСУ-2М сигнализирует уровни: верхний, норма, нижний.

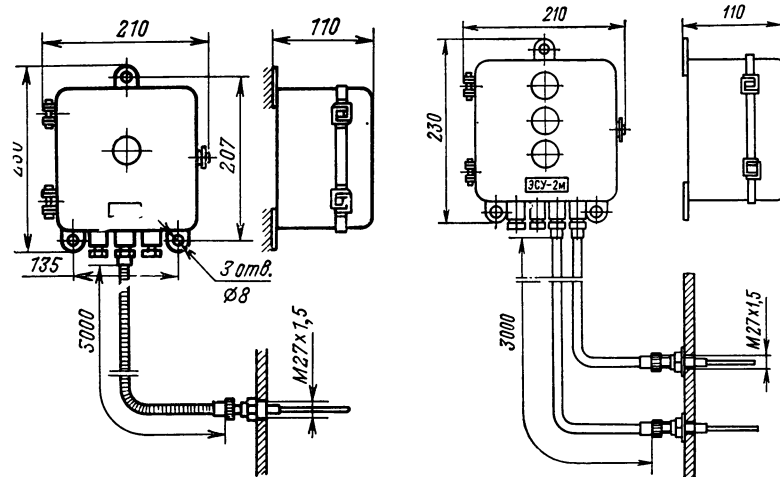


Рис. 4-48. Сигнализатор уровня электронный типа ЭСУ-1М. Рис. 4-49. Сигнализатор уровня электронный типа ЭСУ-2М.

## Техническая характеристика

Основная погрешность, мм:	
при контроле неэлектропроводных сред . . . . .	Не более $\pm 10$
при контроле электропроводных сред . . . . .	Не более $\pm 3$
Чувствительность, пФ . . . . .	От 3 до 5
Температура контролируемой среды, °С . . . . .	От —60 до +250
Давление контролируемой среды, МПа (кгс/см²) . . . . .	До 2,5 (до 25)
Длина датчика, м . . . . .	0,1; 0,25; 0,6; 1; 1,6; 2
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА:	
прибора ЭСУ-1М . . . . .	До 15
прибора ЭСУ-2М . . . . .	До 23
Количество контактов . . . . .	2р + 2з
Разрывная мощность при напряжении до 380 В в цепи переменного тока, ВА . . . . .	Не более 500
Длина коаксиального кабеля, соединяющего датчики с электронным блоком, м . . . . .	3
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 10 до 45
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Сигнализатор уровня электронный типа ЭСУ-1М для измерения уровня замасученных сточков, температура среды 80°C, давление среды 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>), датчик по чертежу № 4В2.329.075.

Изготовитель — завод «Теплоприбор», г. Рязань.

### Устройство для дистанционного измерения уровня мазута УМ-2-32-ОНБТ-21М

Устройство (рис. 4-50) предназначено для измерения уровня мазута и сигнализации его предельных значений.

Комплект устройства состоит из датчика ДСУ-2М и приемника УСП-1М. Датчик снабжен металлическим поплавком.

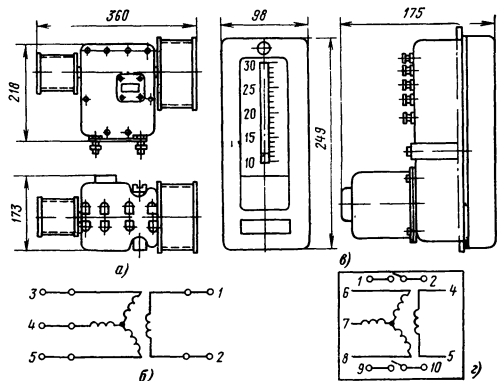


Рис. 4-50. Устройство для измерения уровня мазута УМ-2-32-ОНБТ-21М.

*a* — габаритные размеры датчика; *b* — схема внешних соединений датчика; 1, 2 — питание; 3, 4, 5 — к приемнику; *в* — габаритные размеры приемника; 2 — схема внешних соединений приемника; 6, 7, 8 — к датчику; 4, 5 — питание; 1, 2, 9, 10 — контакты сигнализатора

### Техническая характеристика

Диапазоны измерения уровня, м . . . . .	1,25; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20
Сопротивление линии связи между датчиком и приемником, Ом . . . . .	Не более 30
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . .	110 <sup>+3</sup> —7
Потребляемая мощность, ВА:	
приемника . . . . .	16
датчика . . . . .	27
Температура контролируемой среды, °С . . . . .	До 80
Температура окружающей среды датчика, °С . .	От —40 до +40
Сигнальное устройство . . . . .	Двухпозиционное
Разрывная мощность контактов сигнального устройства при напряжении 220 В переменного тока, ВА . . . . .	22

### Пример формулировки заказа

Устройство для дистанционного измерения уровня мазута типа УМ-2-32-ОНБТ-21М, диапазон измерения уровня от 5 до 7 м, надпись на шильдике приемника УСП-1М — «Уровень».

Изготовитель — электромашиностроительный завод, г. Псков.

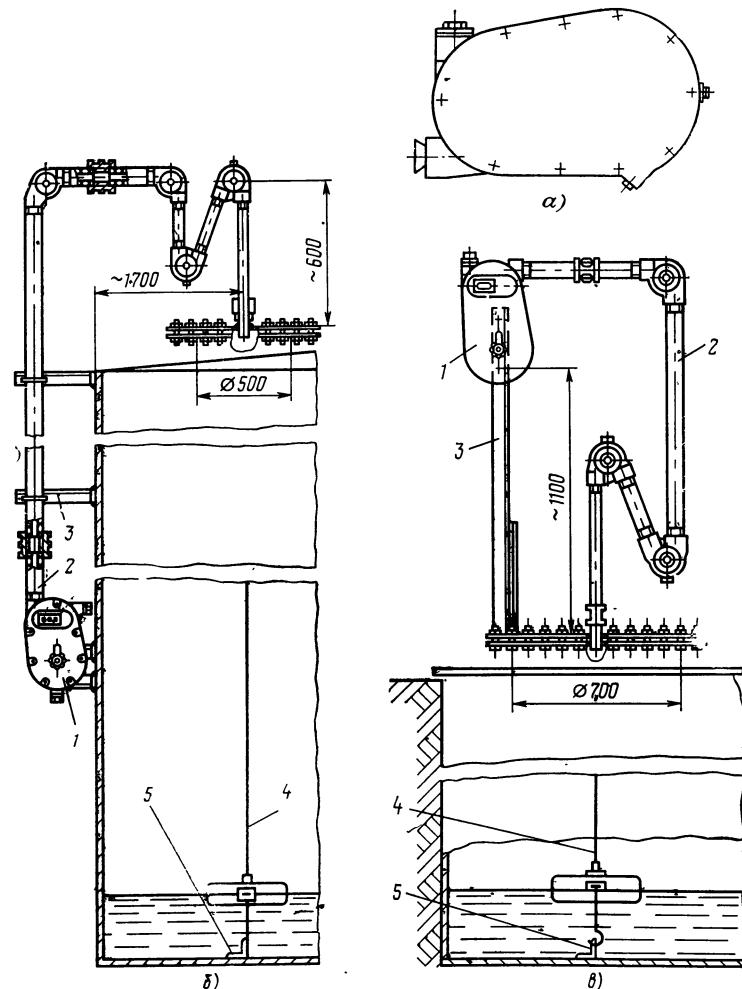


Рис. 4-51. Уровнемер поплавковый типа УДУ-5М.

*a* — внешний вид показывающего прибора; *b* — установка уровнемера на вертикальном наземном резервуаре; *в* — установка уровнемера на заглубленном резервуаре; 1 — показывающий прибор; 2 — защитные трубы; 3 — кронштейн; 4 — мерная лента; 5 — уголок.

## Измеритель уровня УДУ-5М

Измеритель (рис. 4-51) предназначен для измерения уровня нефтепродуктов в резервуарах; имеет местный отсчет показаний по счетчику.

### Техническая характеристика

Пределы измерения, м . . . . .	0—12
Погрешность измерения, мм:	
при местном отсчете . . . . .	$\pm 10$
при дистанционной передаче показаний . . . . .	$\pm 15$
Давление внутри емкости, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	Не более 3 (0,03)
Температура измеряемой жидкости, °С . . . . .	От —50 до 100
Плотность измеряемой жидкости, кг/см <sup>3</sup> . . . . .	0,7—1,2
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От —50 до 50

### Пример формулировки заказа

Измеритель уровня УДУ-5М.  
Изготовитель—Завод жидкостных счетчиков, г. Ливны.

### Реле искробезопасного контроля сопротивлений ИКС-2Н

Реле (рис. 4-52) предназначено для контроля и сигнализации уровня сыпучих и кусковых материалов, в частности углей в бункерах и течках. В комплекте реле применяется датчик уровня типа ДУ.

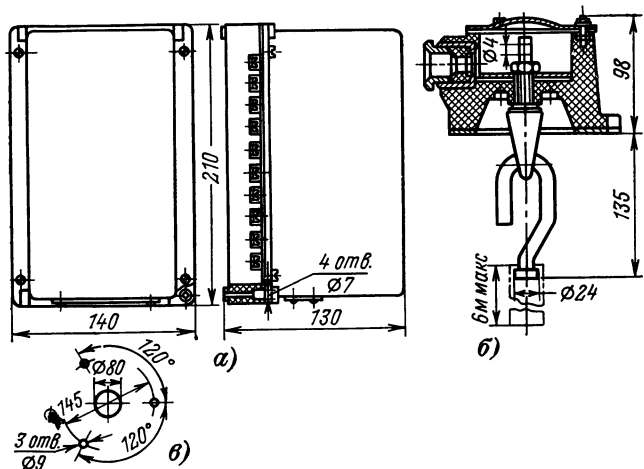


Рис. 4-52. Реле искробезопасного контроля сопротивлений ИКС-2Н.  
а — общий вид релейного блока; б — датчик уровня; в — расположение отверстий для крепления датчика.

### Техническая характеристика

Наибольшее сопротивление среды, МОм . . . . .	До 1
Количество сигнализируемых уровней . . . . .	2
Длина электрода, м . . . . .	До 6
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	127, 220, 380
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	5
Разрывная мощность контактов при напряжении 380 В, ВА . . . . .	До 500
Количество контактов сигнального устройства . . . . .	2л + 2з
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От —10 до +35
Количество подключаемых датчиков, шт. . . . .	До 2

### Пример формулировки заказа

Реле искробезопасного контроля сопротивлений типа ИКС-2Н с двумя датчиками ДУ.

Изготовитель—Завод высоковольтной аппаратуры, г. Константиновка Донецкой обл.

### Запально-защитное устройство ЗЗУ

Устройство (рис. 4-53) предназначено для автоматического или дистанционного разжига горелок, работающих на жидком или газообразном топливе, а также для защиты котлоагрегата при погасании факела. Комплектность поставки представлена в табл. 4-18.

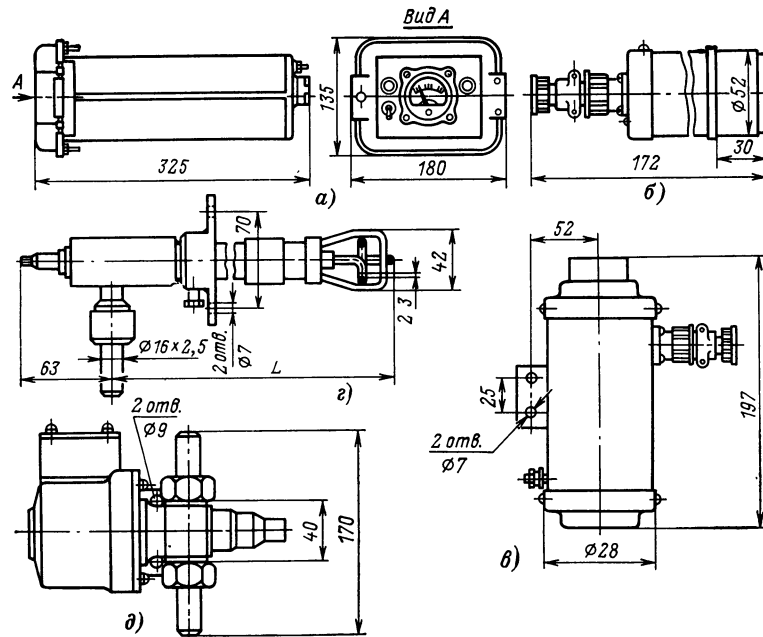


Рис. 4-53. Запально-защитное устройство ЗЗУ.  
а — управляющий прибор; б — фотодатчик; в — бобина; г — запальник; д — вентиль СВФ-10.

### Техническая характеристика

Питание управляющего прибора, высоковольтного трансформатора и соленоидного вентиля напряжением частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Питание обмотки постоянным током, В . . . . .	12
Потребляемая мощность высоковольтного трансформатора, ВА . . . . .	250
Потребляемая мощность управляющего прибора, ВА . . . . .	5
Разрывная мощность контактов реле управляющего прибора, ВА . . . . .	Не более 20
Давление газа перед запальником, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	От 0,1 до 0,5 (от 1 до 5)
Номинальная теплотворная способность газа на запальник, МДж/м <sup>3</sup> (ккал/м <sup>3</sup> ) . . . . .	От 14,7 до 121,8 (от 3500 до 29 000)
Длина факела запальника, мм . . . . .	До 800
Длина ствола запальника ЗЗУ-1, ЗЗУ-3, ЗЗУ-4, ЗЗУ-6, мм . . . . .	350, 500, 700, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000
Длина ствола запальника ЗЗУ-7, мм . . . . .	350

Таблица 4-18

### Комплектность поставки ЗЗУ

Наименование	ЗЗУ-1	ЗЗУ-3	ЗЗУ-4	ЗЗУ-6	ЗЗУ-7
Запальник . . . . .	1	1	1	1	2
Вентиль соленоидный типа СВФ-10 ( $d_y = 10$ ) . . . . .	1	1	1	1	2
Обмотка . . . . .	1	—	—	—	2
Высоковольтный трансформатор . . . . .	—	1	1	1	—
Управляющий прибор . . . . .	1	1	2	1	1
Фотодатчик . . . . .	1	—	1	1	2
Ионизационный датчик . . . . .	—	1	1	—	—

### Пример формулировки заказа

Запально-защитное устройство типа ЗЗУ-1, длина ствола запальника 700 мм.

Изготовитель — завод «Ильмарине», г. Таллин.

### 4-5. Приборы для измерения состава веществ

#### Автоматический стационарный газоанализатор на кислород МН 5106

Газоанализатор (рис. 4-54) предназначен для измерения и регистрации концентрации кислорода в отходящих газах котельных установок.

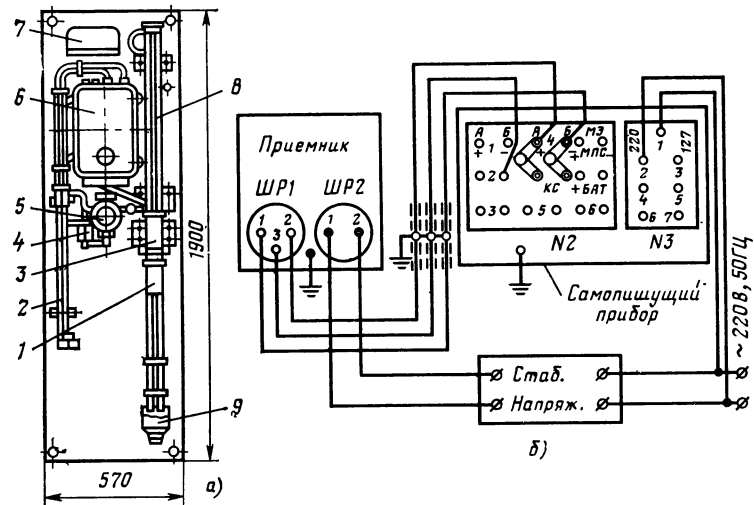


Рис. 4-54. Автоматический газоанализатор МН 5106.

а — общий вид: 1 — фильтр очистки газа; 2 — жидкостный манометр; 3 — блок очистки; 4 — индикатор расхода; 5 — фильтр тонкой очистки; 6 — измерительный блок; 7 — стабилизатор напряжения; 8 — водоструйный насос-эжектор; 9 — сливной сосуд; б — схема внешних соединений.

### Техническая характеристика

Шкала прибора, % объемной концентрации кислорода . . . . .	0—10
Параметры анализируемого газа:	
температура, °С . . . . .	До 600
разрежение в месте отбора, Па (кгс/м <sup>2</sup> ) . . . . .	До 1500 (до 150)
Содержание в анализируемом газе:	
влаги, г/м <sup>3</sup> . . . . .	До 100
сернистого газа, % объемной концентрации . . . . .	До 0,5
механических примесей (зола), г/м <sup>3</sup> . . . . .	До 20
Питание приемника чистой водой, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,2 ± 0,02 (2 ± 0,2)
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	0,5
Питание приемника стабилизированным напряжением переменного тока частотой 50 Гц, В . . . . .	120
Питание вторичного прибора напряжением переменного тока частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Мощность, потребляемая приемником совместно со вторичным прибором, ВА . . . . .	200

Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, %	До 80
Сопротивление проводов, соединяющих приемник с вторичным прибором, Ом . . . . .	Не более 2,5

Комплектность поставки: измерительный блок, индикатор расхода, керамический фильтр, блок очистки, фильтр тонкой очистки, жидкостный манометр, водоструйный насос, сливной сосуд, стабилизатор напряжения, вторичный самопишущий прибор.

Все узлы и блоки газоанализатора, кроме керамического фильтра и вторичного прибора, поставляются смонтированными на щите.

#### Пример формулировки заказа

Автоматический стационарный газоанализатор на кислород типа МН 5106.

Изготовитель — Завод газоанализаторов, г. Вуру.

#### Преобразователь промышленный П-201 (П-201И)

Преобразователь (рис. 4-55) предназначен для использования в системах непрерывного контроля и автоматического регулирования величины рН промышленных растворов.

Прибор рассчитан для работы с любым из промышленных датчиков, в частности с датчиками ДПг-4М и ДМ-5М.

Преобразователь выпускается также во взрывозащищенном (искробезопасном) исполнении — модификация П-201И. По требованию прибор комплектуется ручным термокомпенсатором, предназначенным для коррекции показаний по температуре контролируемой среды.

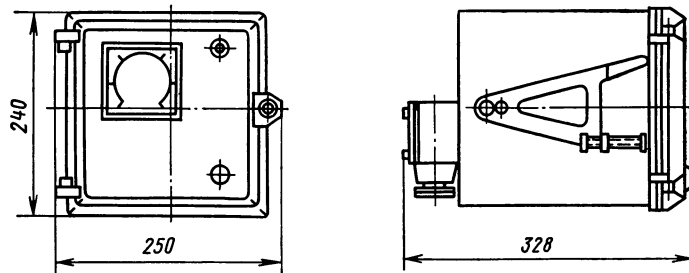
#### Техническая характеристика

Предел измерения, рН . . . . .	От -1 до +14
Диапазон измерения, рН . . . . .	2,5; 5; 10; 15
Температура контролируемой среды, °С . . . . .	До 100
Давление контролируемой среды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	До 0,6 (до 6)
<b>Выходные параметры:</b>	
по напряжению, мВ . . . . .	От 0 до 100
по току, мА . . . . .	От 0 до 5
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	До 20
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80%
Наибольшее расстояние от датчика до прибора, м . . . . .	150

#### Пример формулировки заказа

Преобразователь промышленный типа П-201, предел измерения 3—8 рН. Градуировка (определяется электродной системой), количество шкал — 2 с оцифровками 3—6 рН и 6—8 рН.

Изготовитель — Завод измерительных приборов, г. Гомель.



а)

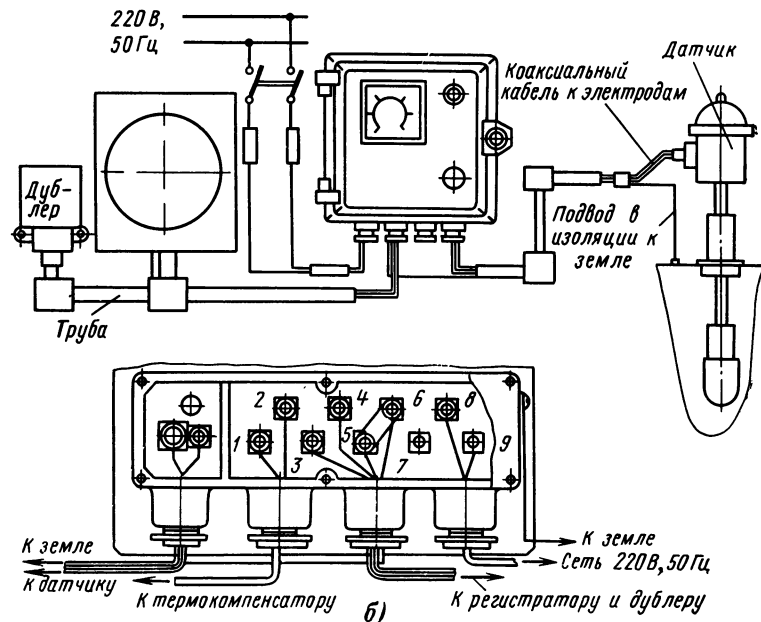


Рис. 4-55. Преобразователь П-201 (П-201И).

а — общий вид и габаритные размеры; б — схема внешних соединений.

#### Датчики для измерения рН ДПг-4М и ДМ-5М

Датчики — погружной ДПг-4М и проточный ДМ-5М (рис. 4-56) — предназначены для преобразования активности ионов водорода рН производственных растворов в пропорциональное им электрическое напряжение. В качестве чувствительного элемента датчиков используется электродная система, имеющая измерительный стеклянный электрод и вспомогательный электрод. Датчики устанавливаются на технологических аппаратах (ДПг-4М) или тру-

бопроводах (ДМ-5М). При колебаниях давления контролируемой среды по абсолютной величине свыше  $\pm 20$  кПа ( $\pm 0,2$  кгс/см<sup>2</sup>) датчики должны быть укомплектованы регулятором давления РДС-1.

Модификации датчиков приведены в табл. 4-19. Модификации измерительных стеклянных электродов приведены в табл. 4-20.

Пример формулировки заказа датчика погружного модифицированного, глубиной погружения 1200 мм, с корпусом, выполненным из стали Х18Н10Т, ключом, выполненным из полипропилена; датчик укомплектован измерительным стеклянным электродом ЭСП-04-14 с изопотенциальной точкой 7, предназначенным для измерения величины рН в диапазоне 5—10 рН при температуре 0—40°С, с длиной провода 1800 мм; с датчиком комплектуется регулятор давления типа РДС-1: ДПг-4-М-7, ЭСП-04-14(7)/1800, РДС-1.

Изготовитель — Завод измерительных приборов, г. Гомель.

Таблица 4-19

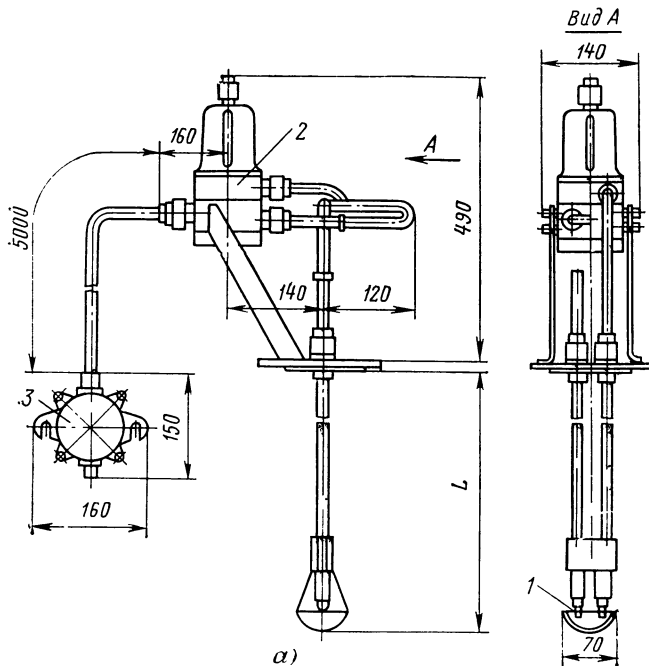
Модификации датчиков ДПг-4М и ДМ-5М

Модификация	Длина погружной части L, мм	Материал деталей, соприкасающихся с контролируемой средой		Длина провода электрода, мм
		корпус	ключ	
ДМ-5М-1	Диаметр 30	Х18Н10Т	Полипропилен	1700
ДМ-5М-2	Диаметр 30			
ДМ-5М-3	Диаметр 30			
ДПг-4М-1	1200	Х18Н10Т	Фторопласт-3	1800
ДПг-4М-2	1600			
ДПг-4М-3	2000			
ДПг-4М-4	1200	Титан ВТ1-О	Фторопласт-3	1800
ДПг-4М-5	1600			
ДПг-4М-6	2000			
ДПг-4М-7	1200	Х18Н10Т	Полипропилен	1800
ДПг-4М-8	1600			
ДПг-4М-9	2000			
ДПг-4М-10	1200	Титан ВТ1-О	Полипропилен	1800
ДПг-4М-11	1600			
ДПг-4М-12	2000			

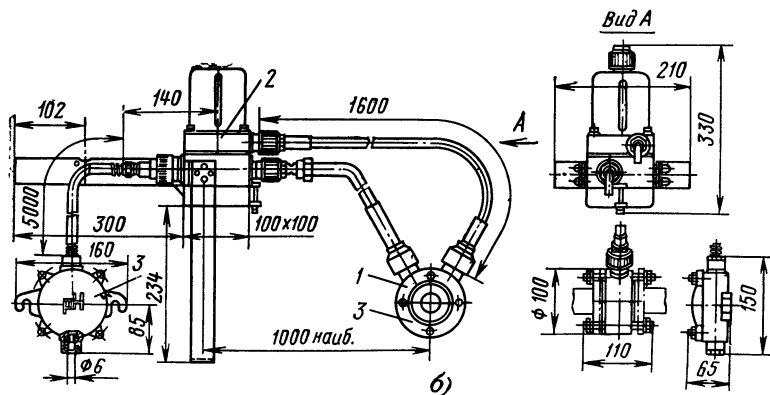
Таблица 4-20

Модификации измерительных стеклянных электродов

Тип стеклянного электрода	Диапазон измерения, рН	Рабочий интервал температуры, °С
ЭСП-01-14	0—14	25—100
ЭСП-04-14	0—12	От —5 до +40



а)



б)

Рис 4-56. Датчики рН типов ДПг-4М и ДМ-5М.

а — датчик ДПг-4М; б — датчик ДМ-5М; 1 — электрод стеклянный; 2 — электрод вспомогательный, 3 — коробка соединительная.

### 5-1. Регуляторы прямого действия

#### Регуляторы температуры прямого действия РТ

Регуляторы температуры (рис. 5-1) используются для автоматического поддержания заданной температуры жидких и газообразных сред. Регуляторы комплектуются прямым либо обратным клапаном. Габаритные размеры даны в табл. 5-1.

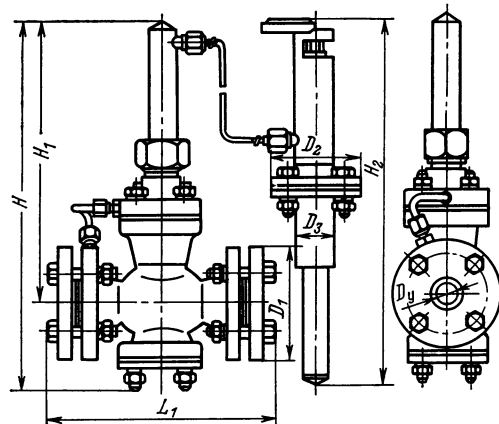


Рис. 5-1. Регулятор температуры РТ.

#### Техническая характеристика

Пределы регулирования, °С . . . . .	20—60; 40—80; 60—100; 80—120; 100—140; 120—160; 140—180
Диаметр условного прохода клапана, мм (в скобках указана условная пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч):	
регулятора РТ-15 . . . . .	15 (2,5)
регулятора РТ-20 . . . . .	20 (4)

регулятора РТ-25 . . . . .	25 (6,0)
регулятора РТ-40 . . . . .	40 (16)
регулятора РТ-50 . . . . .	50 (25)
регулятора РТ-80 . . . . .	80 (60)
Зона пропорциональности, °С . . . . .	Не более 10
Зона нечувствительности, °С . . . . .	Не более 1
Тип клапана:	
при регулировании греющей средой . . . . .	Прямой
при регулировании охлаждающей средой . . . . .	Обратный
Допустимое давление среды, проходящей через клапаны РТ-15—РТ-50, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	1,0 (10)
через клапан РТ-80, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	0,6 (6)
Допустимое давление среды, в которую погружается термобаллон, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	2,0 (20)
Длина капилляра, м . . . . .	1,6; 2,5; 4; 6; 10
Длина термобаллона, мм:	
регуляторов РТ-15, РТ-20, РТ-25, РТ-40 . . . . .	315
регуляторов РТ-50, РТ-80 . . . . .	541
Диаметр термобаллона, мм . . . . .	34
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От —30 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Таблица 5-1

#### Габаритные размеры регуляторов РТ

Тип	Размеры, мм							
	D <sub>y</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	L	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>
РТ-15	15	95	80	34	180	296	227	470
РТ-20	20	105	80	34	204	328	258	470
РТ-25	25	115	80	34	214	343	263	470
РТ-40	40	145	80	34	264	391	288	470
РТ-50	50	160	100	53/34	298	486	375	742
РТ-80	80	195	100	53/34	382	578	415	742

#### Пример формулировки заказа

Регулятор температуры прямого действия РТ-50, диаметр условного прохода клапана 50 мм, клапан прямой, пределы регулирования 80—120°С, длина капилляра 4 м.

Изготовитель — завод «Теплоконтроль», г. Сафоново.

Клапаны регулирующие прямого действия «до себя» типа 21ч12нж и «после себя» 21ч10нж

Клапаны (рис. 5-2) предназначены для автоматического регулирования давления воды, пара, воздуха и нефтепродуктов. Габаритные размеры и пропускная способность приведены в табл. 5-2.

Таблица 5-2

Габаритные размеры, мм, и пропускная способность регуляторов 21ч10нж и 21ч12нж

Диаметр условного прохода $D_y$ , мм	Условная пропускная способность $Kv_y$ , м <sup>3</sup> /ч	А	Б	В	Г	Д	Е	Число отверстий
50	40	384	230	130	560	160	125	4
80	100	422	310	150	600	195	160	8
100	160	433	360	170	610	215	180	8
150	400	482	440	220	660	280	240	8

Техническая характеристика

Пределы регулирования, кПа (кгс/см<sup>2</sup>) . . . . . 15—65 (0,15—0,65);  
 65—85 (0,65—0,85);  
 85—100 (0,85—1,0);  
 100—200 (1,0—2,0);  
 200—250 (2,0—2,5);  
 250—350 (2,5—3,5);  
 350—500 (3,5—5,0);  
 500—800 (5,0—8,0);  
 800—950 (8,0—9,5);  
 950—1300 (9,5—13,0)

Номер мембранной головки для пределов регулирования:

15—65; 65—85; 85—100 кПа (0,15—0,65; 0,65—0,85; 0,85—1,0 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	4
100—200; 200—250; 250—350; 350—500 кПа (1,0—2,0; 2,0—2,5; 2,5—3,5; 3,5—5,0 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	2
500—800; 800—950; 950—1300 кПа (5,0—8,0; 8,0—9,5; 9,5—13,0 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	1
Диаметр условного прохода клапана, мм . . . . .	50, 80, 100, 150
Температура регулируемой среды, °С . . . . .	От 120 до 300
Условное давление регулируемой среды, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	До 1,6 (до 16)

Пример формулировки заказа

Клапан регулирующий прямого действия «до себя» типа 21ч12нж, пределы регулирования 350—500 кПа (3,5—5,0 кгс/см<sup>2</sup>), диаметр условного прохода 100 мм, мембранная головка № 2.

Изготовители — Механический завод, г. Бугульма;  
 Арматурный завод, г. Котельниково.

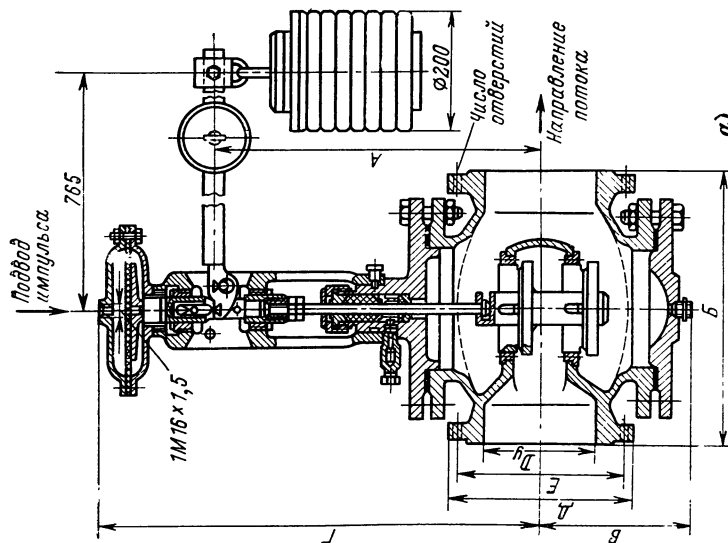
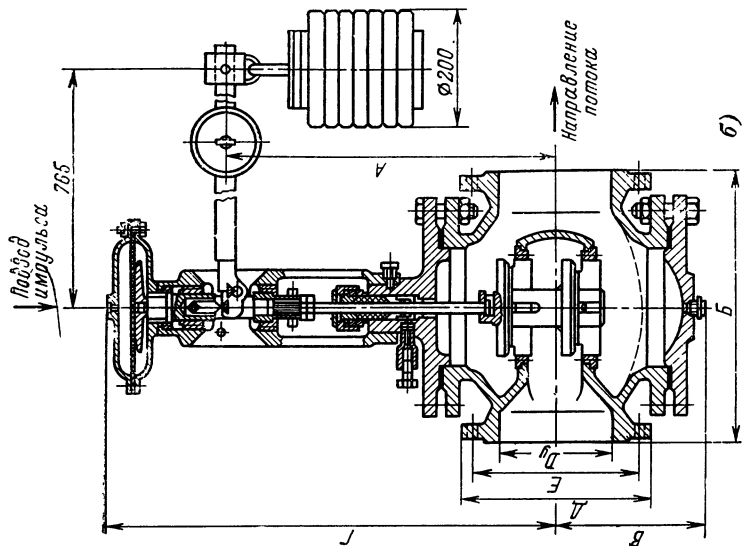


Рис. 5-2. Клапаны, регулирующие давление. а — «до себя» — 21ч12нж; б — «после себя» — 21ч10нж.

Общий вид регуляторов уровня приведен на рис. 5-3.

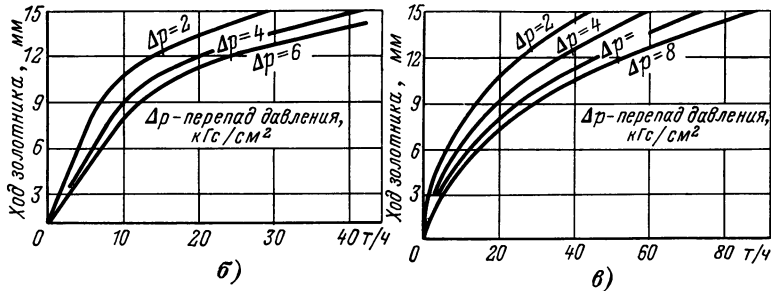
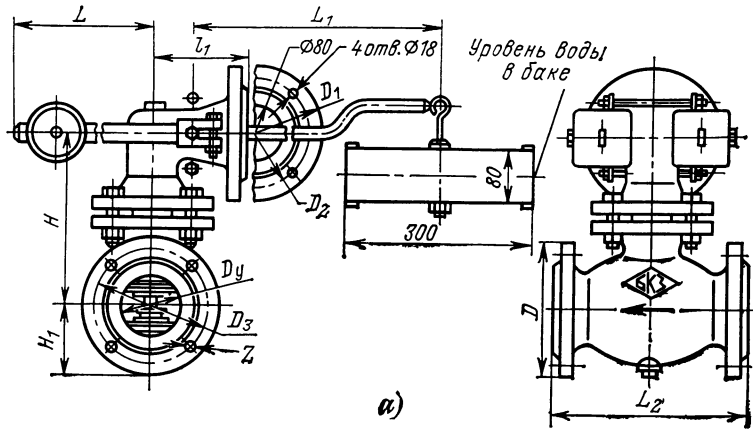


Рис. 5-3. Регулятор уровня Б-11ч-5.

а — общий вид клапана; б — пропускная способность клапана регулятора Б-11ч-5-1; в — то же регулятора Б-11ч-5-2.

Таблица 5-3

Габаритные размеры регуляторов Б-11ч-5

Модификация	$D_y$	$H$	$H_1$	$L$	$L_1$	$L_2$	$l_1$
Б-11ч-5-1	80	250	100	440	600	260	140
Б-11ч-5-2	150	290	135	440	600	350	140

Модификация	$D_1$	$D_2$	$D$	$D_3$	$z$	Ход золотника
Б-11ч-5-1	185	150	185	150	4 отв. $\varnothing 18$	15
Б-11ч-5-2	185	150	260	225	8 отв. $\varnothing 18$	15

Техническая характеристика

Условное давление, МПа, (кгс/см<sup>2</sup>) . . . . . 0,6(6)  
 Допустимая температура регулируемой среды, °С . . . . . 105  
 Диаметр условного прохода клапана, мм:  
 регулятора типа Б-11ч-5-1 . . . . . 80  
 регулятора типа Б-11ч-5-2 . . . . . 150

Габаритные размеры регуляторов уровня приведены в табл. 5-3.

Пример формулировки заказа

Регулятор уровня для деаэраторов Б-11ч-5-1, диаметр условного прохода клапана 80 мм.

Изготовитель — Литейно-механический завод, г. Темир-Тау.

Регуляторы уровня Т

Регуляторы (рис. 5-4) предназначены для регулирования уровня воды в сосудах под давлением (деаэраторах, теплообменниках). Габаритные размеры приведены в табл. 5-4.

Таблица 5-4

Габаритные размеры регуляторов уровня типа Т

Шифр	Проход условный $D_y$ , мм	Условная пропускная способность $Kv_y$ , м <sup>3</sup> /ч	Размеры, мм					
			$D$	$D_1$	$L$	$H$	$d_1$	$L_1$
Т 21-1	80	60	195	160	150	147	18	—
Т-21-2	100	75	230	190	160	176	23	—
Т-22-1	80	60	195	160	150	705	18	—
Т-22-2	100	75	230	190	160	734	23	—
Т-39	50	—	160	125	660	160	—	313
Т-40	80	—	195	160	705	170	—	360

Условное давление, МПа (кгс/см<sup>2</sup>):  
 регуляторов Т-21-1, Т-21-2, Т-22-1, Т-22-2 . . . . . 2,5(25)  
 регуляторов Т-39, Т-40 . . . . . 1,0(10)

Пример формулировки заказа

Регулятор уровня Т-39, диаметр условного прохода клапана 50 мм, условное давление 1,0 МПа (10 кгс/см<sup>2</sup>).

Изготовитель — завод «Красный котельщик», г. Таганрог.

## 5-2. Регуляторы непрямого действия

### Система автоматического регулирования «Контур»

Система «Контур» предназначена для применения в схемах автоматического регулирования и управления в котельных.

Регулирующие приборы системы типа Р25 (рис. 5-5) формируют совместно с исполнительным механизмом ПИ-закон регулирования.

Приборы Р25 работают со следующими исполнительными механизмами:

гидравлическим;

электрическим типа МЭОК в комплекте с магнитным пускателем типа ПМРТ-69;

электрическим типа МЭО мощностью до 200 ВА;

электрическим типа МЭО мощностью свыше 200 ВА в комплекте с пускателем любого типа.

Корректирующие приборы типа К15 (рис. 5-5) предназначены для применения в каскадных схемах автоматического регулирования в котельных. Регулирование осуществляется путем изменения корректирующим прибором задания другому регулятору.

Корректирующие приборы К15 в комплекте с соответствующими регулирующими приборами обеспечивают:

суммирование и компенсацию электрических сигналов от первичных приборов (датчиков);

усиление этих сигналов до величины, необходимой для управления «подчиненными» регуляторами;

формирование ПИ- или ПИД-закона регулирования.

Корректирующие приборы типа К16 (рис. 5-5) предназначены для преобразования параметра, измеряемого первичным прибором (датчиком) в сигнал, характеризующий скорость изменения параметра.

Корректирующие приборы К16 реализуют следующие функции: дифференцирование, аperiodическое преобразование, интегрирование, пропорциональное преобразование.

Таблица 5-5

Функциональный перечень приборов системы «Контур»

Тип прибора	Вид и количество подключаемых датчиков, сигналов	Основные типы датчиков
Р25.1, К15.1, К16.1, К26-1	От одного до трех дифференциально-трансформаторных датчиков (унифицированных либо старых выпусков); постоянный ток $0 \pm 10$ В; $0 \pm 5$ мА	Дифтягомер ДТ-2, манометр МЭД, дифманометр ДМ
Р25.2, К15.2	Один или два термометра сопротивления; постоянный ток $0 \pm 10$ В; $0 \pm 5$ мА	Термометры сопротивления гр. 21 и 22
Р25.3, К15.3, К16.3, К26.3	Один термометр термоэлектрический; $0 \pm 10$ В; $0 \pm 5$ мА	Термометры термоэлектрические гр. ХА, ХК, ПП

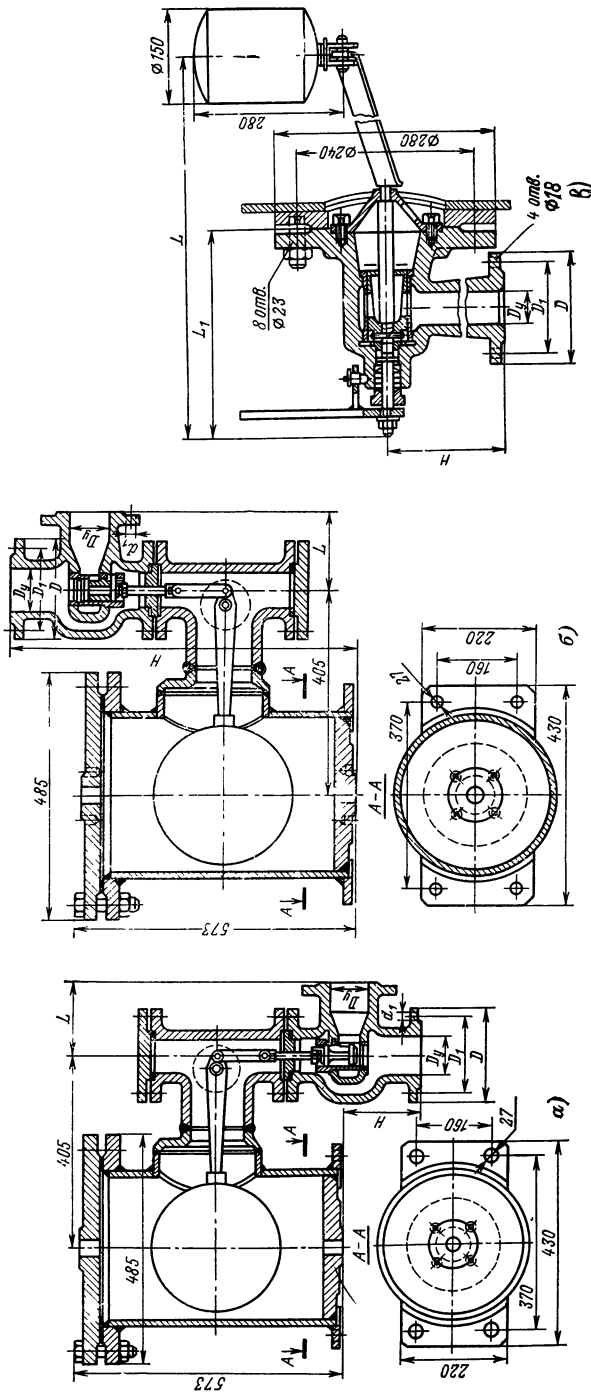


Рис. 5-4. Регуляторы уровня типа Т.  
а — Т-21-1; Т-21-2; б — Т-22-1; Т-22-2; в — Т-39; Т-40.

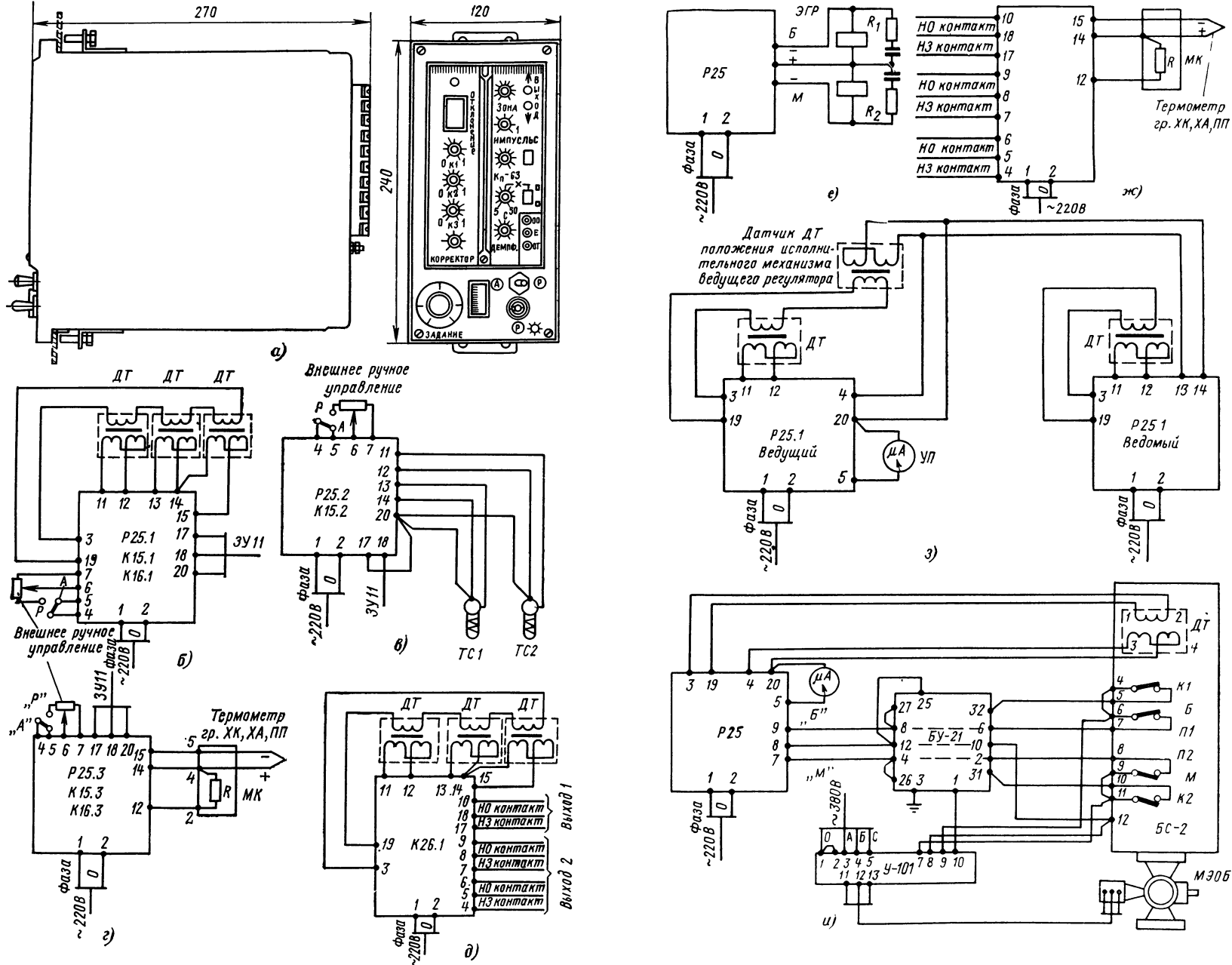


Рис. 5-5. Система «Контуры».

а — габаритные размеры приборов P25, K15, K16, K26; б — схема внешних боров K15.1); в — схема внешних соединений приборов P25.2 и K15.2 (вход на выводы 4—7 только для прибора K15.3); г — схема внешних соединений приборов P25.3, K15.3 и K16.3 (вход на выводы 4—7 только для прибора K15.3); д — схема внешних соединений электрического, монтируется на выводах прибора;

е — схема внешних соединений приборов P25.1, K15.1, K16.1 (вход на выводы 4—7 только для прибора K15.2); ж — схема внешних соединений прибора МК — модуль компенсации температуры холодных спаев термометра термоэлектрического, монтируется на выводах прибора;



Таблица 5-6

**Классификация электронных регулирующих приборов серии РПИБ**

Тип прибора	Рекомендуемая область применения	Максимальное количество первичных приборов	Основные виды первичных приборов
РПИБ-Ш	Регулирование уровня, давления, разрежения, расхода или соотношения любых двух указанных величин в жидких и газообразных средах	3 шт.	Первичные приборы с дифференциально-трансформаторными датчиками производства завода „Манометр“ или МЗТА (типов ППДМ и ППШ)
РПИБ-С	Регулирование температуры любых сред при условии ее измерения с помощью термометра сопротивления	1 шт.	Термометр сопротивления гр. 21 и 23
РПИБ-2С	Регулирование температуры любых сред при условии ее измерения с помощью термометра сопротивления с введением автоматической коррекции по температуре другой среды, в том числе окружающего воздуха, также измеряемой термометром сопротивления	2 шт.	Термометры сопротивления гр. 21 и 23
РПИБ-Т	Регулирование температуры любых сред при условии ее измерения термометром термoeлектрическим	1 шт.	Термометр термоэлектрический гр. ХА и ХК

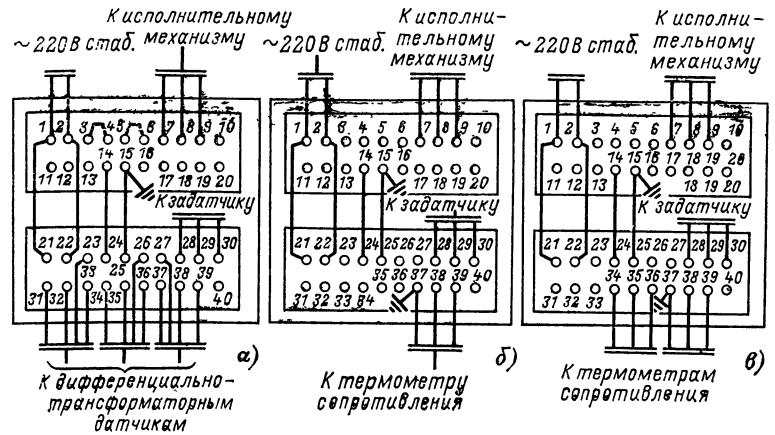


Рис. 5-7. Схема внешних соединений приборов.  
а — РПИБ-Ш; б — РПИБ-С; в — РПИБ-2С.

**Техническая характеристика**

Питание переменным током 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	До 50
Температура окружающей среды, °С . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Пример формулировки заказа

Прибор электронный регулирующий типа РПИБ-С.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

**Электронный импульсатор типа РПИБ-Ш-И**

Используется в схемах импульсного дозирования веществ, в частности реагентов водоподготовительных установок котельных. Схема внешних соединений дана на рис. 5-8,г.

**Техническая характеристика**

Питание переменным током частотой 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	45
Количество подключаемых датчиков, шт.	До 3
Температура окружающей среды, °С . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Пример формулировки заказа

Электронный импульсатор типа РПИБ-Ш-И.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

Классификация приборов РПИБ представлена в табл. 5-6. Схемы внешних соединений приборов даны на рис. 5-7. Приборы серии РПИБ позволяют осуществлять следующие законы регулирования:

- П — пропорциональный;
- ПИ — пропорционально-интегральный;
- ПИД — пропорционально-интегрально-дифференциальный.

Примечание. Формирование ПИД-закона осуществляется при условии работы электронного регулирующего прибора в комплекте с дифференциатором.

Электронные корректирующие приборы серии КПИ (рис. 5-8) предназначены для применения в каскадных схемах автоматического регулирования технологических процессов в котельных. Регулирование осуществляется путем изменения корректирующим прибором задания другому регулятору, регулирующему какой-либо параметр.

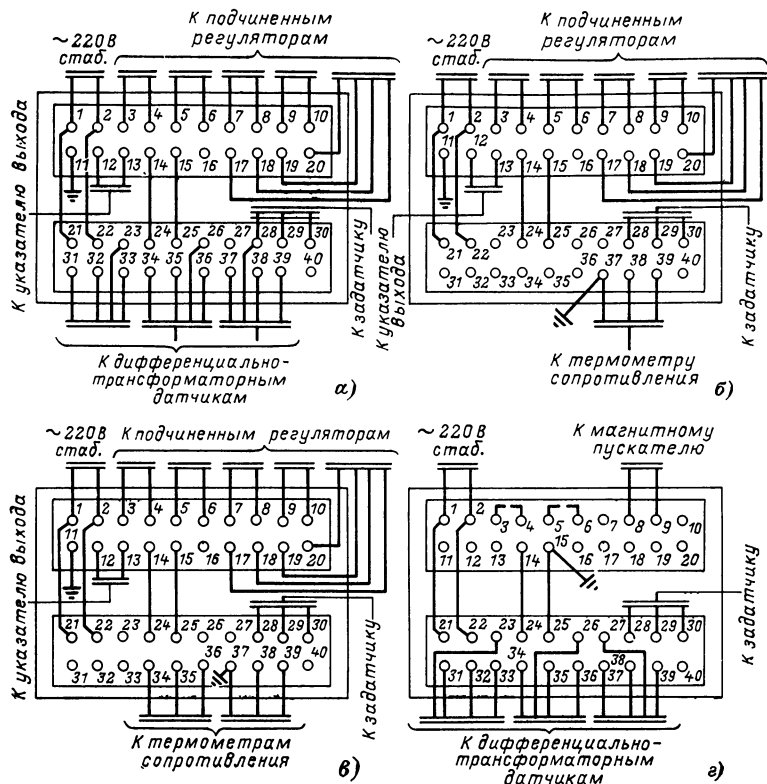


Рис. 5-8. Схема внешних соединений приборов.  
а — КПИ-Ш; б — КПИ-С; в — КПИ-2С; г — рПИВ-Ш-И.

Электронные корректирующие приборы серии КПИ в комплекте с соответствующими регулирующими приборами обеспечивают: суммирование и компенсацию электрических сигналов от первичных приборов (датчиков); усиление этих сигналов до величины, необходимой для управления «подчиненными» электронными регуляторами; формирование ПИД-закона регулирования. Классификация приборов КПИ дана в табл. 5-7.

Классификация электронных корректирующих приборов серии КПИ

Тип прибора	Рекомендуемая область применения	Количество первичных приборов, шт.	Основные типы первичных приборов
КПИ-Ш	Применяется в каскадных схемах авторегулирования уровня, давления, разрежения, расхода или соотношения любых двух указанных величин жидких и газообразных сред	3	Первичные приборы с дифференциально-трансформаторными датчиками производства завода «Манометр» или МЗТА (типов ППДМ и ППД)
КПИ-С	В каскадных схемах авторегулирования температуры любых сред	1	Любые стандартные термометры сопротивления гр. 21 и 23.
КПИ-2С	В каскадных схемах авторегулирования температуры любых сред с введением автоматической коррекции по температуре другой среды, в том числе окружающего воздуха	2	Любые стандартные термометры сопротивления гр. 21 и 23

Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	15
Максимальное количество подключаемых приборов, шт. . . . .	3
Разрывная мощность контактов при напряжении 60 В постоянного тока, ВА . . . . .	12
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 0 до 40
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Пример формулировки заказа

Электронный корректирующий прибор КПИ-Ш.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

## Переключатель ламповый с контактным выходом ПЛК-П

Переключатель (рис. 5-9) предназначен для работы в схемах автоматизации для сигнализации предельных значений параметров, измеряемых первичными приборами с дифференциально-трансформаторными, индуктивными или реостатными датчиками.

### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	15
Максимальное количество подключаемых приборов, шт. . . . .	2
Разрывная мощность контактов при напряжении 60 В постоянного тока, ВА . . . . .	12
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 0 до 40
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Переключатель ламповый ПЛК-П.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

### Дифференциатор ламповый ДЛ-П

Дифференциатор ламповый типа ДЛ-П (рис. 5-9) предназначен для применения в схемах автоматического регулирования в качестве устройства, обеспечивающего преобразование параметра, измеряемого первичным прибором, снабженным дифференциально-трансформаторными, индуктивными или реостатными датчиками, в сигнал постоянного тока, характеризующий скорость изменения параметра.

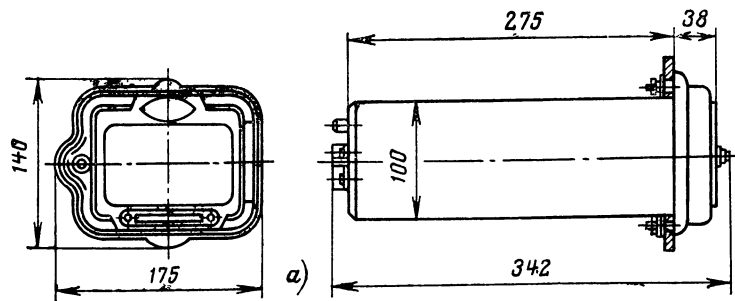


Рис. 5-9. Переключатель ламповый ПЛК-П, дифференциатор ламповый ДЛ-П, дифференциатор ламповый ДЛ-Т, сумматор СП-63, размножитель импульсов РП-63.  
Габаритные размеры;

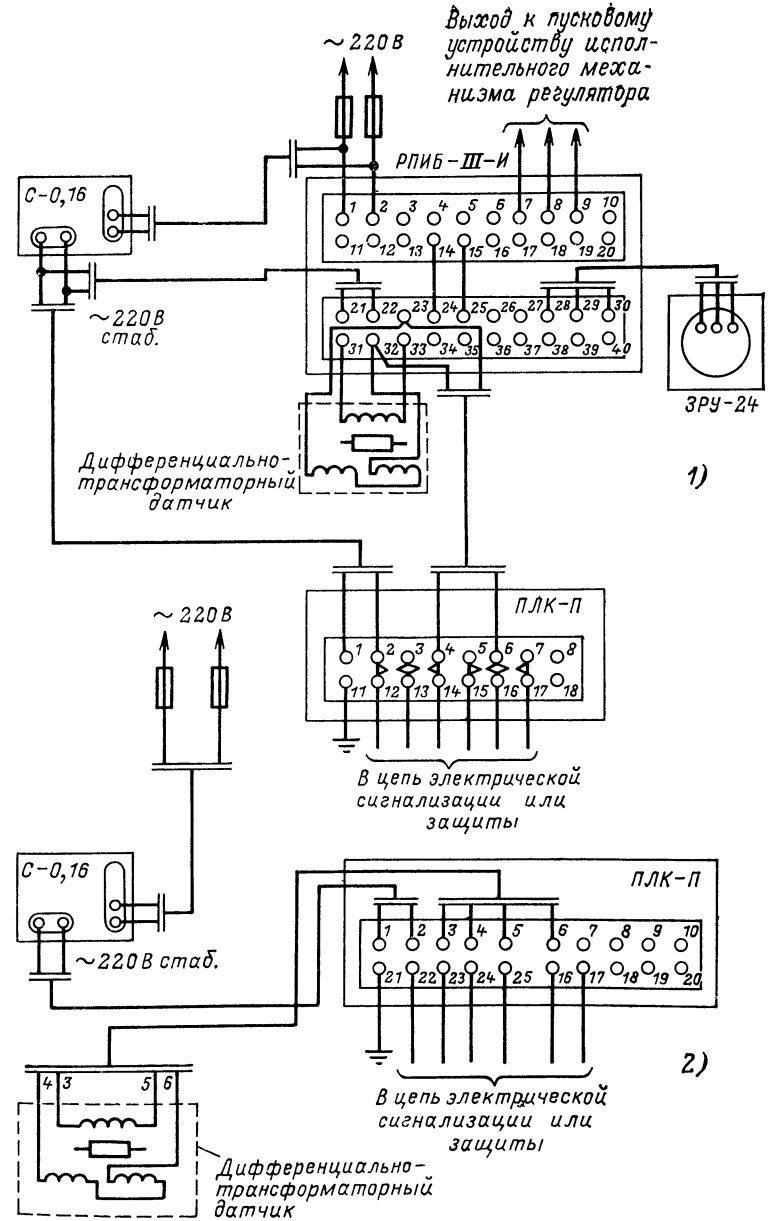
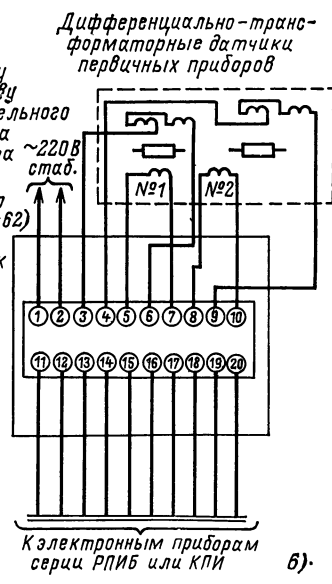
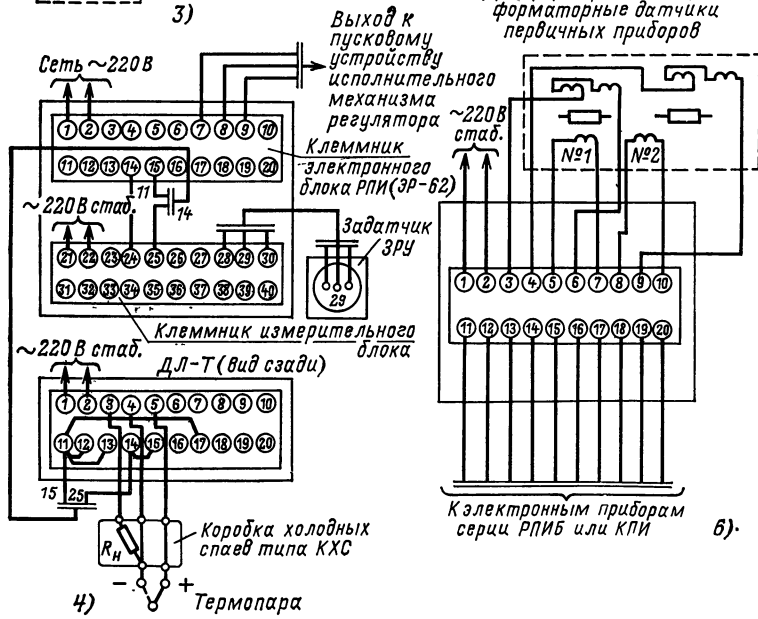
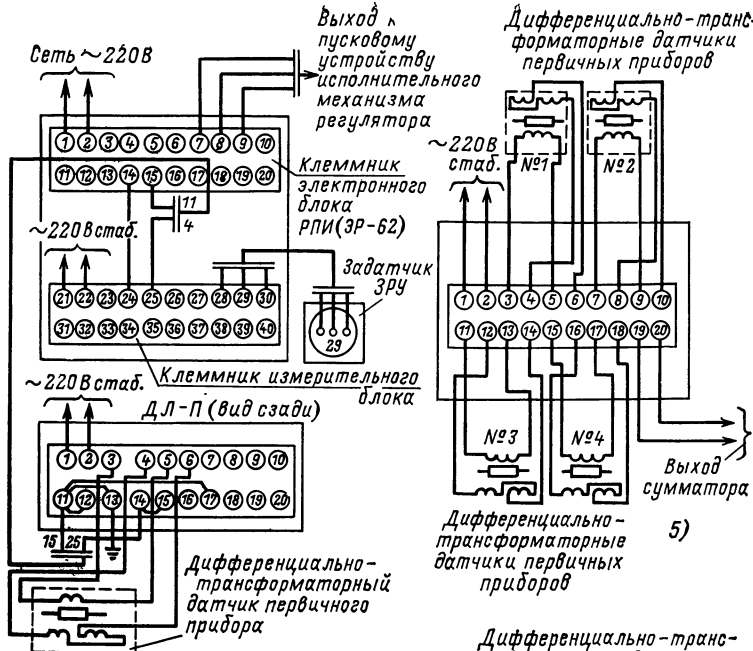


Рис. 5-9. Переключатель ламповый ПЛК-П, дифференциатор ламповый ДЛ-П, дифференциатор ламповый ДЛ-Т, сумматор СП-63, размножитель импульсов РП-63.

Схемы внешних соединений: 1 — ПЛК-П, работающего совместно с прибором РПИБ-III; 2 — ПЛК-П, работающего с датчиком, питаемым от ПЛК-П;



### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	15
Максимальное количество подключаемых первичных приборов, шт. . . . .	2
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 0 до 40
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Электронный ламповый дифференциатор ДЛ-П.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

### Дифференциатор ламповый ДЛ-Т

Дифференциатор ламповый типа ДЛ-Т (рис. 5-9) предназначен для применения в схемах автоматического регулирования в качестве устройства, обеспечивающего преобразование температуры, измеряемой термоэлектрическим термометром (термопарой), в сигнал постоянного тока, характеризующий скорость изменения температуры.

### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	15
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 0 до 40
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

### Сумматор сигналов переменного тока СП-63

Сумматор сигналов переменного тока СП-63 (рис. 5-9) предназначен для применения в схемах автоматического регулирования в качестве устройства, обеспечивающего суммирование сигналов переменного тока от первичных приборов, снабженных индуктивными, дифференциально-трансформаторными или реостатными датчиками, а также сигналов от электронных корректирующих приборов.

### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	10
Максимальное количество подключаемых первичных приборов, шт. . . . .	4
Количество выходных цепей, шт. . . . .	1
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

Рис. 5-9. Переключатель ламповый ПЛК-П, дифференциатор ламповый ДЛ-П, дифференциатор ламповый ДЛ-Т, сумматор СП-63, размножитель импульсов РП-63.  
3 — ДЛ-П; 4 — ДЛ-Т; 5 — СП-63; 6 — РП-63.

## Размножитель сигналов переменного тока РП-63

Размножитель сигналов переменного тока РП-63 (рис. 5-9) предназначен для применения в схемах автоматического регулирования в качестве устройства, обеспечивающего размножение сигналов переменного тока от первичных приборов, снабженных индуктивными, дифференциально-трансформаторными или реостатными датчиками, а также сигналов от электронных корректирующих приборов.

### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, стабилизированным напряжением, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	10
Максимальное количество подключаемых приборов, шт. . . . .	2
Количество выходных цепей, шт. . . . .	5
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

### Устройство динамической связи КДС-Б

Устройство динамической связи (рис. 5-10) предназначено для применения в схемах автоматического регулирования в качестве элемента, обеспечивающего осуществление динамической связи между двумя электронными регуляторами серии РПИБ.

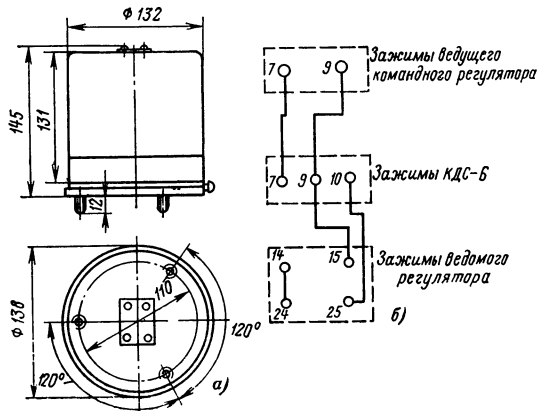


Рис. 5-10. Устройство динамической связи типа КДС-Б.

а — общий вид и габаритные размеры; б — схема внешних соединений.

## Пример формулировки заказа

Комплект динамической связи типа КДС-Б.

Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

## 5-3. Исполнительные механизмы

### Электрический исполнительный механизм МЭК-10к/120

Исполнительный механизм (рис. 5-11) используется в системах с контактным управлением совместно с реверсивным пускателем типа МКР-О-58.

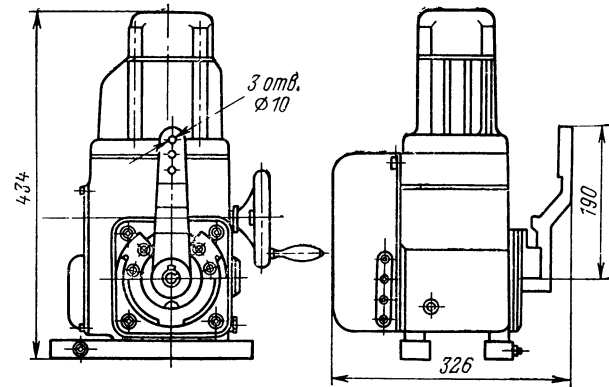


Рис. 5-11. Исполнительный механизм МЭК-10к/120.

Снабжен реостатным или индуктивным датчиком для указания положения регулирующего органа.

### Техническая характеристика

Номинальный момент на выходном валу, Дж (кгс·м) . . . . .	100 (10)
Пусковой момент не менее, Дж (кгс·м) . . . . .	150 (15)
Время одного оборота выходного вала, с . . . . .	120
Максимальный рабочий угол поворота выходного вала, град . . . . .	90, 240
Напряжение питания, В . . . . .	127/220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	180
Сопротивление реостата указания положения, Ом . . . . .	120
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От —30 до 60
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Электрический исполнительный механизм типа МЭК-10к/120, угол поворота выходного вала — 90°.

Изготовитель — Завод электрических исполнительных механизмов, г. Чебоксары.

## Однооборотный электрический исполнительный механизм ИМТМ-4/2,5

Исполнительный механизм (рис. 5-12) используется в системах с контактным управлением, снабжен концевыми выключателями.

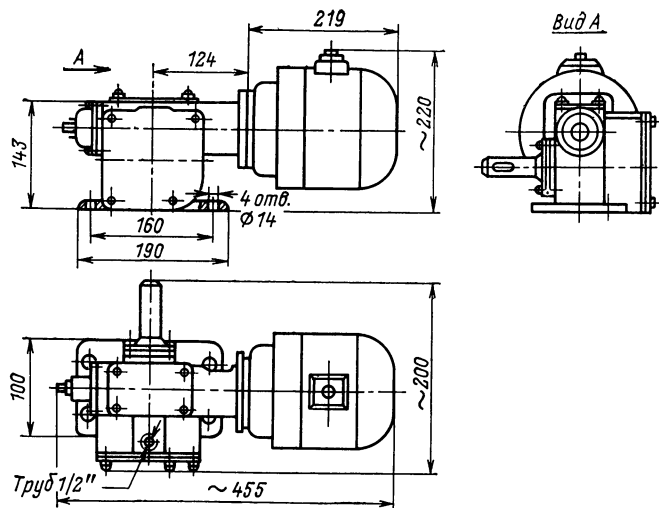


Рис. 5-12. Исполнительный механизм ИМТМ-4/2,5.

### Техническая характеристика

Номинальный момент на выходном валу, Дж (кгс·м) . . . . .	40 (4)
Пусковой момент не менее, Дж (кгс·м) . . . . .	60 (6)
Время одного оборота [выходного вала, с . . . . .	2,5
Максимальный рабочий угол поворота выходного вала, град . . . . .	350
Напряжение питания, В . . . . .	380/220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	270
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 10 до 35
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Электрический исполнительный механизм типа ИМТМ-4/2,5.  
Изготовитель — Завод исполнительных механизмов,  
г. Севан.

## Однооборотный электрический исполнительный механизм МЭО-63/10-0,25К-73

Исполнительный механизм (рис. 5-13) используется в схемах с контактным управлением. Снабжен концевыми и путевыми выключателями.

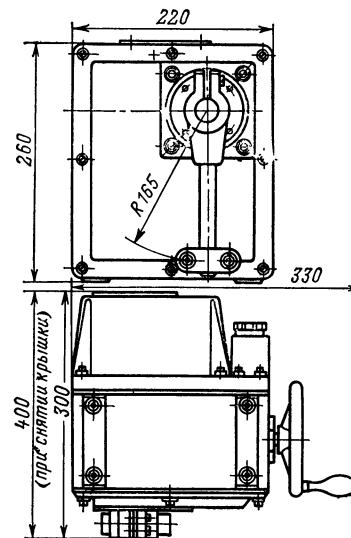


Рис. 5-13. Исполнительный механизм МЭО-63/10-0,25К-73.

### Техническая характеристика

Номинальный момент на выходном валу, Дж (кгс·м) . . . . .	630 (63)
Время одного оборота выходного вала, с . . . . .	10
Максимальный рабочий угол поворота выходного вала, град . . . . .	90
Напряжение питания, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	До 600
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От -30 до +55
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

### Пример формулировки заказа

Электрический исполнительный механизм типа МЭО-63/10-0,25К-73.  
Изготовитель — Завод электрических исполнительных механизмов, г. Чебоксары.

### Гидравлические исполнительные механизмы

Гидравлические исполнительные механизмы (рис. 5-14) применяются в системах автоматического регулирования в качестве устройств, перемещающих регулирующие органы и формирующих сигналы положения исполнительного механизма.

Для разных целей выпускаются две модификации гидравлического исполнительного механизма, отличающиеся устройством блока управления.

В самой простой модификации гидравлический исполнительный механизм не снабжается никакими устройствами (ГИМ).

Модификация ГИМ-2Д оснащена устройствами жесткой обратной связи.

#### Техническая характеристика

Давление воды перед электрогидрореле, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	0,11—0,16 (1,1—1,6)
Время полного хода выходного вала при давлении воды перед электрогидрореле 0,13 МПа (1,3 кгс/см <sup>2</sup> ) и моменте на выходном валу 4 000 Дж (400 кгс·см), с	30 <sup>+15</sup> <sub>-5</sub>
Максимальный момент на выходном валу при давлении воды перед электрогидрореле 0,13 МПа (1,3 кгс/см <sup>2</sup> ), Дж (кгс·см)	7000 (700)
Расход воды, л/ч . . . . .	80±120
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

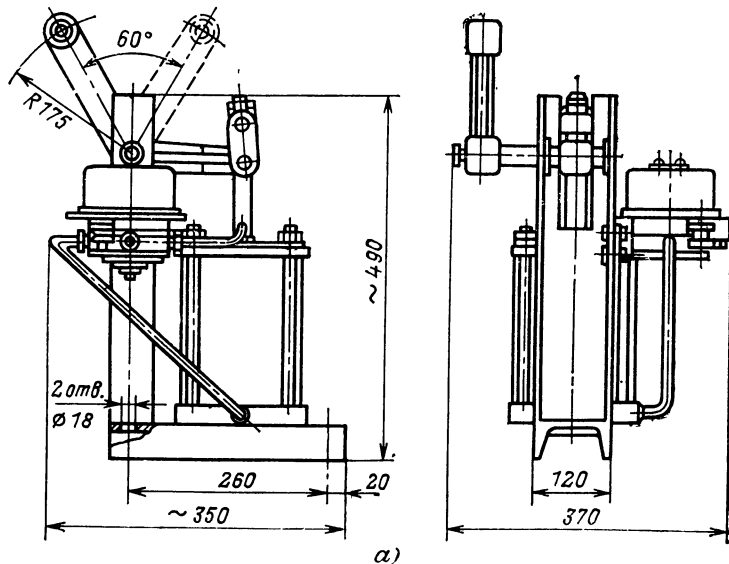
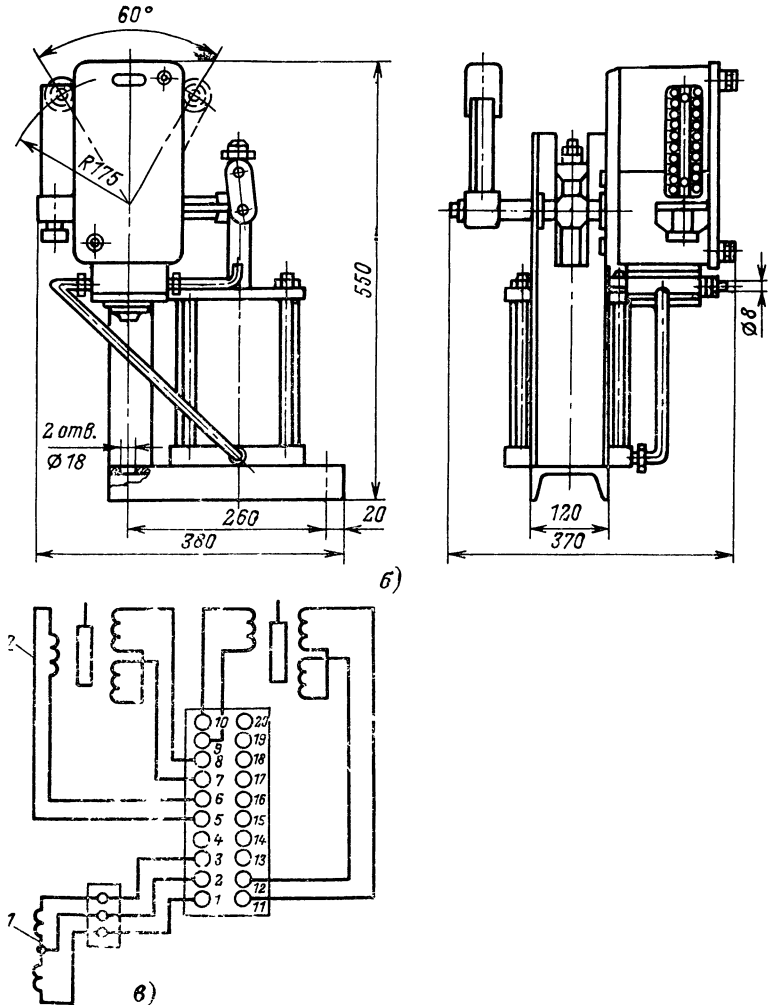


Рис. 5-14. Гидравлические

а — ГИМ; б — ГИМ-2Д; в — схема внешних соединений ГИМ-2Д;

### Пример формулировки заказа

Гидравлический исполнительный механизм типа ГИМ.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.



Исполнительные механизмы.

1 — электрогидрореле; 2 — датчик изодромной связи.

## 5-4. Вспомогательные и операционные устройства электронных регуляторов

### Задатчики ручного управления ЗУ11-1, ЗУ11-5

Задатчики (рис. 5-15) используются для изменения (от руки) заданного значения параметра, поддерживаемого автоматическим регулятором.

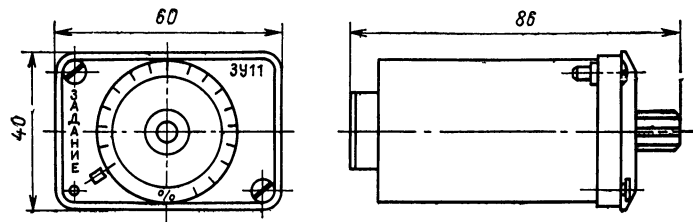


Рис. 5-15. Задатчики ручного управления ЗУ11-1, ЗУ11-5. Габаритные размеры.

#### Техническая характеристика

Шкала, % . . . . .	0—100
Цена деления шкалы, % . . . . .	1
Сопrotивление потенциометра, Ом:	
задатчика типа ЗУ11-1 . . . . .	25
задатчика типа ЗУ11-5 . . . . .	1500
Характер зависимости величины сопротивления потенциометра от угла поворота ручки управления . . . . .	Линейный
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

#### Пример формулировки заказа

Задатчик ручного управления ЗУ11-1.

Изготовитель—Завод тепловой автоматики, г. Москва.

#### Блок управления БУ-21

Блок управления (рис. 5-16) применяется в схемах автоматического регулирования и предназначен для перевода режима управления исполнительным механизмом с автоматического (А) на дистанционный (Р) или внешний (В); коммутации цепей ручного управления.

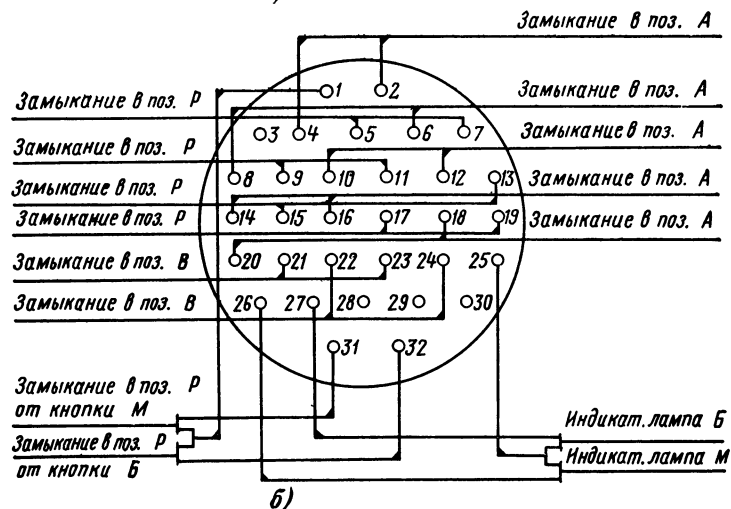
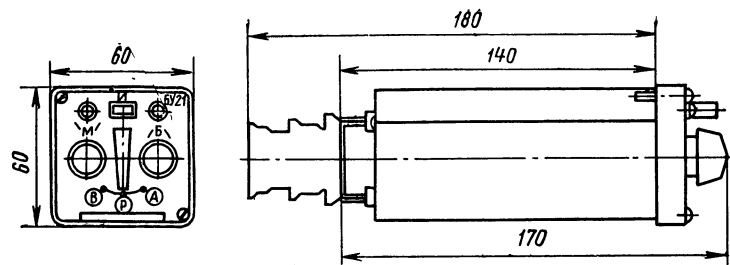


Рис. 5-16. Блок управления БУ-21.

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений.

#### Техническая характеристика

Допустимые нагрузки на контактах при постоянном или переменном токе напряжением 220 В, А . . . . .	0,6
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

#### Пример формулировки заказа

Блок управления типа БУ-21.

Изготовитель—Завод тепловой автоматики, г. Москва.

#### Индикатор положения унифицированный ИПУ

Индикатор положения (рис. 5-17) предназначен для применения в схемах автоматического регулирования и управления в ка-

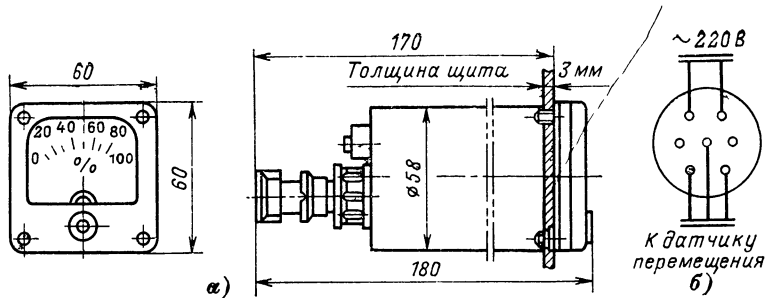


Рис. 5-17. Индикатор положения ИПУ.

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений.

честве элемента, обеспечивающего контроль положения исполнительного механизма, если последний снабжен индукционным, дифференциально-трансформаторным либо потенциометрическим датчиком перемещения.

#### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Шкала, % . . . . .	0—100
Цена деления шкалы, % . . . . .	5
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	6
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

#### Пример формулировки заказа

Индикатор положения унифицированный типа ИПУ.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

#### Источник питания ИП

Источник питания (рис. 5-18) предназначен для применения в схемах автоматического регулирования для питания датчика пе-

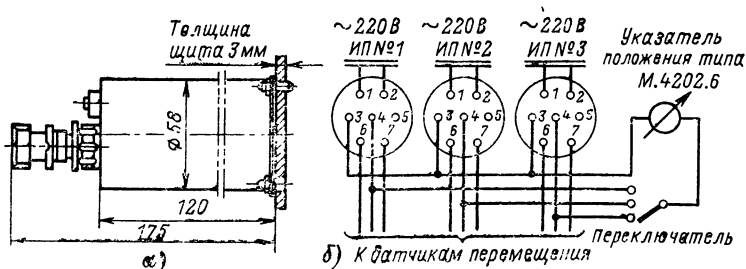


Рис. 5-18. Источник питания ИП.

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений трех ИП.

ремещения (индукционного, потенциометрического или дифференциально-трансформаторного) исполнительного механизма при использовании одного указывающего прибора для нескольких исполнительных механизмов в системе избирательного контроля за положением регулирующих органов. Работает в комплекте с приборами М4202.6.

#### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	6
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

#### Пример формулировки заказа

Источник питания типа ИП.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

#### Пост дистанционного управления ПДУ-64

Пост дистанционного управления (рис. 5-19) предназначен для применения в схемах дистанционного управления пусковым устройством исполнительного механизма.

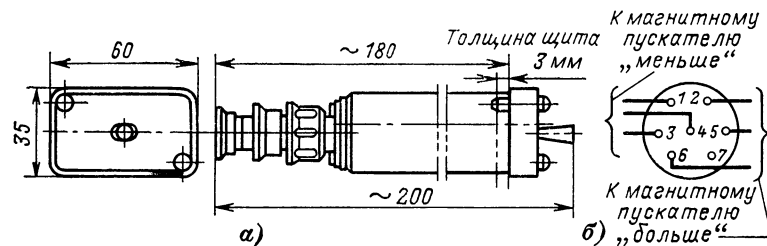


Рис. 5-19. Пост дистанционного управления ПДУ-64.

а — габаритные размеры; б — схема внешних соединений.

#### Техническая характеристика

Допустимые нагрузки на контактах, А:	
на постоянном токе напряжением 220 В . . . . .	0,15
на переменном токе напряжением 220 В . . . . .	0,2
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

#### Пример формулировки заказа

Пост дистанционного управления ПДУ-64.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

### Электромáгнитный стабилизатор напряжения С-0,16

Стабилизатор (рис. 5-20) предназначен для питания электронных регулирующих и корректирующих приборов.

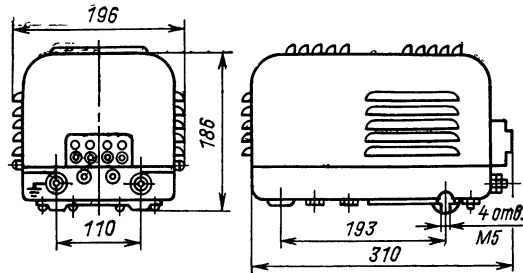


Рис. 5-20. Стабилизатор напряжения С-0,16.

#### Техническая характеристика

Питание переменным током частотой 50 Гц, В	127/220
Потребляемая мощность, кВА	0,16
Стабилизированное напряжение, В	220 ± 3
Температура окружающей среды, °С	От -10 до +35
Относительная влажность окружающей среды, %	До 70

#### Пример формулировки заказа

Электромáгнитный стабилизатор напряжения типа С-0,16.  
Изготовитель — Завод «Севкавэлектроприбор», г. Нальчик.

#### Указатель положения М-4202.6

Указатель положения (рис. 5-21) предназначен для дистанционного наблюдения за положением выходного вала исполнительного механизма.

Шкала прибора — 0—100%.

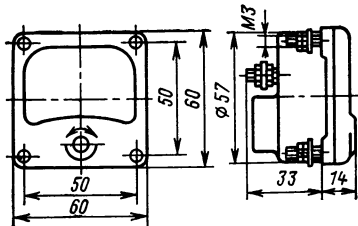


Рис. 5-21. Указатель положения М-4202.6.

#### Пример формулировки заказа

Указатель положения М-4202.6.  
Изготовитель — Завод электроизмерительных приборов, г. Чебоксары.

### Пускатель магнитный реверсивный с тормозным устройством ПМРТ-69

Пускатель (рис. 5-22) предназначен для применения в системах автоматического регулирования и дистанционного управления в качестве контактного пускового устройства исполнительных меха-

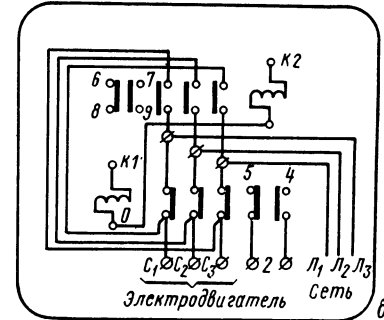
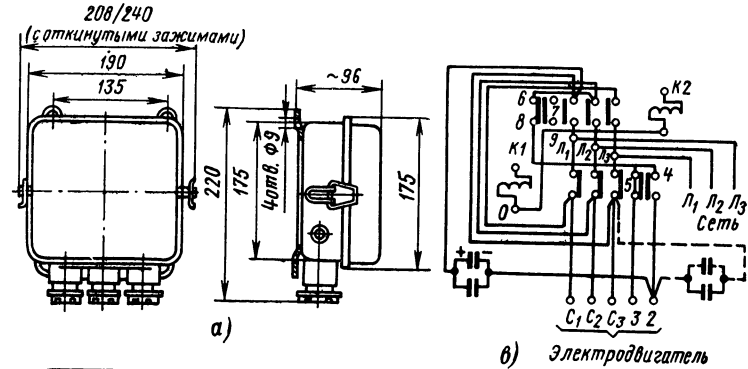


Рис. 5-22. Магнитный контактор МКР-0-58 и пускатель ПМРТ-69.

а — габаритные размеры; б — принципиальная электрическая схема МКР-0-58; 8 — то же ПМРТ-69-1 (пунктир — для ПМРТ-69-2).

низмов с асинхронным трехфазным электродвигателем с короткозамкнутым ротором. Пускатель обеспечивает включение, отключение и торможение двигателя исполнительного механизма после снятия напряжения управления.

#### Техническая характеристика

	ПМРТ-69-1	ПМРТ-69-2
Номинальная мощность управляемого электродвигателя, кВА	0,27	0,4; 1,0
Номинальная емкость тормоза, мкФ	60	120
Напряжение управления на втягивающих катушках, В:		
постоянного тока		24
переменного тока		220
Мощность управления, ВА		Не более 4
Номинальная величина коммутируемого трехфазного напряжения на силовых контактах, В		380/220

**Пример формулировки заказа**

Пускатель магнитный реверсивный с тормозным устройством типа ПМРТ-69-2.

Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

**Магнитный контактор реверсивный МКР-0-58**

Магнитный контактор (рис. 5-22) предназначен для управления электродвигателем электрического исполнительного механизма.

**Техническая характеристика**

Напряжение управления на втягивающих катушках, В:	
постоянного тока . . . . .	24
переменного тока . . . . .	220
Мощность управления, ВА . . . . .	Не более 5
Номинальная величина коммутируемого трехфазного напряжения на силовых контактах, В . . . . .	380/220

**Пример формулировки заказа**

Магнитный контактор типа МКР-0-58.  
Изготовитель — завод «Ильмарине», г. Таллин.

**Редукционный клапан РК-2**

Редукционный клапан типа РК-2 (рис. 5-23) применяется в системах автоматического регулирования для поддержания в заданных пределах давления воды, используемой для питания гидравлических исполнительных механизмов.

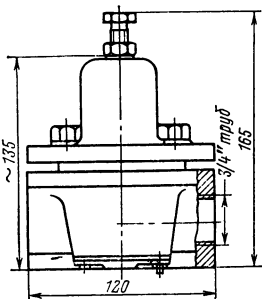


Рис. 5-23. Редукционный клапан РК-2.

Редукционный клапан поставляется комплектно с гидравлическим исполнительным механизмом. В случае поставки нескольких ГИМ в один адрес редукционный клапан поставляется из расчета 1 шт. на 3+4 исполнительных механизма.

**Техническая характеристика**

Диапазон настроек, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	От 0,1 до 0,2 (от 1 до 2)
Точность поддержания давления при изменении расхода воды на 200 л/ч, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	$\pm 0,02$ ( $\pm 0,2$ кгс/см <sup>2</sup> )

**Пример формулировки заказа**

Редукционный клапан РК-2.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

**Штанга малого редуктора ШРМ**

Штанга (рис. 5-24) предназначена для соединения выходного вала исполнительного механизма с регулирующим органом.

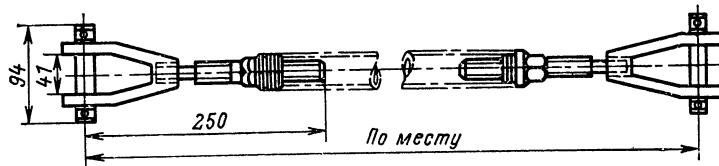


Рис. 5-24. Штанга редуктора малой модели ШРМ.

**Пример формулировки заказа**

Штанга редуктора малой модели ШРМ.  
Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

**5-5. Унифицированная система автоматического регулирования, управления и защиты микрокотлов АМК**

Предназначена для комплексной автоматизации паровых (паропроизводительностью  $D=0,2 \rightarrow 1,0$  т/ч) и водогрейных микрокотлов. Представляет собой комплект приборов и устройств, различные сочетания которых позволяют создавать схемы, способные решать задачи автоматизации микрокотлов для любой тепловой схемы и вида сжигаемого топлива.

Классификация системы АМК дана в табл. 5-8, а комплект поставки — в табл. 5-9.

**Техническая характеристика**

Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность (без трансформатора зажигания), ВА . . . . .	До 400
Мощность, потребляемая трансформатором зажигания, ВА . . . . .	До 100
Диапазон настроек времени срабатывания теплового реле времени, с . . . . .	От 25 до 40

## Классификация системы АМК

Модификация системы	Область применения	Выполняемые функции	Примечание
АМК-I-Г	<p>В схемах комплексной автоматизации паровых микрокотлов с естественной циркуляцией производимостью до 1,0 т/ч, работающих на газе низкого давления</p>	<p>Поддержание в заданных пределах давления пара и уровня воды в котле, пропорционирование подачи воздуха и величины разрежения в топке в соответствии с подачей газа; защита котлоагрегата при упуске воды, превышении допустимого значения давления пара и разрежения, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов</p>	<p>Возможно осуществление звуковой сигнализации при упуске уровня воды</p>
АМК-II-Г	<p>В схемах комплексной автоматизации паровых микрокотлов с естественной циркуляцией производимостью 0,2—0,4 т/ч, работающих на газе низкого давления</p>	<p>Поддержание в заданных пределах давления пара и уровня воды в котле, пропорционирование подачи воздуха в соответствии с подачей газа; защита котлоагрегата при упуске воды, превышении допустимого значения давления пара, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов</p>	<p>То же</p>
АМК-III-Г	<p>В схемах комплексной автоматизации паровых микрокотлов с принудительной циркуляцией производимостью 0,2—0,4 т/ч, работающих на газе низкого давления</p>	<p>Поддержание в заданных пределах давления пара и уровня воды в сепараторе котла, пропорционирование подачи воздуха в соответствии с подачей газа; защита котлоагрегата при упуске воды, прекращении циркуляции, превышении допустимого значения давления пара, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов</p>	<p>Возможно осуществление звуковой сигнализации при упуске уровня и прекращения циркуляции воды</p>
АМК-B-Г	<p>В схемах комплексной автоматизации водогрейных микрокотлов, используемых в качестве промежуточного теплоносителя воду и работающих на газе низкого давления</p>	<p>Управление процессом горения; защита котлоагрегата при упуске уровня греющей воды, увеличения температуры горячей воды выше заданного значения (по косвенному параметру — давлению пара в замкнутом паровом пространстве), прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов</p>	<p>Возможно осуществление звуковой сигнализации при упуске уровня греющей воды</p>

Модификация системы	Область применения	Выполняемые функции	Примечание
АМК-I-Ж	В схемах комплексной автоматизации паровых микрокотлов с естественной циркуляцией производительностью до 1,0 т/ч, работающих на жидком топливе	Поддержание в заданных пределах давления пара и уровня воды в котле, пропорционирование подачи воздуха и величины разрежения в топке в соответствии с подачей топлива, регулирование температуры жидкого топлива; защита котлоагрегата при упуске воды, превышении допустимого значения давления пара и разрежения, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, понижении давления топлива, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов	Возможно осуществление звуковой сигнализации при упуске уровня воды
АМК-II-Ж	В схемах комплексной автоматизации паровых микрокотлов с естественной циркуляцией производительностью 0,2—0,4 т/ч, работающих на жидком топливе	Поддержание в заданных пределах давления пара и уровня воды в котле, пропорционирование подачи воздуха, регулирование температуры жидкого топлива; защита котлоагрегата при упуске воды, превышении допустимого значения давления пара, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, понижении давления топлива, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов	То же
АМК-III-Ж	В схемах комплексной автоматизации паровых микрокотлов с принудительной циркуляцией, производительностью 0,2—0,4 т/ч, работающих на жидком топливе	Поддержание в заданных пределах давления пара и уровня воды в сепараторе котла, пропорционирование подачи воздуха в соответствии с подачей топлива, регулирование температуры жидкого топлива; защита котлоагрегата при упуске воды, прекращении циркуляции, превышении допустимого значения давления пара, прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, понижении давления топлива, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов	Возможно осуществление звуковой сигнализации при упуске уровня и прекращении циркуляции воды
АМК-В-Ж	В схемах комплексной автоматизации водогрейных микрокотлов, используемых в качестве промежуточного теплоносителя воду и работающих на жидком топливе	Управление процессом горения; регулирование температуры жидкого топлива; защита котлоагрегата при упуске уровня греющей воды, увеличения температуры воды выше заданного значения (по косвенному параметру—давлению пара в замкнутом паровом пространстве), прекращении подачи воздуха, погасании пламени горелки, понижении давления топлива, прекращении подачи электроэнергии; полуавтоматический пуск и останов котлоагрегата; световая сигнализация о нормальной работе котла и наступлении аварийных режимов	Возможно осуществление звуковой сигнализации при упуске уровня и прекращении циркуляции греющей воды

Наименование прибора	Модификация системы АМК							
	АМК-I-Г	АМК-II-Г	АМК-III-Г	АМК-IV-Г	АМК-I-Ж	АМК-II-Ж	АМК-III-Ж	АМК-IV-Ж
Блок управления модернизированный БУ-М . . . . .	1	1	1	1	1	1	1	1
Датчик-реле давления ДД-10-20К . . . . .	1	1	1	—	1	1	1	—
Клапан К-70 . . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—
Клапан К-40 . . . . .	1	1	1	1	—	—	—	—
Клапан К-20 . . . . .	—	1	1	—	—	—	—	—
Трансформатор зажигания типа ТЗ-2 . . . . .	1	1	1	1	2	2	2	2
Электромагнитный исполнительный механизм ЭИМ . . . . .	3	2	2	—	3	2	2	—
Фотоэлектрический датчик ФД	—	—	—	—	1	1	1	1
Блок соленоидов модернизированный БС-М . . . . .	1	1	1	1	—	—	—	—
Колонка урвнмерная УК:								
I исполнения . . . . .	1	1	—	—	1	1	—	—
II исполнения . . . . .	—	—	1	—	—	—	1	—
Исполнительный механизм термостата ИМТ . . . . .	—	—	1	—	—	—	1	—
Датчик аварийного уровня ДАУ	—	—	—	1	—	—	—	1
Датчик-реле ДН-250-10К, пределы измерения 250—2500 Па (25—250 кгс/м <sup>2</sup> ) . . . . .	1	1	1	1	1	1	1	1
Реле давления РД-12,1 исполнения, пределы измерения от 40 до 300 кПа (от 300 мм рт. ст. до 3 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	—	—	—	1	—	—	—	1
То же, пределы измерения от 0,5 до 2 МПа (от 5 до 20 кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	—	—	—	—	1	1	1	1
Комбинированное реле КРД-1 (КРД-2) с уставкой температуры 100—105°С . . . . .	—	—	—	—	1	1	1	1
Датчик-реле ДНТ-100, пределы измерения 100—1000 Па (10—100 кгс/м <sup>2</sup> ) . . . . .	1	—	—	—	1	—	—	—

Диапазон настроек срабатываний:

датчика давления пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	От 0,3 до 1,0 (от 3 до 10)
датчика давления жидкого топлива, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	От 0,5 до 2,0 (от 5 до 20)
датчика давления пара в паровом пространстве водогрейного котла, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	От 0,04 до 0,3 (от 0,4 до 3,0)
датчика давления воздуха, Па (мм вод. ст.) . . . . .	От 0 до 1000 (от 0 до 100)
датчика разрежения в топке, Па (мм вод. ст.) . . . . .	От —100 до 0 (от —10 до 0)
датчика температуры жидкого топлива, °С . . . . .	От 30 до 105
Точность поддержания давления пара, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	От 20 до 40 (от 0,2 до 0,4)
Точность поддержания уровня, мм . . . . .	±15—±90
Давление топлива:	
жидкого, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) . . . . .	От 160 до 200 (от 16 до 20)
газообразного, Па (мм вод. ст.) . . . . .	От 800 до 2000 (от 80 до 200)
Тянущее усилие электромагнитного исполнительного механизма, кгс·м . . . . .	До 2
Максимальный ход сердечника электромагнитного исполнительного механизма, мм . . . . .	20
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

Блок управления БУ-М

Блок управления (рис. 5-25) предназначен для непосредственного управления работой котла и регулирования его параметров, осуществляемых с помощью импульсов от приборов-датчиков. Выходные сигналы блока управляют всеми регулирующими органами системы, а также электродвигателями питательного насоса и вентилятора. Кроме того, в блоке смонтированы схема пуска системы, сигнальные лампы и звонок аварийной сигнализации.

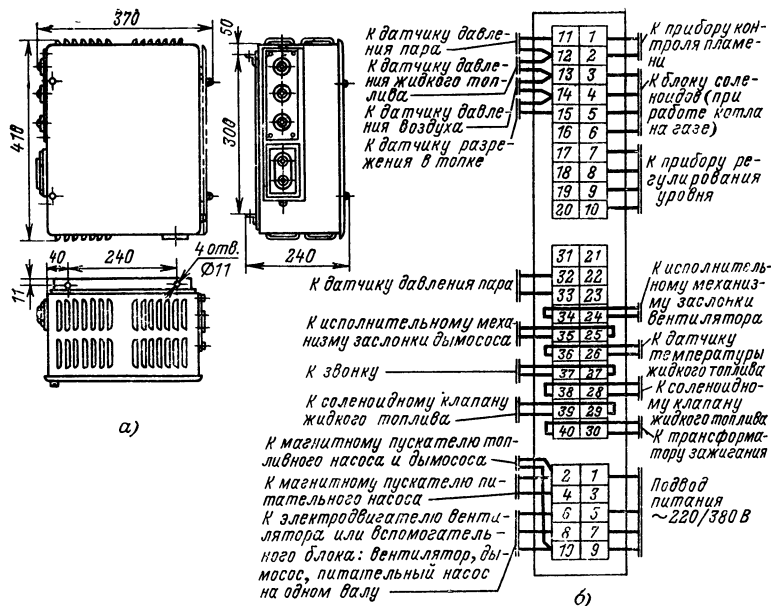


Рис. 5-25. Блок управления БУ-М.

а — габаритные и присоединительные размеры; б — схема внешних соединений.

### Датчик-реле давления ДД-10-20К

Датчик-реле (рис. 5-26) предназначен для аварийного останова котла при превышении допустимого значения давления пара.

### Клапаны газовые К-70, К-40, К-20

Клапаны К-70 и К-40 (рис. 5-27) обеспечивают «большое» горение — 100% нагрузки котлоагрегата паропроизводительностью соответственно 1,0 и 0,2—0,4 т/ч.

Клапаны К-40 и К-20 обеспечивают «малое» горение — 40% нагрузки котлоагрегата паропроизводительностью соответственно 1,0 и 0,2—0,4 т/ч.

Типоразмеры клапанов даны в табл. 5-10.

Таблица 5-10

### Типоразмеры клапанов газовых

Тип клапана	мм			
	А	Б	В	Г
К-20	63	164	114	3/4" труб
К-40	60	230	180	1 1/2" труб
К-70	134	320	272	2 1/2" труб

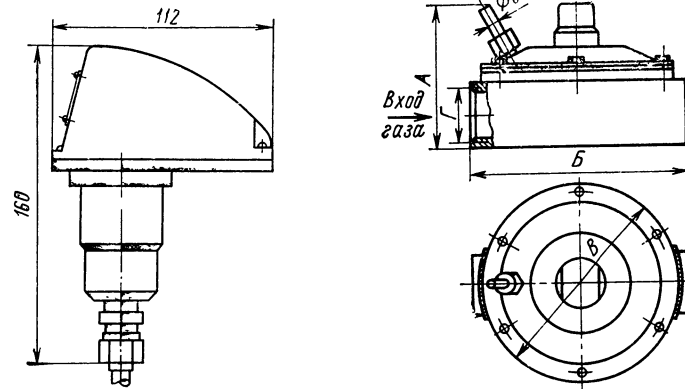


Рис. 5-26. Датчик-реле давления ДД-10-20К.

Рис. 5-27. Клапаны газовые К-70 (К-40; К-20).

### Блок соленоидов модернизированный БС-М

Блок соленоидов (рис. 5-28) предназначен для подачи газа к запальнику и управления газовыми клапанами «большого» и «малого» горения.

### Трансформатор зажигания ТЗ-2

Трансформатор (рис. 5-29) предназначен для воспламенения посредством искры топлива запальника.

### Электромагнитный исполнительный механизм ЭИМ

Исполнительный механизм (рис. 5-30) предназначен для воздействия на заслонку вентилятора, заслонку дымососа и на клапан перепуска масла в системе гидравлического привода питательного насоса.

### Фотоэлектрический датчик пламени ФД

Датчик пламени (рис. 5-31) предназначен для контроля наличия пламени форсунки при работе котла на жидком топливе.

### Исполнительный механизм термостата ИМТ

Исполнительный механизм (рис. 5-32) предназначен для аварийного останова котла при прекращении циркуляции воды в котлах с принудительной циркуляцией.

### Колонка уравнивающая УК

Колонка (рис. 5-33) применяется в качестве первичного прибора в схеме регулирования уровня и защиты котлоагрегата припуске воды. Длина электродов, являющихся чувствительными эле-

Ментами колонки, с помощью стержней может изменяться. В зависимости от этого колонки могут быть двух исполнений.

Типоразмеры колонок даны в табл. 5-11.

Типоразмеры колонок УК

Тип колонки	А	Б	В	Г
УК-1	115	30	60	313
УК-2	285	180	230	483

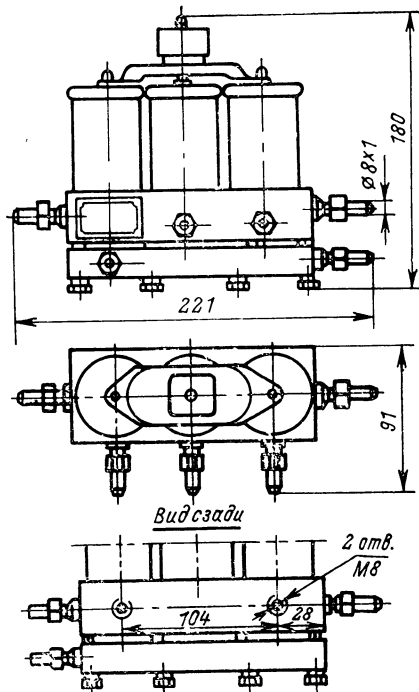


Рис. 5-28. Блок соленоидов БС-М.

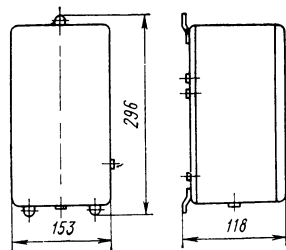


Рис. 5-29. Трансформатор зажигания ТЗ-2.

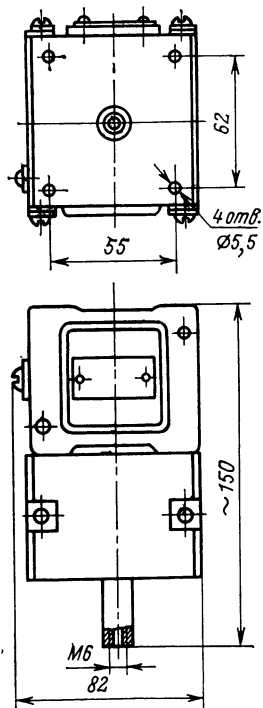


Рис. 5-30. Электромагнитный исполнительный механизм ЭИМ.

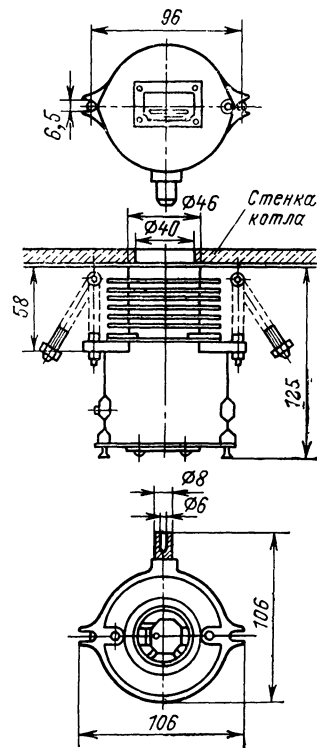


Рис. 5-31. Фотоэлектрический датчик пламени ФД.

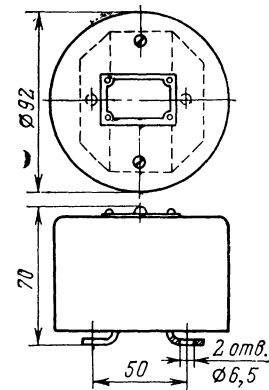


Рис. 5-32. Исполнительный механизм термостата ИМТ.

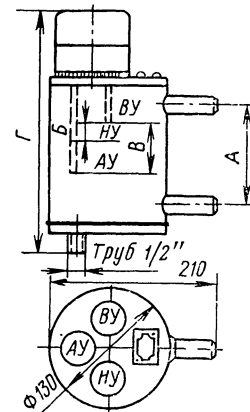


Рис. 5-33. Колонка уровнемерная УК.

### Реле давления РД-12 (исполнение I)

Реле давления (рис. 5-34) применяется как прибор защиты при повышении температуры горячей воды в водогрейном котле (по косвенному параметру — давлению пара), а также при понижении давления жидкого топлива.

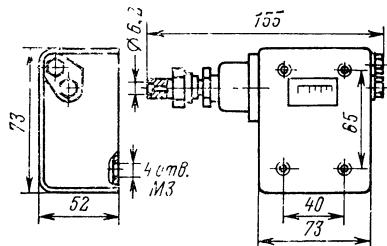


Рис. 5-34. Реле давления РД-12.

В случае применения реле РД-12 в качестве прибора защиты от повышения температуры горячей воды по косвенному параметру — давлению пара применяется реле с диапазоном измерений от 40 до 300 кПа (от 300 мм рт. ст. до 3 кгс/см<sup>2</sup>).

При применении реле РД-12 в качестве прибора защиты при понижении давления жидкого топлива применяется реле с диапазоном измерения от 0,5 до 2,0 МПа (от 5 до 20 кгс/см<sup>2</sup>).

### Реле давления РД-8-Т (исполнение II)

Реле давления (рис. 5-35) может применяться вместо датчика-реле давления ДД-10-20К. В этом случае вместо одного датчика ДД-10-20К следует применять два реле РД-8-Т.

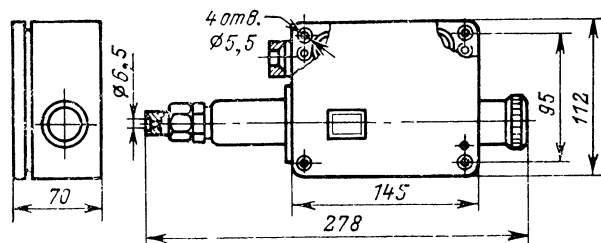


Рис. 5-35. Реле давления РД-8-Т.

### Комбинированные реле КРД-1 и КРД-2

Комбинированные реле (рис. 5-36) применяются для регулирования температуры жидкого топлива. Поскольку указанные реле комплектуются двумя чувствительными элементами — температуры

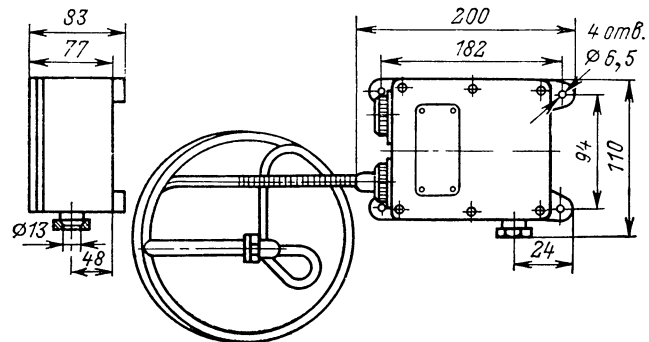


Рис. 5-36. Комбинированное реле КРД-1 (КРД-2).

и давления, чувствительный элемент давления не используется. В некоторых случаях реле КРД-1 и КРД-2 можно использовать на водогрейных котлах вместо реле РД-12.

### Датчик аварийного уровня ДАУ

Датчик (рис. 5-37) применяется в схеме защиты водогрейного котла (с водой в качестве промежуточного теплоносителя) при снижении уровня греющей воды ниже допустимого.

### Датчик-реле напора ДН-250-10К

Датчик-реле (рис. 5-38) предназначен для аварийного останова котла при прекращении подачи воздуха вентилятором.

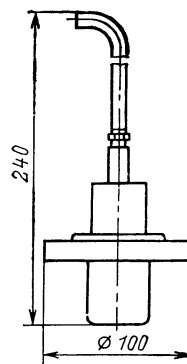


Рис. 5-37. Датчик аварийного уровня ДАУ.

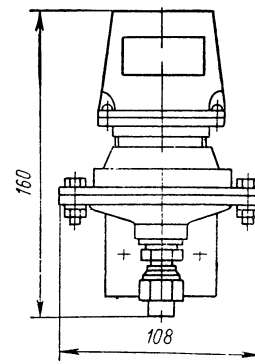


Рис. 5-38. Датчик-реле напора ДН-250-10К.

### Пример формулировки заказа

Система автоматики АМК-В-Ж для водогрейного котла, использующего в качестве промежуточного теплоносителя воду.  
Изготовитель — завод «Теплоприбор», г. Улан-Удэ.

### 5.6. Устройство управляющее КУРС-101

Устройство (рис. 5-40) предназначено для применения в схемах автоматизации пароводогрейных котлов, сжигающих газообразное или жидкое топливо, устанавливаемых в тепличных хозяйствах.

Устройство работает в комплекте со следующими элементами: контактными датчиками общепромышленного назначения, например ДД-6, ДН-1000, КР-4 и т. п.;

ионизационным датчиком контроля газового пламени запальника, например ЗЗУ;

фотоэлектрическим датчиком контроля факела горелки, например ФСА-Г2;

катушкой зажигания Б-1;

механизмом электрическим однооборотным МЭО;

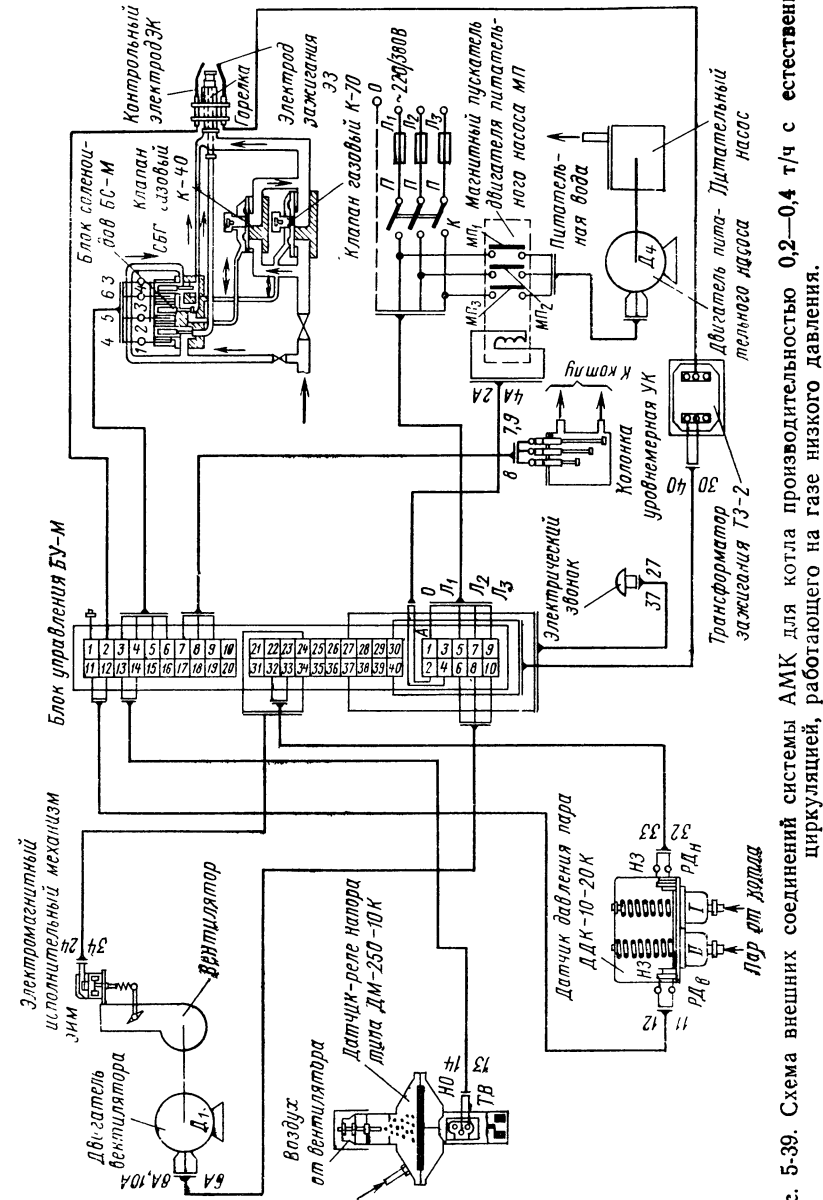


Рис. 5-39. Схема внешней системы АМК для котла производительностью 0,2—0,4 т/ч с естественной циркуляцией, работающего на газе низкого давления.

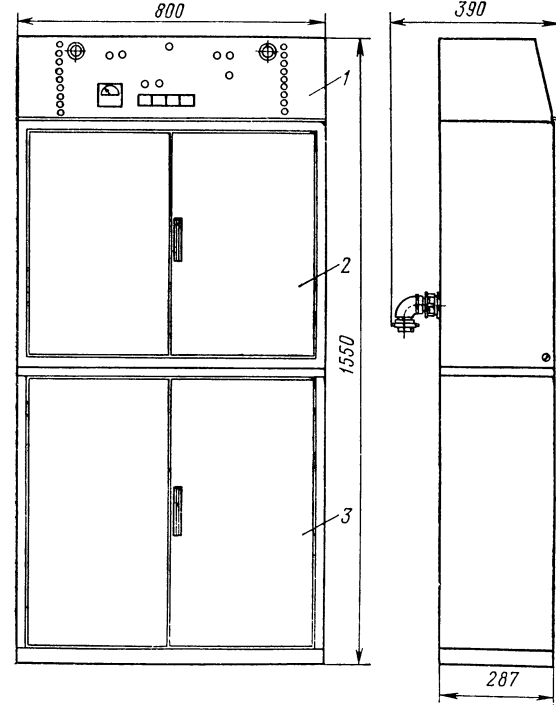


Рис. 5-40. Устройство управляющее КУРС-101.

1 — панель управления и сигнализации; 2 — шкаф функциональных и логических блоков, 3 — шкаф магнитных пускателей.

исполнительными механизмами электромагнитными (магнитными пускателями, клапанами-отсекателями).

Устройство в комплекте с перечисленными элементами обеспечивает следующие функции:

- автоматический пуск и останов котла;
- предварительную вентиляцию топки;
- автоматический розжиг горелочного устройства;
- необходимые блокировки в пусковой период;
- позиционное автоматическое регулирование нагрузки котла;
- защиту котла при аварийных ситуациях;
- рабочую и аварийную световую сигнализацию;
- запоминание первопричины аварии;
- формирование сигнала аварии на диспетчерский пункт.

Аварийная сигнализация устройства позволяет фиксировать следующие причины аварийного состояния котлоагрегата:

- понижение уровня воды в котле или в деаэраторе (при водогрейном режиме);
- повышение уровня воды в котле;
- повышение давления газа перед регулирующим органом;
- понижение температуры жидкого топлива перед котлом;
- понижение давления топлива перед клапаном-отсекателем;
- понижение давления первичного воздуха;
- понижение давления вторичного воздуха;
- понижение давления газа перед горелкой;
- погасание пламени запальника;
- погасание факела горелки;
- отсутствие закрытия клапанов-отсекателей.

#### Техническая характеристика

питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	От 30 до 80
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	Не более 22 0

#### Пример формулировки заказа

Устройство управляющее КУРС-101.

Изготовитель — Завод тепловой автоматики, г. Москва.

### 5-7. Система автоматизации отопительных котельных АМКО

Система предназначена для автоматического регулирования основных теплотехнических процессов как всей котельной, так и отдельных котлоагрегатов. Приборы и устройства системы АМКО применяются для автоматизации котельных, оборудованных паровыми и водогрейными чугунными секционными котлами типа «Универсал», «Энергия», АВ-2 и др., работающими на газе и жидком топливе.

Система предусматривает полуавтоматический пуск котлоагрегата, поддержание в заданных пределах (только при работе на газе) давления пара в общей паровой магистрали котельной либо соотношении температур горячей воды на выходе из котельной и температуры наружного воздуха по отопительному графику (либо только температуры горячей воды при работе котельной на горячее

водоснабжение), уровня воды в котле, напора воздуха перед котлом и разрежения в топке в соответствии с подачей топлива, температуры жидкого топлива перед котлом, защиту котлоагрегатов (при работе на газе и жидком топливе) при следующих аварийных режимах:

- повышении температуры воды за котлом (водогрейный котел) или давления пара в паросборнике (паровой котел) выше допустимого предела;
  - уменьшении разрежения в топке;
  - повышении и понижении давления воды за котлом (водогрейный котел) или уровня воды в паросборнике (паровой котел) сверх допустимого значения;
  - уменьшении напора воздуха перед котлом (при наличии дутьевого вентилятора);
  - повышении температуры жидкого топлива перед котлом;
  - погасании факела горелки;
  - исчезновении напряжения в цепях автоматики.
- Система фиксирует первопричину аварии и подает обезличенный сигнал на диспетчерский пункт.

Модификации и комплектность системы в зависимости от типа котла и вида сжигаемого топлива приведены в табл. 5-12.

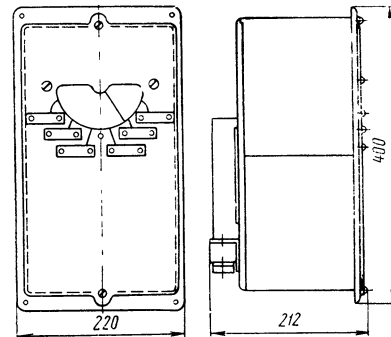


Рис. 5-41. Габаритные и присоединительные размеры позиционного регулирующего прибора ПП.

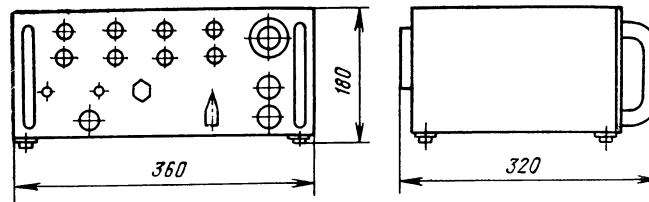


Рис. 5-42. Габаритные и присоединительные размеры блока управления, розжига и сигнализации БУРС-1

## Модификации и комплектность системы АМКО

Наименование прибора и устройства	АМКО-ОК-I	АМКО-ОК-II	АМКО-К-I	АМКО-К-II	АМКО-К-III	АМКО-К-IV	АМКО-К-V	АМКО-К-VI
	Для котельных с водогрейными котлами (газ, жидкое топливо)	Для котельных с паровыми котлами (газ, жидкое топливо)	Для водогрейных котлов (газ, жидкое топливо)	Для водогрейных котлов (газ среднего давления)	Для водогрейных котлов (жидкое топливо)	Для парового котла (газ низкого давления)	Для парового котла (газ среднего давления)	Для парового котла (жидкое топливо)
Позиционный регулирующий прибор ПРИ (рис. 5-41)	1	—	—	—	—	—	—	—
Термометр сопротивления	2	—	—	—	—	—	—	—
Блок управления, разжиг и сигнализации БУРС-1 (рис. 5-42)	—	—	1	1	1	1	1	1
Электрозапальник газовый ЭЗ	—	—	1	1	1	1	1	1
Катушка зажигания Б-1	—	—	—	—	—	—	—	—
Электромагнитный исполнительный механизм ЭИМ	—	—	2	1	3	3	2	4
Фотодатчик ФД	—	—	—	—	1	—	—	1
Датчик-реле напора и тяги ДНТ-100	—	—	2	1	2	2	1	2
Контрольный электрод КЭ	—	—	1	1	—	1	1	—

## Продолжение табл. 5-12

Наименование прибора и устройства	АМКО-ОК-I	АМКО-ОК-II	АМКО-К-I	АМКО-К-II	АМКО-К-III	АМКО-К-IV	АМКО-К-V	АМКО-К-VI
	Для котельных с водогрейными котлами (газ, жидкое топливо)	Для котельных с паровыми котлами (газ, жидкое топливо)	Для водогрейных котлов (газ низкого давления)	Для водогрейных котлов (газ среднего давления)	Для водогрейных котлов (жидкое топливо)	Для парового котла (газ низкого давления)	Для парового котла (газ среднего давления)	Для парового котла (жидкое топливо)
Колонка равномерная УК-4	—	—	—	—	—	—	—	—
Клапан газовый КГ-10	—	—	1	1	—	—	—	—
Клапан газовый КГ-20	—	—	—	1	—	—	—	—
Клапан газовый КГ-40	—	—	1	1	—	—	—	—
Клапан газовый КГ-70	—	—	1	—	—	—	—	—
Реле давления РД-12, 1 исполнение, от 40 до 300 кПа (от 300 мм рт. ст. до 3 кгс/см <sup>2</sup> )	—	—	1	1	1	2	2	2
Реле давления РД-12, 1 исполнение, до 0,8 МПа (до 8 кгс/см <sup>2</sup> )	—	—	1	1	1	—	—	—
Терморегулирующее устройство дилатометрическое ТУДЭ-11 от 30 до 60°С	—	—	2	2	3	—	—	2

Примечания: 1. Электромагнитный исполнительный механизм типа ЭИМ поставляется только по требованию заказчика.  
2. Допускается замена терморегулирующего устройства ТУДЭ-11 комбинированным реле (с элементами температуры) типа КР-1 (КР-2) по описанию завода Тартусского приборостроительного завода.

**Техническая характеристика системы АМКО**

Точность поддержания давления пара, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	70±8 (0,7±0,08)
Точность поддержания температуры воды, °С . . . . .	95±3 или 115±3
Точность поддержания уровня воды, мм . . . . .	от 20 до 60
Точность поддержания температуры жидкого топлива, °С . . . . .	100±5
Точность поддержания разрежения, Па (кгс/м <sup>2</sup> )	20±5 (2±0,5)
Тянущее усилие электромагнитного исполнительного механизма типа ЭИМ, кгс·м . . . . .	До 2
Длина контрольного электрода типа КЭ, мм:	
I исполнение . . . . .	490
II исполнение . . . . .	690
III исполнение . . . . .	950
IV исполнение . . . . .	1200
Длина электрозапальника газового типа ЭЗ, мм:	
I исполнение . . . . .	500
II исполнение . . . . .	800
III исполнение . . . . .	1400
IV исполнение . . . . .	2000
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность, ВА . . . . .	500
Температура окружающей среды, °С . . . . .	От 5 до 50
Относительная влажность окружающей среды, % . . . . .	До 80

**Пример формулировки заказа**

Приборы и устройства АМКО-К-1 котловые для водогрейного котла, работающего на газе низкого давления комплектно с электромагнитным исполнительным механизмом, электрозапальником газовым и контрольным электродом II исполнения.

Изготовитель — приборостроительный завод «Старорусс-прибор», г. Старая Русса.

**6-1. Регулирующая арматура**

**Расчет регулирующих органов**

Изменение расхода регулируемой среды, необходимое при решении задач автоматического регулирования, осуществляется регулирующими органами (исполнительными устройствами)

В схемах автоматического регулирования в котельных в качестве регулирующих органов применяются направляющие аппараты дымососов и вентиляторов, поворотные заслонки, регулирующие вентили и клапаны. Расчет направляющих аппаратов проектными организациями не производится, а их характеристики указываются в паспортах заводами-изготовителями.

Расчет регулирующих клапанов, вентилях и поворотных заслонок производится проектной организацией, так как только данные расчетов позволяют правильно выбрать регулирующие органы

Изменение количества среды, проходящей через регулирующий орган, осуществляется дросселированием — изменением его проходного сечения. Максимальное проходное сечение регулирующего органа, т. е. сечение при полном ходе его дросселирующего органа (затвора), должно обеспечить пропуск заданного максимального количества регулируемой среды.

Выбор регулирующих органов в проектах котельных установок следует производить, учитывая возможность возникновения кавитации. В то же время необходимо предусмотреть перепад давления на регулирующем органе, составляющий не менее 30% суммарных потерь давления на регулируемом участке.

Суммарные потери давления на регулируемом участке  $\Delta p_c$  определяются по формуле

$$\Delta p_c = p_0 - p_k \pm z\rho,$$

где  $p_0$  — абсолютное давление среды в начале регулируемого участка, кгс/см<sup>2</sup>;  $p_k$  — абсолютное давление среды в конце регулируемого участка, кгс/см<sup>2</sup>;  $z$  — разность уровней точек начала и конца регулируемого участка, мм;  $\rho$  — плотность среды в рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>. Величину  $z\rho$  принимают со знаком плюс, если источник напора расположен на верхней отметке трубопровода, и минус, если на нижней отметке.

Соответствующим подбором регулирующего органа и перепада давления на нем следует добиваться его работы в бескавитационном режиме. Допускается работа регулирующего органа в кавитационном режиме, но в таком диапазоне перепада давлений, при

котором перемещение затвора регулирующего органа все еще со-  
здает изменение расхода среды.

Критерием работы регулирующего органа в бескавитационном  
режиме является зависимость

$$\Delta p_{\text{мин}} \leq \Delta p_{\text{кав}},$$

где  $\Delta p_{\text{кав}}$  — перепад давления на регулирующем органе, при ко-  
тором возникает кавитация;  $\Delta p_{\text{мин}}$  — перепад давления на регули-  
рующем органе, соответствующий максимальному расходу среды,  
кгс/см<sup>2</sup>:

$$\Delta p_{\text{мин}} = p_1 - p_2;$$

здесь  $p_1$  — абсолютное давление среды при максимальном расходе  
до регулирующего органа, кгс/см<sup>2</sup>;  $p_2$  — абсолютное давление сре-  
ды при максимальном расходе за регулирующим органом, кгс/см<sup>2</sup>.

Критерием работы регулирующего органа в режиме допустимой  
кавитации является зависимость

$$\Delta p_{\text{мин}} \leq \Delta p_{\text{кав макс}},$$

где  $\Delta p_{\text{кав макс}}$  — максимальный перепад давления на регулирующем  
органе, при котором прекращается приток расхода в условиях ка-  
витации.

С учетом изложенного предлагается следующий порядок расче-  
та и выбора регулирующего органа.

1. Определяется перепад давления на регулирующем органе  
при расчетном расходе среды и величина  $0,3\Delta p_c$ :

$$\Delta p_{\text{мин}} = p_1 - p_2; 0,3\Delta p_c = 0,3(p_0 - p_k \pm z p).$$

2. Определяется пропускная способность регулирующего  
органа:

для жидкости

$$K_{V_{\text{макс}}} = 10^2 Q_{\text{макс}} V \sqrt{\rho / \Delta p_{\text{мин}}}; \quad (1)$$

для газа

$$K_{V_{\text{макс}}} = \frac{G_{\text{макс}}}{105 B \sqrt{\Delta p_{\text{мин}} \rho}}; \quad (2)$$

для пара при докритическом режиме течения, когда  $\Delta p_{\text{мин}} <$   
 $< \Delta p_{\text{кр}}$ ,

$$K_{V_{\text{макс}}} = \frac{G_{\text{макс}}}{33} \sqrt{\frac{V_2}{\Delta p_{\text{мин}}}}; \quad (3)$$

для пара при критическом течении, когда  $\Delta p_{\text{мин}} \geq \Delta p_{\text{кр}}$ ,

$$K_{V_{\text{макс}}} = \frac{G_{\text{макс}}}{23,4} \sqrt{V_1 / p_1}. \quad (4)$$

где  $K_{V_{\text{макс}}}$  — величина, численно равная расходу среды с плотностью  
1000 кг/м<sup>3</sup>, пропускаемой регулирующим органом при перепаде на нем  
0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>);  $K_{V_{\text{макс}}}$  — пропускная способность, соответст-

вующая максимальному расходу среды, м<sup>3</sup>/ч;  $G_{\text{макс}}$  — максималь-  
ный массовый расход среды, кгс/ч;  $Q_{\text{макс}}$  — максимальный объем-  
ный расход среды, м<sup>3</sup>/ч;  $V_1$  — предельный объем пара при рабо-

чих условиях, м<sup>3</sup>/кгс;  $B$  — коэффициент, определяемый в зависи-  
мости от показателя адиабаты  $x$  и  $\beta = p_2 / p_1$ ;  $\eta$  — коэффициент за-  
паса ( $1,2 \leq \eta \leq 2$ ).

3. Находится значение условной пропускной способности  
 $K'_{V_y}$  — номинальное значение величины пропускной способности  
регулирующего органа при его полном открытии, отвечающей  
условию

$$1,2 K_{V_{\text{макс}}} \leq K'_{V_y} \leq 2 K_{V_{\text{макс}}}. \quad (5)$$

4. По данным заводов-изготовителей выбирается регулирующий  
орган с пропускной способностью  $K_{V_y}$ , ближайшей к  $K'_{V_y}$ . Подсчи-  
тывается коэффициент сопротивления  $\zeta = 25,4 F_y^2 / K_{V_y}^2$ , где  $F_y$  —  
площадь сечения входного патрубка регулирующего органа, мм<sup>2</sup>.

Затем по графикам находятся  $K_C$  и  $K_{C_{\text{макс}}}$ :  $K_C$  — коэффициент  
кавитации регулирующего органа;  $K_{C_{\text{макс}}}$  — коэффициент кавитации  
регулирующего органа, соответствующий  $Q_{\text{макс}}$  ( $G_{\text{макс}}$ ).

5. Определяется перепад давления на предварительно выбран-  
ном регулирующем органе, при котором возникает кавитация:

$$\Delta p_{\text{кав}} = K_C (p_1 - p_n),$$

где  $p_n$  — давление насыщенных паров, кгс/см<sup>2</sup>.

6. Если  $\Delta p_{\text{мин}} \leq \Delta p_{\text{кав}}$ , принимается предварительно выбранный  
регулирующий орган.

7. Если выполняется условие

$$\Delta p_{\text{мин}} > \Delta p_{\text{кав}} \geq 0,3\Delta p_c \quad (6)$$

то приняв  $\Delta p_{\text{мин}} = \Delta p_{\text{кав}}$ , вновь определяют максимальную пропуск-  
ную способность по формулам (1) — (4) с заменой в них величины  
 $\Delta p_{\text{мин}}$  на  $\Delta p_{\text{кав}}$ .

При выполнении условия (5) принимается предварительно вы-  
бранный регулирующий орган, но после его ставится дроссельная  
шайба на перепад давления  $\Delta p_{\text{ш}} = \Delta p_{\text{мин}} - \Delta p_{\text{кав}}$ .

Тогда давление после регулирующего органа

$$p_2 = p_1 - \Delta p_{\text{кав}},$$

перепад на регулирующем органе

$$p_{\text{мин}} = p_1 - p_2.$$

8. Если при выполнении условия (6) условие (5) не выполняется,  
то предварительно принимается регулирующий орган с условной про-  
пускной способностью  $K'_{V_y}$ , которая больше на один порядок, чем  
 $K_{V_y}$ , и производится проверка его на кавитацию.

9. Если  $\Delta p_{\text{мин}} > \Delta p_{\text{кав}} < 0,3 p_c$ , то определяется  $\Delta p_{\text{кав макс}} =$   
 $= K_{C_{\text{макс}}} (p_1 - p_n)$ . Приняв  $\Delta p'_{\text{мин}} = p_{\text{кав макс}}$ , вновь определяют  
 $K''_{V_{\text{макс}}}$  по формулам (1) — (4), после чего выбирают регулирующий  
орган с условной пропускной способностью  $K''_{V_y}$ , удовлетворяющей  
условию (5).

Для выбранного регулирующего органа находим  $K'_{C_{\max}}$  и определяем  $\Delta p'_{\text{каз. макс}} = K'_{C_{\max}} (p_1 - p_n)$  (если  $K'_{C_{\max}} = K_{C_{\max}}$ , то  $\Delta p'_{\text{каз. макс}} = \Delta p_{\text{каз. макс}}$ ). После выбранного регулирующего органа ставится дроссельная шайба на перепад давления

$$\Delta p_{\text{ш}} = \Delta p_{\text{мин}} - \Delta p'_{\text{каз макс.}}$$

При расчете и выборе регулирующего органа на потоке мазута порядок и ход расчета остаются такими же, но дополнительно необходимо после предварительного выбора регулирующего органа определить значение требуемой пропускной способности с учетом влияния вязкости мазута:

$$K_{V_n} = \psi K_{V_{\max}}$$

где  $\psi$  — коэффициент, учитывающий влияние вязкости.

Выбранный регулирующий орган обеспечит расчетный расход, если

$$K'_{V_y} \geq \gamma K_{V_n}$$

Число Рейнольдса определяется по одной из следующих формул:

$$Re = 3530 \frac{Q_{\max}}{\nu D_y}; \quad Re = 36 \frac{10^4 Q_{\max} \rho}{\mu D_y}$$

где  $\nu$  — коэффициент кинематической вязкости при рабочей температуре,  $\text{см}^2/\text{с}$ ;  $\mu$  — коэффициент динамической вязкости при рабочей температуре,  $\text{кгс}/\text{м}^2$ ;  $D_y$  — условный проход регулирующего органа, мм.

Пример расчета. Выбрать регулирующий орган для мазутапровода котла ДЕ.

Дано:  $G_{\max} = 2100$  кгс/ч;  $t = 100^\circ\text{C}$ ;

$$p_1 = 20 \text{ кгс}/\text{см}^2; \rho = 10^{-4} \text{ кг}/\text{м}^3;$$

$$p_2 = 15 \text{ кгс}/\text{см}^2; \mu = 0,7 \text{ кгс}\cdot\text{с}/\text{м}^2;$$

$$p_0 = 22 \text{ кгс}/\text{см}^2; z = 1000 \text{ мм};$$

$$p_k = 7 \text{ кгс}/\text{см}^2.$$

Источник напора расположен сверху.

Решение. 1.  $\Delta p_{\text{мин}} = p_1 - p_2 = 20 - 15 = 5$  кгс/см<sup>2</sup>;

$$0,3\Delta p_c = 0,3(p_0 - p_k + z\rho) = 0,3(22 - 7 + 1000 \cdot 10^{-4}) = 4,53 \text{ кгс}/\text{см}^2.$$

$$2. K_{V_{\max}} = \frac{G_{\max}}{10^5 \sqrt{\Delta p_{\text{мин}}}} = \frac{2100}{10^5 \sqrt{5 \cdot 10^{-4}}} = 0,94 \text{ м}^3 \text{ ч.}$$

3. Предварительно выбирается регулирующий орган 9с-3-3,  $D_y = 50$  мм, шпindelь № 1,  $K_{V_y} = 2,2$  м<sup>3</sup>/ч;  $F_y = 14,5$  см<sup>2</sup>;  $K_C = 0,14$ ;  $K_{C_{\max}} = 0,23$ .

4. Для предварительно выбранного регулирующего органа определяется

$$Re = 36 \frac{G_{\max}}{1000 \mu D_y} = \frac{36 \cdot 2100}{1000 \cdot 0,7 \cdot 50} = 2,16.$$

5. Определяется  $\psi = 4$ .

$$6. K_{V_y} = K_{V_{\max}} \psi = 0,94 \cdot 4 = 3,76 \text{ м}^3 \text{ ч.}$$

7. Поскольку  $K_{V_y} < K_{V_{\max}}$  ( $2,2 < 3,76$ ), выбирается другой регулирующий орган — 9с-3-3,  $D_y = 50$ , шпindelь № 3,  $K'_{V_y} = 5$  м<sup>3</sup>/ч;  $K'_{C_{\max}} = 0,22$ ;  $K'_{C_{\max}} = 0,31$ . Так как у этого регулирующего органа  $D_y$  тот же, то  $K'_{V_y} = K_{V_y} = 3,76$  м<sup>3</sup>/ч.

$$8. \text{ Величина } \eta = K'_{V_y} / K'_{V_{\max}} = 5 / 3,76 = 1,33.$$

9.  $\Delta p_{\text{каз}} = K'_{C_{\max}} (p_1 - p_n) = 0,22(20 - 0,1) = 4,4$  кгс/см<sup>2</sup> (для мазута при  $t = 100^\circ\text{C}$  можно принять  $p_n = 0,1$  кгс/см<sup>2</sup>).

Поскольку  $\Delta p_{\text{мин}} > \Delta p_{\text{каз}} = 0,3\Delta p_c$  ( $5 > 4,4$ ), принимаем  $\Delta p_{\text{каз}} = \Delta p'_{\text{мин}} = 4,4$  кгс/см<sup>2</sup> и определяем:

$$K'_{V_y} = \frac{G_{\max}}{10^5 \sqrt{\Delta p_{\text{мин}}}} \psi = \frac{2100}{10^5 \sqrt{4,4 \cdot 10^{-4}}} \cdot 4 = 4 \text{ м}^3 \text{ ч.}$$

10. Так как при этом

$$\eta = \frac{K'_{V_y}}{K'_{V_{\max}}} = \frac{5}{4} = 1,25,$$

то окончательно принимаем регулирующий орган типа 9с-3-3, шпindelь № 3.

11. После регулирующего органа необходимо поставить дроссельную шайбу на перепад давлений

$$\Delta p_{\text{ш}} = \Delta p_{\text{мин}} - \Delta p'_{\text{мин}} = 5 - 4,4 = 0,6 \text{ кгс}/\text{см}^2.$$

#### Клапаны регулирующие игольчатые 9с-3-3, 9с-4

Клапаны (рис. 6-1) предназначены для ручного и автоматического регулирования расхода воды при перепаде давления на клапане не более 3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>); могут быть применены также для регулирования давления пара при температуре до 425°C.

Запорными органами клапаны служить не могут.

Регулирование осуществляется за счет изменения проходного сечения путем поступательного перемещения шпинделя при вращении маховика или рукоятки вручную или при помощи рычага, соединяемого через штангу с электрическим или поршневым исполнительным механизмом.

Габаритные размеры клапанов приведены в табл. 6-1.

Клапаны устанавливаются как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов.

Присоединение клапанов к трубопроводам осуществляется сваркой. Направление потока среды — под иглу.

Изготовитель — Котельный завод, г. Барнаул.

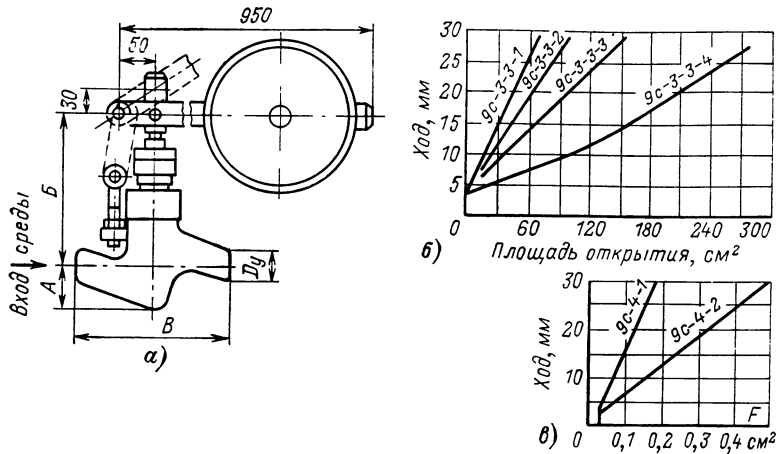


Рис. 6-1. Клапаны регулирующие игольчатые 9с-3-3, 9с-4.

а — габаритные и присоединительные размеры; б — расходная характеристика клапанов 9с-3-3, в — расходная характеристика клапанов 9с-4.

Таблица 6-1

Габаритные размеры клапанов 9с-3-3 и 9с-4

Проклад условный $D_y$ , мм	Давление среды $P_y$ , МПа (кгс/см²)	Условная пропускная способность $K_{V_y}$ , м³/ч	Габаритные размеры, мм			Шифр
			А	Б	В	
50	6,4 (64)	1,81	69	224	240	9с-3-3-1 9с-3-3-2 9с-3-3-3 9с-3-3-4
		2,72				
		4,84				
		8,45				
20 32		0,54	41	172	160	9с-4-1 9с-4-2
		1,51				

Клапаны регулирующие (поворотные) 6с-7, 6с-8 и 6с-9

Клапаны 6с-7 (рис. 6-2) поставляются только в комплекте с деаэраторами, а клапаны 6с-8 и 6с-9 поставляются только в комплекте с редукционными и редукционно-охлаждающими установками. Шифр и габаритные размеры клапанов приведены в табл. 6-2, а расходные характеристики — на рис. 6-3.

При применении клапанов следует учитывать, что в закрытом положении клапаны имеют постоянный нерегулируемый пропуск среды, в связи с чем запорными органами клапаны служить не могут.

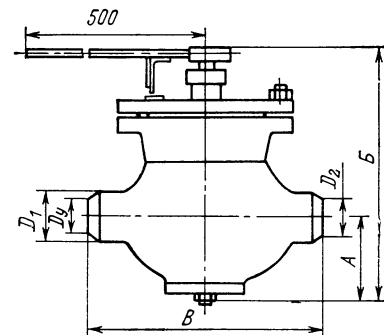


Рис. 6-2. Клапаны регулирующие (поворотные) 6с-7, 6с-8, 6с-9.

Изменение количества или давления среды в процессе регулирования осуществляется изменением сопротивления проходного сечения клапана путем соответствующего поворота золотника, перекрывающего проход в корпусе клапана.

Таблица 6-2

Габаритные размеры клапанов регулирующих (поворотных) 6с-7, 6с-8 и 6с-9

Проклад условный $D_y$ , мм	Давление $P_y$ , МПа (кгс/см²)	Условная пропускная способность $K_{V_y}$ , м³/ч	Габаритные размеры, мм			Присоединительные размеры, мм		Шифр
			А	Б	В	$D_1$	$D_2$	
50	2,5 (25)	55	70	330	350	60	60	6с-7-1
		215	219	514	450	110	110	6с-7-2
		423	234	560	500	162	162	6с-7-4
200	4 (40)	514	274	640	600	224	280	6с-7-6
150 150 200 250	6,4 (64)	250	269	612	450	162	224	6с-7-5
		150	269	612	450	162	224	6с-8-1
		250	258	625	500	224	280	6с-8-2
		423	275	690	600	280	333	6с-8-3
		80	30	234	546	430	91	91
100	55	224	536	430	110	110	6с-9-2	
150	150	269	612	450	162	224	6с-9-3	
200	250	258	625	500	224	280	6с-9-4	
250	423	280	695	600	280	333	6с-9-5	

Золотник клапана поворотный, статически разгруженный, так как шпindel золотника имеет две опоры. Золотник поворачивается в седле (вваренном в корпус) под действием рычага, укрепленного на шпинделе.

Для указания величины открытия (поворота золотника) клапаны снабжены указателями открытия. Полное открытие у поворотных клапанов происходит при повороте золотника на угол  $90^\circ$  от положения указателя «Закрыто».

Приводной рычаг можно сочленять через штангу с любым исполнительным механизмом.

Клапаны устанавливают как на горизонтальных, так и на вертикальных участках трубопроводов. Присоединение клапанов к трубопроводам осуществляют сваркой.

Изготовитель — Котельный завод, г. Барнаул.

### Клапаны регулирующие Т

Клапаны регулирующие (изделия Т-33б, Т-34б, Т-35б, Т-36б) (рис. 6-4) изготавливаются на  $D_y=50, 80, 100, 150$  мм, на параметры  $p_y=6,4$  МПа ( $64$  кгс/см<sup>2</sup>),  $t=200^\circ\text{C}$  и  $p_y=10$  МПа ( $100$  кгс/см<sup>2</sup>),  $t=145^\circ\text{C}$ .

Габаритные размеры клапанов даны в табл. 6-3.

Эти клапаны поворотного типа и предназначены для установки на питательных линиях паровых котлов. Количество протекающей среды регулируется изменением площади проходного сечения в результате поворота золотника относительно гильзы клапана, запрессованной в корпус. Полный рабочий угол поворота рычага клапана  $56^\circ$ . Привод рычага клапана может быть осуществлен от любого исполнительного механизма регулятора.

Клапаны могут устанавливаться как на вертикальных, так и на горизонтальных участках трубопроводов с произвольным расположением шпинделя. Клапан должен устанавливаться так, чтобы ток среды был направлен на гильзу золотника.

Изготовитель — завод «Красный котельщик», г. Таганрог.

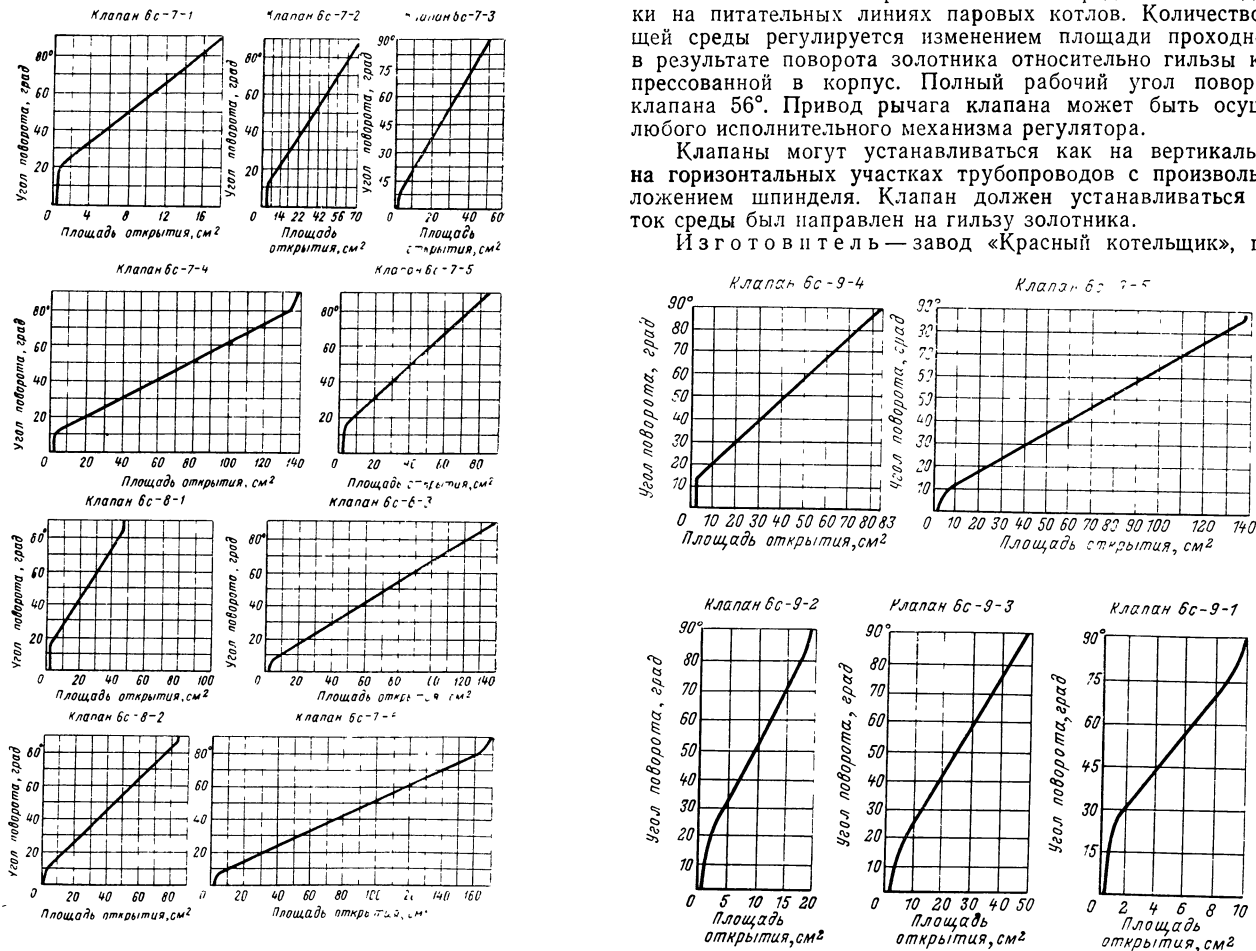


Рис. 6-3. Расходные характеристики клапанов

регулирующих 6с-7, 6с-8 и 6с-9.

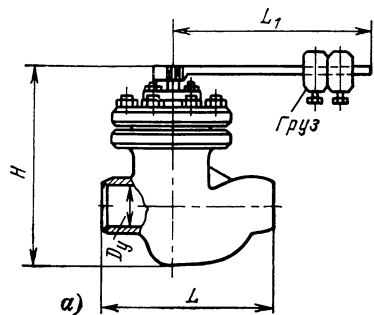


Рис. 6-4. Клапаны регулирующие Т-336, Т-346, Т-356, Т-366.

а — габаритные размеры; б — расходные характеристики клапанов  $D_y = 50, 80$  мм; в — то же клапанов  $D_y = 100, 150$  мм.

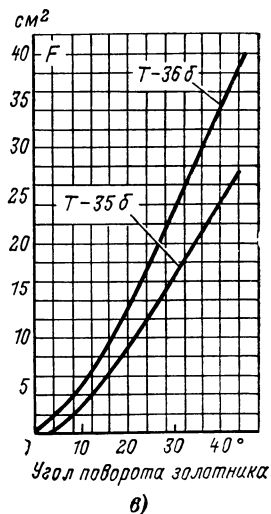
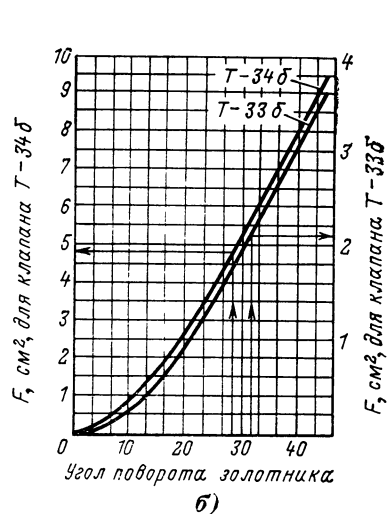


Таблица 6-5

Габаритные размеры клапанов типа Т

Шифр	Условный проход $D_y$ , мм	Условная пропускная способность $K_{V_y}$ , м³/ч	Строительные размеры, мм		
			L	L <sub>1</sub>	H
Т-336	50	12	225	450	320
Т-346	80	32	320	450	383
Т-356	100	100	350	600	547
Т-366	150	150	450	600	584

## 6-2. Арматура отсечная

### Отсечные клапаны ЗСК

Клапаны (рис. 6-5) предназначены для отсечки жидкого топлива при срабатывании схемы защиты котлоагрегата. Типоразмеры клапанов приведены в табл. 6-4.

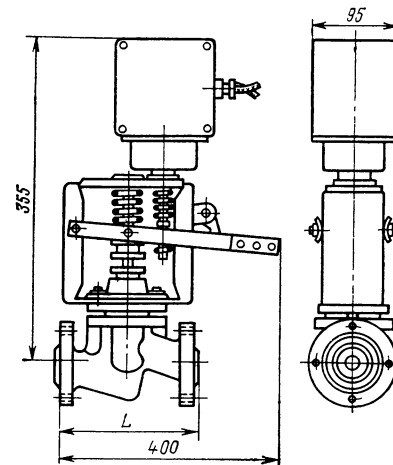


Рис. 6-5. Отсечной клапан ЗСК.

Таблица 6-4

Типоразмеры клапанов ЗСК

Модификация клапана	Диаметр условного прохода $D_y$ , мм	Габаритные размеры, мм
		L
ЗСК-15	15	175
ЗСК-25	25	200
ЗСК-32	32	210

### Техническая характеристика

Допустимое давление среды, проходящей через клапан, МПа (кгс/см²) . . . . .	2,5 (25)
Допустимая температура среды, проходящей через клапан, °С . . . . .	200
Питание переменным током частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность при напряжении 220 В переменного тока, ВА . . . . .	45

## Пример формулировки заказа

Клапан отсечной типа ЗСК-32, диаметр условного прохода 32 мм.

Изготовитель — Электромеханический завод, г. Каменец-Подольск.

### Малогабаритные предохранительные клапаны низкого (тип ПКН) и высокого (тип ПКВ) давления

Клапаны (рис. 6-6) предназначены для отсечки газообразного топлива в случае срабатывания схемы защиты котлоагрегата. Для работы в электрических схемах защиты на клапаны этих типов монтируется соленоид типа ЭД-07101. Поскольку промышленностью

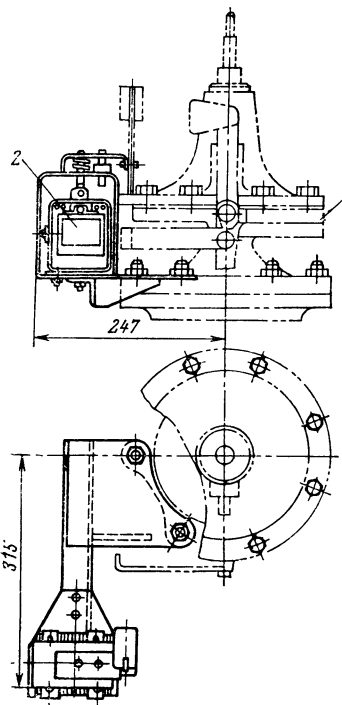


Рис. 6-6. Малогабаритные клапаны ПКН и ПКВ.  
1 — клапан; 2 — соленоид.

клапаны ПКН и ПКВ совместно с соленоидами не выпускаются, необходимо специфицировать отдельно клапаны типа ПКН(ПКВ) и соленоид типа ЭД-07101, а при монтаже схемы защиты котлоагрегата изготовить крепежные детали и смонтировать соленоид на клапане.

## Техническая характеристика

Диаметр условного прохода, мм:	
клапанов ПКН-80, ПКВ-80 . . . . .	80
клапанов ПКН-100, ПКВ-100 . . . . .	100
клапанов ПКН-200, ПКВ-200 . . . . .	200
Диапазон контролируемого давления, кПа (кгс/см <sup>2</sup> ):	
клапанов ПКН . . . . .	От 0,3 до 60 (от 0,003 до 0,6)
клапанов ПКВ . . . . .	От 3 до 600 (от 0,03 до 6,0)
Питание соленоида ЭД-07101 напряжением частотой 50 Гц, В . . . . .	220
Потребляемая мощность при напряжении 220 В и ходе якоря 25 мм, ВА . . . . .	720

## Пример формулировки заказа

Клапан-отсекатель ПКН-200, диаметр условного прохода 200 мм; соленоид ЭД-07101, питание 220 В, ход якоря 25 мм.

Изготовитель:  
клапана-отсекателя ПКН(ПКВ) — ГПО «Моспромстроймеханизация», г. Москва;  
соленоида ЭД-07101 — Учебно-производственное предприятие № 1, г. Харьков.

## 6-3. Графический метод расчета сочленения регулирующего органа с исполнительным механизмом

Расчет кинематики сочленения необходим для определения требуемого угла поворота либо прямолинейного хода регулирующего органа в зависимости от величины и перемещения исполнительного механизма регулятора.

Правильно рассчитанная кинематика позволяет работать регулирующему органу в точном соответствии с его расходной характеристикой. Кроме того, соответствующим расчетом можно в достаточной степени линеаризовать нелинейную расходную характеристику, например, поворотной заслонки, т. е. получить линейную зависимость изменения расхода от выходного сигнала регулятора.

В практике реализации систем автоматического регулирования встречаются различные способы сочленения регулирующего органа с исполнительным механизмом. Наиболее простым и надежным из них является рычажная система.

Ниже приводится пример расчета сочленения регулирующей заслонки с исполнительным механизмом

Пусть дана зависимость  $Q=f(\varphi_2)$ , где  $Q$  — расход среды, %;  $\varphi_2$  — угол поворота заслонки

Очевидно, чтобы функция  $Q=f(\varphi_2)$  была линейной, необходимо осуществить определенную зависимость  $\varphi_2=f(\varphi_1)$ , где  $\varphi_1$  — угол поворота выходного рычага исполнительного механизма

Обычно угол  $\varphi_{1\max}$  принимают равным 90°. По известной зависимости  $Q=f(\varphi_2)$  и известным  $\varphi_2$ ,  $\varphi_{1\max}$ ,  $\varphi_{2\max}$  и  $\varphi_{1\min}$  строят график функции  $\varphi_2=f(\varphi_1)$  (рис. 6-7). Аналитическое определение параметров кинематики для воспроизведения этого закона весьма

громоздко. Гораздо проще подойти к решению этого вопроса графическим методом (рис. 6-8).

Зная расстояние  $L$  между осями рычагов исполнительного механизма и клапана и длину рычага исполнительного механизма, ориентировочно принимают длину рычага клапана  $DC_1$ . На графике  $\varphi_2=f(\varphi_1)$  намечаем две точки и определяем  $\Delta\varphi'_2, \Delta\varphi''_1, \Delta\varphi''_2$  и  $\Delta\varphi'_1$ .

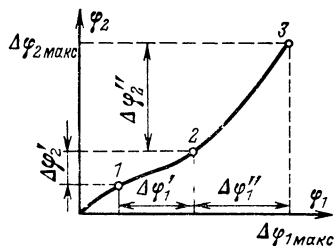


Рис. 6-7. График зависимости  $\varphi_2=f(\varphi_1)$ .

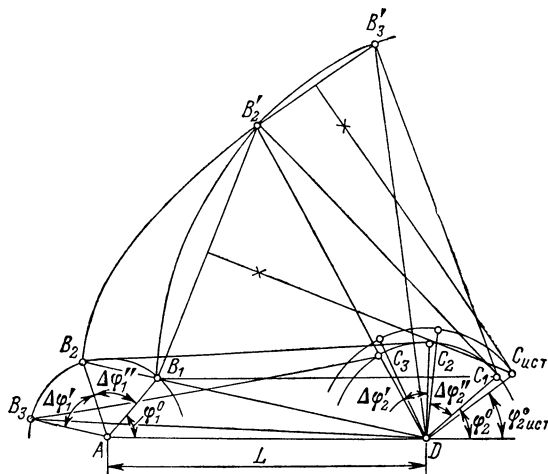


Рис. 6-8. Графический метод определения размеров сочленений.

Далее строится угол  $\Delta\varphi^{\circ}_2$  — острый и порядка  $20-30^{\circ}$ , а затем  $\Delta\varphi^{\circ}_2$  и  $\Delta\varphi'_2$  ( $\Delta\varphi^{\circ}_2 > \Delta\varphi'_2$ ). После этого откладывают угол  $\Delta\varphi^{\circ}_1 \approx \Delta\varphi^{\circ}_2$  и от него против часовой стрелки углы  $\Delta\varphi^{\circ}_1$  и  $\Delta\varphi'_1$ ; соединяют точки  $B_1, B_2, B_3$  с точками  $C_1, C_2, C_3$  ( $DC_1=DC_2=DC_3$ ).

Затем необходимо определить истинную величину длины рычага  $DC$  и угла  $\varphi^{\circ}_2$ . Для этого на отрезке  $DC_1$  строят треугольник  $DC_1B'_2$ , равный треугольнику  $DC_2B_2$ , и треугольник  $DC_1B'_3$ , равный треугольнику  $DC_3B_3$ . Центр окружности, проходящей через точки  $B_1, B'_2, B'_3$ , и является истинной точкой  $C$  для первого положения

исполнительного механизма, а угол  $\Delta\varphi^{\circ}_{2ист}$  — истинный начальный угол.

Длина отрезка  $B_1C_{ист}$  является длиной соединительной тяги. По нескольким промежуточным значениям угла  $\varphi^{\circ}_2$  находят проме-

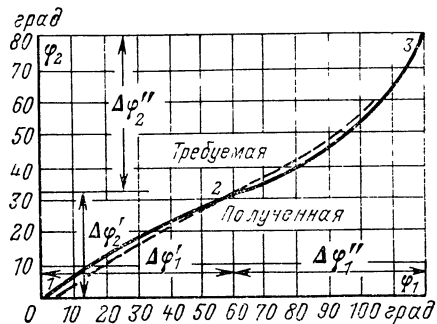


Рис. 6-9. Требуемый (сплошная линия) и полученный (пунктирная линия) графики  $\varphi_2=f(\varphi_1)$ .

жуточные значения угла  $\varphi_1$  и строят зависимость  $\varphi_2=f(\varphi_1)$ . Как видно (рис. 6-9), расхождение между требуемой и полученной зависимостью  $\varphi_2=f(\varphi_1)$  незначительно.

## 6-4. Щиты и пульты

### Типы и габаритные размеры

Для удобства эксплуатации оборудования котельной, сокращения обслуживающего персонала большинство аппаратуры контроля, автоматического регулирования, защиты, управления и сигнализации монтируют на щитах и пультах.

По своему назначению и компоновке аппаратуры щиты делятся на оперативные и неоперативные.

Оперативные щиты служат для непосредственного регулирования, управления, контроля и защиты котлоагрегата и вспомогательного оборудования котельной.

Неоперативные (вспомогательные) щиты служат для общего контроля работы оборудования котельной. К этой категории относятся, например, щиты регистраторов, щиты аппаратуры автоматических регуляторов, щиты питания и т. п.

По объему обслуживаемого оборудования оперативные щиты подразделяются на индивидуальные и групповые.

К индивидуальным щитам котельной относятся щиты котлоагрегатов, деаэрационно-питательных установок, водоподогревательных установок и др.

В некоторых котельных целесообразно объединить ряд индивидуальных щитов в единый — групповой щит, например щит деаэрационно-питательной и водоподогревательной установки. В отдельных случаях щиты располагают в непосредственной близости от

## Основные типы щитов, пультов и вспомогательных элементов

Наименование	Обозначение	
	защищенное и открытое исполнение	защищенное исполнение с уплотнением
<i>Щиты шкафные</i>		
Щиты шкафные с правой дверью . . .	ЩШ-ПД	ЩШУ-ПД
Щиты шкафные с левой дверью . . .	ЩШ-ЛД	ЩШУ-ЛД
Щиты шкафные с задней дверью . . .	ЩШ-ЗД	ЩШУ-ЗД
Щиты шкафные с задней дверью открытые с двух сторон . . . . .	ЩШ-ЗД-02	—
Щиты шкафные с передней и задней дверями . . . . .	ЩШ-ПЗД	ЩШУ-ПЗД
Щиты шкафные малогабаритные с передней (задней) дверью . . . . .	ЩШМ	ЩШМУ
<i>Щиты панельные с каркасом</i>		
Щиты панельные с каркасом . . . . .	ЩПК	—
Щиты панельные плоские . . . . .	ЩПП	—
Щиты панельные малогабаритные . . .	ЩПМ	—
<i>Пульты отдельно стоящие</i>		
Пульты . . . . .	П	ПУ
Пульты левые . . . . .	П-Л	—
Пульты правые . . . . .	П-П	—
Пульты средние . . . . .	П-С	—
Пульты приставные . . . . .	ПП	—
Пульты приставные правые . . . . .	ПП-П	—
Пульты приставные левые . . . . .	ПП-Л	—
Пульты приставные средние . . . . .	ПП-С	—
<i>Пульты с приборной приставкой</i>		
Пульты с вертикальной приборной приставкой . . . . .	ПВП	—
Пульты с вертикальной приборной приставкой правые . . . . .	ПВП-П	—
Пульты с вертикальной приборной приставкой левые . . . . .	ПВП-Л	—
Пульты с вертикальной приборной приставкой средние . . . . .	ПВП-С	—
Пульты с наклонной приборной приставкой . . . . .	ПНП	—
Пульты с наклонной приборной приставкой правые . . . . .	ПНП-П	—
Пульты с наклонной приборной приставкой левые . . . . .	ПНП-Л	—
Пульты с наклонной приборной приставкой средние . . . . .	ПНП-С	—

Наименование	Обозначение	
	защищенное и открытое исполнение	защищенное исполнение с уплотнением
<i>Вспомогательные элементы щитов и пультов</i>		
Панели вспомогательные с правой дверью . . . . .	ПнВ-ПД	—
Панели вспомогательные с левой дверью . . . . .	ПнВ-ЛД	—
Вставки угловые к панельным щитам	ВУ-ЩП	—
Вставки угловые к пультам с вертикальной приборной приставкой . . .	ВУ-ПВП	—
Вставки угловые к пультам с наклонной приборной приставкой . . . . .	ВУ-ПНП	—

обслуживаемого оборудования, например щиты водоподготовительных установок и установки для мазутоснабжения.

В последнее время в связи с увеличением мощности отопительных и производственных котельных, особенно котельных комбинированных — с паровыми и водогрейными котлами, проектируют центральные щиты. В этом случае в щитовых помещениях устанавливают как индивидуальные и групповые оперативные щиты, так и неоперативные щиты. На пультах монтируют аппаратуру только оперативного управления. Пульты располагают в непосредственной близости от оперативных щитов. Применение пультов рекомендуется в случае большого количества панелей центрального щита и насыщенности их аппаратурой. В этом случае применение пультов уменьшает число панелей и значительно улучшает условия работы оператора.

По исполнению щиты делятся на шкафные (защищенные) и панельные (открытые). Пульты могут быть отдельно стоящими или приставными. При компоновке панелей, щитов и пультов для их связи используют вспомогательные элементы.

Основные типы щитов, пультов и вспомогательных элементов по ГОСТ 3244-68 «Щиты и пульта автоматизации производственных процессов» приведены в табл. 6-5.

С 1 января 1970 г. введены в действие «Условия поставки щитов и пультов, изготавливаемых промышленными предприятиями Главмонтажавтоматики Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР и поставляемых для объектов капитального строительства».

При выборе типоразмеров щитов следует иметь в виду, что предприятия Главмонтажавтоматики производят щиты и пульта только наиболее часто применяемых типоразмеров.

Щиты и пульта, изготавливаемые предприятиями Главмонтажавтоматики, предназначены только для использования в системах автоматизации технологических процессов, в том числе и котельных установок, в качестве устройств, на которых монтируются приборы

Таблица 6-6

## Габаритные размеры щитов шкафных (рис. 6-10)

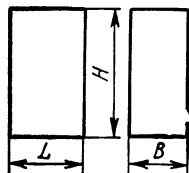


Рис. 6-10. Щиты шкафные.

Тип щита	Высота $H$ , мм	Ширина $L$ , мм	Глубина $B$ , мм
ЩШУ-ПД ЩШУ-ЛД	2200	600	800, 1000, 1200
ЩШ-ПД ЩШ-ЛД		800, 1000, 1200	1000, 1200
ЩШУ-ЗД ЩШ-ЗД	2200	600, 800	600
ЩШ-ЗЛ-02 ЩШУ-ПЗД ЩШ-ПЗД		1000, 1200	600, 800
ЩШМУ		1400	800
	1000	600, 800	350, 500
	600	400	250, 500
	400	300	250

Пример условного обозначения (щита шкафного с правой дверью высотой 2200 мм, шириной 600 мм и глубиной 1200 мм): щит ЩШ-ПД-2200×600×1200 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-7

## Габаритные размеры щитов панельных с каркасом (рис. 6-11)

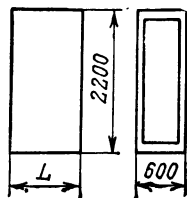


Рис. 6-11. Щиты панельные с каркасом.

Тип щита	Ширина $L$ , мм	Высота $H$ , мм
ЩПК	600, 800, 1000, 1200	2200

Пример условного обозначения (щита панельного с каркасом высотой 2200 мм, шириной 800 мм и глубиной 600 мм): щит ЩПК-2200×800×600 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-8

## Габаритные размеры щитов панельных плоских и малогабаритных (рис. 6-12)

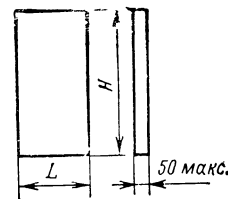


Рис. 6-12. Щиты панельные плоские и малогабаритные

Тип щита	Высота $H$ , мм	Ширина $L$ , мм
ЩГП	2200	600, 800, 1000, 1200
ЩГМ	1000	600, 800
	600	400
	400	300

Пример условного обозначения (щита панельного плоского высотой 2200 мм и шириной 800 мм): щит ЩГП-2200×800 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-9

## Габаритные размеры пультов отдельно стоящих (рис. 6-13)

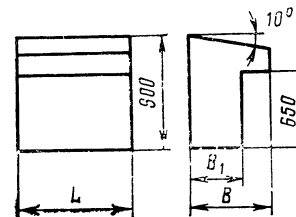


Рис. 6-13. Пульты отдельно стоящие и приставные.

Тип пульта	Ширина $L$ , мм	Глубина $B$ , мм	Глубина основания $B_1$ , мм	Тип пульта	Ширина $L$ , мм	Глубина $B$ , мм	Глубина основания $B_1$ , мм
П, ПУ	1200	800	650	П-Л	800	800	650
		600	450			600	450
П-П	1000	800	650	П-С	600	800	650
		600	450			600	450

Пример условного обозначения (пульта отдельно стоящего правого шириной 1000 мм и глубиной 800 мм): пульт П-П-1000×800 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-10

Габаритные размеры пультов приставных (рис. 6-13)

Тип пульта	Ширина L, мм	Глубина B, мм	Глубина основания B <sub>н</sub> , мм
ПП	1200	600	450
ПП-П	1000	400	250
ПП-Л	800	600	450
ПП-С	600	400	250
		600	450
		400	250

Пример условного обозначения (пульта приставного правого шириной 1000 мм и глубиной 600 мм): пульт ПП-П-1000×600 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-11

Габаритные размеры пультов с вертикальной и наклонной приборной приставкой (рис. 6-14, 6-15)

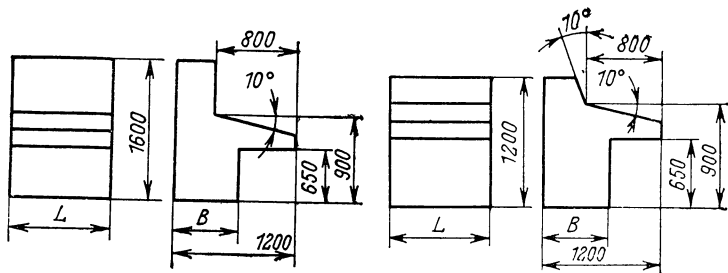


Рис. 6-14. Пульта с вертикальной приборной приставкой.

Рис. 6-15. Пульта с наклонной приборной приставкой.

Тип пульта	Высота, мм	Ширина L, мм	Глубина основания B, мм
ПВП, ПВП-П, ПВП-Л, ПВП-С	1600	1200 1000 800 600	1050, 650
ПНП, ПНП-П, ПНП-Л, ПНП-С	1200		

Пример условного обозначения (пульта с вертикальной приборной приставкой правого шириной 1000 мм и глубиной основания 650 мм): пульт ПВП-П-1000×650 ГОСТ 3244-68.

Пример условного обозначения (пульта с наклонной приборной приставкой среднего шириной 1000 мм и глубиной основания 650 мм): пульт ПНП-С-1000×650 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-12

Габаритные размеры вставок угловых к панельным щитам (рис. 6-16)

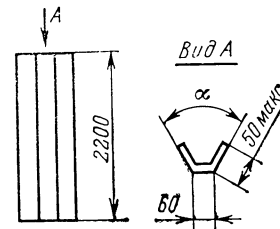


Рис. 6-16. Вставки угловые к панельным щитам.

Тип вставки	Угол вставки, град		
ВУ-ЩШ	15	30	45

Пример условного обозначения (вставки угловой с углом 15° к панельному щиту): вставка ВУ-ЩП-15°×2200 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-13

Габаритные размеры вставок угловых к пультам отдельно стоящим и приставным (рис. 6-17, а)

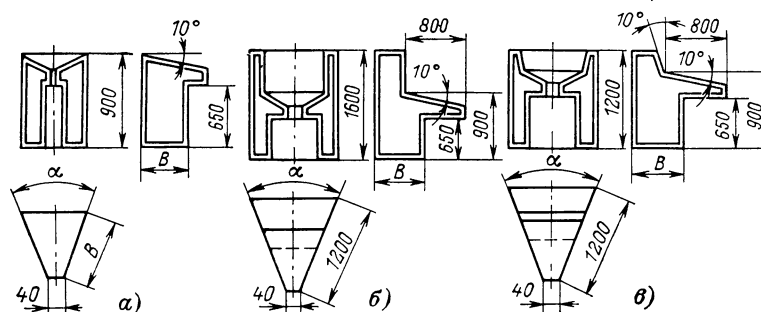


Рис. 6-17. Вставки угловые (профили вставок даны в плоскости стыковки с пультом).

а — к пультам отдельно стоящим и приставным; б — к пультам с вертикальной приборной приставкой; в — к пультам с наклонной приборной приставкой.

Тип вставки	Угол вставки, град	Глубина пульта B, мм	Глубина основания B, мм (на рис. 6-17, а)
ВУ-П	15, 45	600	450
		800	650

Пример условного обозначения (вставки угловой с углом 15° к пульту отдельно стоящему глубиной 600 мм): вставка ВУ-П-15°×600 ГОСТ 3244-68.

Пример условного обозначения (угловой вставки с углом 15° к пульту с вертикальной приборной приставкой и глубиной основания 650 мм): вставка ВУ-ПВП-15°×1600×650 ГОСТ 3244-68.

Пример условного обозначения (угловой вставки с углом 15° к пульту с наклонной приборной приставкой с глубиной основания 650 мм): вставка ВУ-ПНП-15°×650 ГОСТ 3244-68.

Таблица 6-14

Габаритные размеры вставок угловых к пультам с вертикальной (рис. 6-17, б) и наклонной (рис. 6-17, в) приборной приставкой

Тип приставки	Угол вставки $\alpha$ , град	Глубина основания пульта $V_1$ , мм
ВУ-ПВП ВУ-ПНП	8; 15; 30; 45	1050; 650

и аппарата управления, регулирования и питания средств автоматизации. На щитах и пультах, изготавливаемых предприятиями Главмонтажавтоматики по ГОСТ 3244-68, допускается установка органов дистанционного управления, контроля и сигнализации электроприводов (ключей управления, кнопок, сигнальной арматуры, электронизмерительных приборов), если исходя из принятой организации управления эти органы управления и контроля электроприводов необходимо совместить на общем щите с приборами и аппаратурой систем автоматизации.

Предприятия Главмонтажавтоматики не принимают заказы на изготовление щитов и пультов электротехнического назначения, в частности, для систем управления и защиты электроустановок, диспетчерские щиты и пульта.

Не допускается установка в щитах и пультах систем автоматизации магнитных пускателей, контакторов, рубильников, автоматов и плавких предохранителей, предназначенных для управления в щитах силового электрооборудования, электроприводов технологических агрегатов и запорных органов (кроме электроприводов исполнительных механизмов регулирующих органов).

При выборе для систем автоматизации шкафных щитов должны, как правило, применяться щиты глубиной 600 мм с задней дверью. Щиты шкафные с задней дверью глубиной 800 мм в системах автоматизации могут использоваться для установки электрических приборов и аппаратов лишь в случаях, когда устанавливаемые на фасаде приборы и аппараты требуют щитов данной глубины, а также для установки неэлектрической аппаратуры, если это оказывается целесообразным с точки зрения оптимального заполнения и компоновки этой аппаратуры в щите.

Габаритные размеры щитов (пультов) приведены в табл. 6-6—6-14.

## Блочные щиты

Предприятия Главмонтажавтоматики по ТУ 36.716-71 изготавливают щиты блочные каркасные одно-, двух- и трехсекционные (рис. 6-18). Ширина и глубина секций соответствуют размерам щитов по ГОСТ 3244-68, а высота блочного щита 2280 мм. Односекционный блочный щит именуется «секционным щитом». Двух- и трехсекционные щиты имеют различное сочетание секций шириной 600, 800 и 1000 мм, однако общая ширина блочного щита не превышает 1800 мм. Особенностью блочного щита является поворотная рама, необходимость установки которой определяется при проекти-

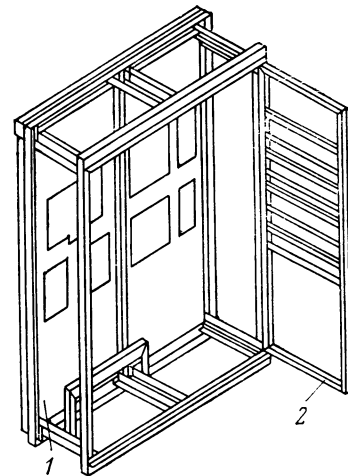


Рис. 6-18. Щит блочный каркасный двухсекционный.  
1 — панель плоская; 2 — поворотная рама

ровании. Поворотная рама служит для размещения внутрищитовой аппаратуры. Допустимая нагрузка на поворотную раму 400 Н. Возможные места установки поворотных рам и направление их открытия показаны на рис. 6-19, 6-20, а размеры — в табл. 6-15.

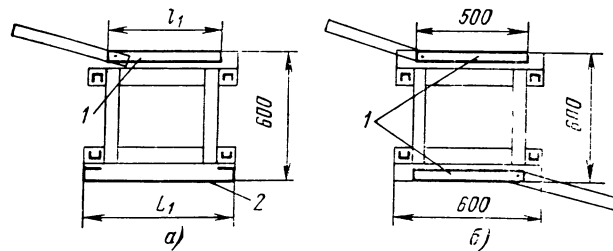


Рис. 6-19. Размещение поворотных рам в щите блочном каркасном односекционном.

а — одна поворотная рама; б — две поворотные рамы; 1 — поворотная рама; 2 — панель плоская

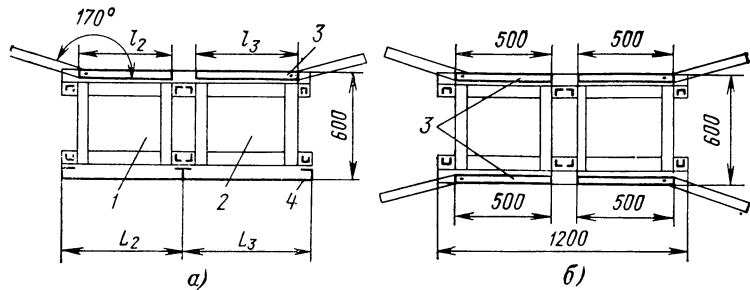


Рис. 6-20. Размещение поворотных рам в щите блочном каркасном двухсекционном.

а — две поворотные рамы; б — четыре поворотные рамы; 1 — левая секция; 2 — правая секция; 3 — поворотная рама; 4 — панель плоская.

Таблица 6-15

**Габаритные размеры щитов блочных каркасных**

$L_1$	$L_2$	$L_3$	$l_1$	$l_2$	$l_3$
600	600	600	500	500	500
		800			700
		1000			700
800	800	600	700	700	500
		800			700
		1000			700
1000	1000	600	700	700	500
		800			700

В обоснованных случаях допускается установка поворотных рам, открывающихся в других направлениях, о чем делается соответствующее указание на монтажных схемах щитов.

**Пример формулировки заказа**

Односекционный щит шириной 1000 мм с панелью и поворотной рамой: щит ЩБК-1000-101 ТУ 36.716-71. Щит блочный каркасный двухсекционный, состоящий из секций левой шириной 600 и правой шириной 800 мм и поворотной рамы, расположенной справа: щит ЩБК-(600+800)-202П ТУ 36.716-71. Щит блочный каркасный двухсекционный, состоящий из секций левой шириной 600 и правой 800 мм и двух поворотных рам:

щит ЩБК-(600+800)-202 ТУ 36.716-71.

Цифры, указанные в обозначении щита, означают: первая (сумма в скобках) — ширину секций щита, если смотреть на щит с фасада; вторая — количество панелей; третья — наличие (1) или

отсутствие (0) декоративной панели; третья — количество поворотных рам; буква в конце — место расположения поворотных рам — справа (П), слева (Л), в середине (С) либо ЛС, ЛП, СП или ЛСП.

**Комплектность поставки щитов (пультов)**

Щиты и пульты поставляются заводами-изготовителями с электрической и трубной коммутацией, выполненной в соответствии с монтажной схемой, и следующей электроаппаратурой:

реле типов (серий) МКУ, ПЭ, РП, ЭП-41В, ЭВ-100, ЭВ-200, ВС, Е-52, Е-512, Е-524, Е-525, РИС-Э2М, РИС-Э3М, РУ-21, РЭВ, РТ, РН, ЭТД-551, РВП-2м, ВЛ, РВ-4, СЭ-2;

кнопки управления типов (серий) КЕ-011, КУ-121, КУ-122, КУ-123, К-03, К-20, К-23, КСМ-2, ПКЕ;

переключатели типов (серий) ПМОФ, ПМОФЗ, ПМОВ, ПМОВФ, УП-5300;

пакетные выключатели и переключатели типов (серий) ПВМ, ППМ, ПКВ, ПКП;

пускатели и автоматы типов (серий) ПМЕ-000, ПМЕ-100, ПМЕ-200, АП-50;

арматура сигнальная типов (серий) АСКМ-1, АС-2, АСК-0, АС-220, АСС-38, ЛС-53, АС-1-10, ламподержатели с линзами для ламп типа КМ;

световое табло ТСМ и ТСБ; трансформаторы ТБС-2 (мощность до 1000 В), Т-150, ОСО-0,25, Т-74, ТОС;

стабилизаторы напряжения серии С (щитового монтажа); выпрямители СВ-24-3, СВ-4М, СВ-24-9, СВ-12-3;

рубильники серий Р, Р-20.

Со щитами (пультами) также поставляются следующие комплектующие и монтажные изделия:

выводы коммутационные с рейками и маркировочными колодками, оконцевателями проводов, рамками для надписей, накладками контактными типа НКР и др. (по номенклатуре Главмонтажавтоматики);

ступенчатые импульсные прерыватели СИП-01, источники мигающего света ИМС-5;

тумблеры серий Тв, ТП, ВТ-3; щеточные переключатели типов (серий) ПМТ, ПД-6, МГП-10;

предохранители серий ПТ, ПР, ПК, ПН, ПВ; держатели ДПК, ДТП;

патроны потолочные и штпсельные розетки 6 В, 250 В, Ц-27; разъемы штпсельные серий ШР, СШР;

резисторы серий ВС, ПЭ, ПЭВ, МЛТ; конденсаторы КБГ-М, МБГО, К50-ЭБ; сопротивления ПЭВО; диоды Д-302—Д-305, Д-311, Д-226В, Г, Д-205, Д-209, Д-231, Д-245, Д-232, Д-246, Д-242, Д-243 и др.;

звонки, сирены и ревуны серий ЭВП, МЗ-1, МЗ-2, РВ-1, РВП; краны-переключатели КП-3, КП-6;

краны трехходовые КТК; вентили запорные ВН-6, ЭВ-2М, ЭВ, ВПД;

вентили пластмассовые ВПД-3, ВПД-4, ВП, ВУ, ВПДУ-4.

Заводам — изготовителям щитов (пультов) предоставляется право производить замену комплектующих изделий равнозначными по назначению и техническим характеристикам.

Номенклатура, не предусмотренная перечнем, поставляется заказчиком непосредственно на место монтажа щита (пульта) или на завод — изготовитель щитов (пультов) по согласованию с ним.

Московский завод тепловой автоматики освоил и серийно выпускает щиты автоматизации для автоматического регулирования, теплотехнического контроля, защиты, дистанционного управления и технологической сигнализации котлов типов ДКВР, ДЕ и КЕ паропроизводительностью от 2,5 до 25 т/ч включительно.

Щиты Щ-К1М предназначены для котлов ДКВР и КЕ, оборудованных механическими топками типов ПМЗ-ЛЦР, ПМЗ-РПК или ПМЗ-ЧЦР для сжигания антрацита, каменных или бурых углей.

Щиты Щ-К2М предназначены для котлов ДКВР и ДЕ, оборудованных горелками типов ГМГ, ГМГБ и ГМП и ГМ для сжигания природного газа и жидкого топлива.

Щиты поставляются комплектно с котлами ДКВР, ДЕ и КЕ в собранном виде с полностью выполненной коммутацией. Комплектно со щитами поставляются исполнительные механизмы регуляторов и отдельные первичные приборы, а также техническая документация, включающая:

инструкции на первичные приборы, исполнительные механизмы и усилители регуляторов;

инструкции на контрольно-измерительные приборы, размещенные на щите;

схемы защиты котлоагрегата, питания щита, технологической сигнализации, монтажную схему щита, компоновки внутрищитовой аппаратуры и разводки кабелей от щита (ряды выводов);

инструкцию по монтажу щита.

Щиты изготавливают по ГОСТ 3244-68 с задней дверью, высотой 2200 мм, шириной 600 мм и глубиной 600 мм.

Подводимое напряжение к щиту 220 В; напряжение аварийного освещения 12 В.

Щиты предназначены для работы в условиях:

температуры окружающей среды от 5 до 50°C;

относительной влажности воздуха до 80%.

Щиты МЗТА заказывают в спецификациях как покупное изделие. В связи с этим не требуется отдельного заказа комплектно поставляемых со щитами регуляторов, контрольно-измерительных приборов, пускорегулирующей и электроаппаратуры и т. п.

#### Пример формулировки заказа

Щит Щ-К2М для автоматизации котла ДЕ-25-14, работающего на жидком топливе.

#### Выбор и установка щитов и пультов в производственных и щитовых помещениях

Как указывалось ранее, щиты по исполнению подразделяются на панельные (открытые) и шкафные (защищенные). Панельные щиты предназначены для установки в щитовых помещениях (операторных, диспетчерских и т. п.), в которые имеет доступ персонал, обслуживающий системы автоматизации.

Щиты шкафные предназначены для непосредственной установки в производственных помещениях. При этом должны соблюдаться следующие требования:

в сухих (нормальных) и влажных производственных помещениях допускается открытая установка оперативных и неоператив-

ных щитов (пультов) в местах, наиболее удобных для управления и контроля за оборудованием. Как правило, для этих целей должны использоваться шкафные щиты;

в помещениях сырых, особо сырых, жарких, пыльных, с химически активной средой рекомендуются оперативные щиты (пульты) и относящиеся к ним неоперативные щиты (релейные, питания и т. п.) устанавливаться в специально выделенных щитовых помещениях либо предусматривать выносные щитовые помещения.

В этих случаях в щитовых помещениях рекомендуется применять панельные щиты.

При установке оперативных и неоперативных щитов (пультов) в производственных помещениях должно обеспечиваться удобство эксплуатации, должна быть исключена возможность попадания на них воды, пара, газов, кислот, обеспечена безопасность в отношении пожаров, защита от механических повреждений и грызунов.

Ширина в свету проходов обслуживания перед щитами (без учета требования хорошего обзора щита) и сзади щитов (если таковой имеется), установленных в производственных помещениях, должна быть не менее 800 мм.

При угле открытия дверей шкафных щитов 90—110° это расстояние должно исчисляться от открытой на 90° двери; при угле открытия дверей 170° — от корпуса щита.

Защищенные щиты с внутренним проходом, длиной более 1,2 м должны иметь два выхода.

При установке панельных щитов в щитовых помещениях должны соблюдаться следующие требования:

расстояния от наиболее выступающих открытых токоведущих частей аппаратов и приборов, в том числе сборок выводов, предохранителей, реле и т. п., расположенных на противоположно установленных рядах щитов, должны быть не менее 1500 мм, причем ширина прохода в свету между рядами щитов должна быть не менее 800 мм;

расстояние от наиболее выступающих открытых токоведущих частей аппаратов и приборов, установленных на внутренних стенках щитов, до расположенной сзади стены помещения должно быть не менее 1000 мм при ширине прохода в свету не менее 800 мм. Допускается сужение прохода в отдельных местах, например, строительными конструкциями до 600 мм;

ширина прохода обслуживания перед щитом (без учета требования хорошего обзора щита) должна быть не менее 800 мм;

проходы обслуживания между щитами при длине щита более 7 м должны иметь два выхода;

не допускаются проходы обслуживания перед щитом, между щитами и сзади щита использовать в качестве основного или запасного прохода в другие помещения, а также для транспортирования в другие помещения различного оборудования.

#### Требования к щитовым помещениям

Требования к щитовым помещениям регламентируются «Указаниями по проектированию электроустановок систем автоматизации производственных процессов» МСН 205-69/ММСС СССР.

В соответствии с этими указаниями допускается щитовые помещения систем автоматизации размещать рядом с распределительными устройствами, трансформаторными подстанциями, машинными и другим электротехническими помещениями при условии, что си-

ловое электрооборудование не оказывает недопустимого влияния на работу устройств систем автоматизации. Допускается щитовые помещения располагать над указанными электротехническими помещениями.

Щитовые помещения не должны располагаться над производственными помещениями категорий А и Б, под и над вентиляционными камерами общеобменной вентиляции, под душевыми и санузлами.

Полы в щитовых помещениях должны быть неэлектропроводными.

Не рекомендуется прокладывать через щитовые помещения транзитные трубопроводы отопления, водопровода, канализации, вентиляции. При необходимости такой прокладки эти трубопроводы не должны иметь в пределах щитового помещения люков, задвижек, фланцев и вентилях. Прокладка через эти помещения газопроводов и трубопроводов с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями не допускается.

Запрещается вводить в щитовые помещения пожарные водопроводы и устанавливать шкафы для пожарных кранов и рукавов. В качестве средств пожаротушения в этих помещениях следует применять углекислотные и порошковые огнетушители. В щитовом помещении должна поддерживаться температура  $+18^{\circ}\text{C}$ .

Для отопления щитовых помещений целесообразно применять воздушное отопление.

Электрическое освещение щитовых помещений должно обеспечивать нормальное освещение всех деталей щитов и пультов и не создавать бликов на шкалах приборов.

В щитовых помещениях должно, как правило, предусматриваться рабочее и аварийное освещение. Питание освещения щитовых помещений должно осуществляться от общей сети освещения автоматизируемого объекта.

При устройстве щитовых помещений следует, как правило, предусматривать в них условия, соответствующие условиям нормальных помещений, если примененные средства автоматизации не требуют для своей работы специальных условий (кондиционированный воздух и т. п.).

## 6-5. Силовые сборки 380/220 В серии РТЗО-69

В отопительно-производственных котельных сборки РТЗО-69 (рис. 6-21) используются для питания электроприводов запорных задвижек и электрических исполнительных механизмов.

На сборках устанавливается защитная и коммутационная аппаратура дистанционно управляемых электродвигателей напряжением  $\sim 380/220$  В, мощностью до 10 кВА. Сборки комплектуются из отдельных шкафов двух типоразмеров: шкафа ввода Ш196 размером  $1970 \times 600 \times 440$  мм и шкафа присоединений Ш197 размером  $1970 \times 900 \times 440$  мм. Шкафы обслуживаются с одной стороны и имеют одностворчатую дверь с уплотнением, обеспечивающим пыленепроницаемость шкафа. Вся аппаратура в шкафах размещается на блоках. Блок представляет собой металлическую панель размерами  $740 \times 398$  мм, на которой устанавливается аппаратура одного или двух присоединений с соответствующим монтажом и рядами выводов выходных цепей, а также общий ряд выводов для присоединения цепей питания и сигнализации.

Единый габарит блоков обеспечивает установку в одном шкафу четырех блоков. При комплектации блоков в шкафах можно устанавливать их в любых сочетаниях.

Подвод напряжения к силовым цепям, организация общих шин, образование общих цепей сигнализации об отключении питающих автоматов осуществляются переключками между общими выводами различных блоков, установленных в одном шкафу, а также проводниковыми переключками между соседними шкафами, проходящими через открытые боковины шкафа. Внизу шкафа устанавливается нулевая шина сечением  $3 \times 30$  мм. Нулевые шины отдельных шкафов соединяются между собой накладками.

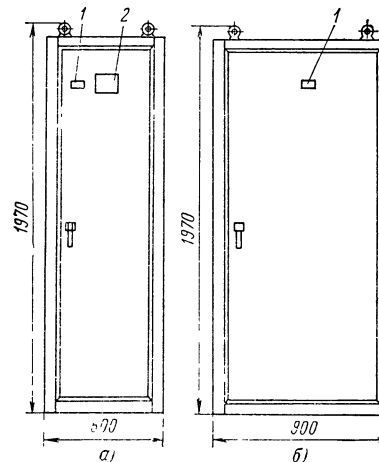


Рис. 6-21. Шкафы силовых сборок РТЗО-69.

а — вводный шкаф Ш-196, б — шкаф присоединений Ш-197; 1 — табло световое; 2 — вольтметр

В шкафу ввода размещаются блоки пакетников с шинной сборкой для подсоединения питающих кабелей, аппаратура АВР питания шин 380 В (блок типа 8), вольтметр контроля напряжения на шинах сборки, блок устройства мигающего света (блок типа 7а). В каждом шкафу присоединений установлен пакетный выключатель на вводе силовых цепей и рубильник Р-20 на вводе общих шин, что позволяет снимать питание в пределах одного шкафа при проведении ремонтных работ.

Каждая сборка комплектуется из шкафа ввода и от одного до семи шкафов присоединений. При этом от сборки может осуществляться питание 40—50 электродвигателей.

Ниже приводится перечень блоков, применяемых в котельных установках.

**Блок Б-1** — для питания двух электродвигателей запорной арматуры, управляемых ключами со щита управления и требующих уплотненного закрытия на токовом реле или муфте предельного момента.





Технические характеристики проводов

Таблица 6-16

Марка провода	Наименование	ГОСТ, ТУ	Число жил, шт.	Сечение, мм <sup>2</sup>	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/м
ПВ	Провод установочный с медной жилой с полихлорвиниловой изоляцией	ГОСТ 6323-71	1	1,0	2,7	0,019
			1	1,5	3,1	0,024
	То же с гибкой жилой	ГОСТ 6323-71	1	1,0 1,5	2,7 3,1	0,019 0,025
АПВ	То же с алюминиевой жилой	ГОСТ 6323-71	1	2,5	3,4	0,022
ПРП	Провод с медной жилой с резиновой изоляцией в оплетке из стальных оцинкованных проволок (защитная и экранирующая оплетка стальной проволокой)	ГОСТ 1843-69	1		6,0	0,084
			2		9,9	0,158
			3		10,5	0,193
			4		11,4	0,208
			5	1,5	12,0	0,250
			6		13,1	0,287
			7		13,1	0,318
			8		14,1	0,362
			10		16,6	0,443
			14		18,1	0,579
19		20,2	0,749			
24		23,8	0,937			
30		25,2	1,129			

Продолжение табл. 6-16

Марка провода	Наименование	ГОСТ, ТУ	Число жил, шт.	Сечение, мм <sup>2</sup>	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/м
ПРТО	Провод с медной жилой, с резиновой изоляцией, в оплетке, пропитанной противогнилостным составом	ГОСТ 20520-75	1		4,1	0,033
			2	1,5	8,3	0,077
			3		8,8	0,105
			4		9,7	0,135
АПРТО	То же с алюминиевой жилой	ГОСТ 20520-75	1		4,4	0,026
			2	2,5	9,1	0,069
			3		9,7	0,090
			4		10,7	0,117
ПВЛЭ	Провод авиационный высокого напряжения с резиновой изоляцией в оплетке, покрытой лаком, экранированный (токопроводящая жила из 19 медных проволок $\varnothing$ 0,28—0,3 мм)	ВТУ МЭИ 243-51	1	1,1	7,2—9,0	0,130
ПКВ	Провод компенсационный с полихлорвиниловой изоляцией в общей поливинилхлоридной оболочке: медь—константан М хромель—копель ХК	МРТУ 16-505.033-67	2	2,5	5,5×11	0,147
			2		5,5×11	0,147
ПКГВ	То же гибкий, без оплетки: медь—константан М хромель—копель ХК	МРТУ 16-505.033-67	2	1,5	4,9×9,8	0,120
			2	2,5	5,5×11	0,147
			2	1,5	4,9×9,8	0,120
			2	2,5	5,5×11	0,147

## Технические характеристики кабелей контрольных

Обозначения марки кабеля		по ГОСТ 1508-71		Наименование элементов кабеля	Преимущественные области применения
		с алюминиевой жилой	с медной жилой		
по ГОСТ 1508-63	АКВВГ, КВВГ	АКВВГ	КВВГ	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластика	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель
	АКВВБ, КВВБ	АКВВБ	КВВБ	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластика, броня из двух лент, с наружным покрытием	Для прокладки в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
	АКВВГ, КВВГ	АКВВГ	КВВГ	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластика, броня из двух стальных лент с противокоррозионным покрытием	Для прокладки в непожароопасных помещениях, каналах, туннелях, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям

## Продолжение табл. 6-17

Обозначения марки кабеля		по ГОСТ 1508-71		Наименование элементов кабеля	Преимущественные области применения
		с алюминиевой жилой	с медной жилой		
по ГОСТ 1508-63	АКНРГ, КНРГ	АКНРГ	КНРГ	Изоляция из резины, оболочка из неторючей резины	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, туннелях, при отсутствии механических воздействий на кабель
	АКВПсБ, КВПсБ	АКВПсБ	КВПсБ	Изоляция из самозатухающего полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластика, броня из двух стальных лент, с наружным покрытием	Для прокладки в земле (траншеях), в условиях агрессивной среды и в местах, подверженных воздействию блуждающих токов, если кабель не подвергается значительным растягивающим усилиям
	АКВПсГ, КВПсГ	АКВПсГ	КВПсГ	Изоляция из самозатухающего полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластика	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, туннелях, в условиях агрессивной среды, при отсутствии механических воздействий на кабель
	АКВВГЭ, КВВГЭ	АКВВГЭ	КВВГЭ	Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластика, обшитый экран из алюминиевой или медной фольги	Для прокладки в пожароопасных помещениях, каналах, туннелях, при отсутствии механических воздействий на кабель, в условиях агрессивной среды и при необходимости защиты электрических цепей от влияния внешних электрических полей



Наименование работ	Единица измерения	Количество по узлам										Примечания		
Разделка концов кабеля с жилами сечением до 2,5 мм <sup>2</sup> с количеством жил до	шт.	7												
	шт.	14												
	шт.	19												
Вводы кабелей в щит с количеством жил до	ВВОД	7												
	ВВОД	14												
	ВВОД	19												
Вводы трубные в щит	шт.	—												
Прокладка защитных труб с креплением накладными скобами при диаметре трубы	м													
	м													
	м													
Прокладка защитных труб по металлоконструкциям	м													
	м													
	м													
Прокладка защитных труб в полу при диаметре труб	м													
	м													
	м													
Затягивание первого провода в металлорукав при сечении провода до 2,5 мм <sup>2</sup>	м													
	м													
	м													
Затягивание последующих проводов в металлорукав при сечении проводов до 2,5 мм <sup>2</sup>	м													
	м													
	м													

Наименование работ	Единица измерения	Количество по узлам										Примечания		
Монтаж штелепсельных разъемов	шт.													
	шт.													
	м													
Присоединение жил кабелей сечением до 2,5 мм <sup>2</sup> к выводам	шт.													
	шт.													
	м													
Прокладка капилляра манометрического термометра	шт.													
	шт.													
	шт.													
Подгонка сопротивления электрических линий	шт.													
	шт.													
	шт.													
Проходы кабельные из взрывоопасного помещения во взрывобезопасное	шт.													
	шт.													
	шт.													
Проходы через стены (кирпичные, железобетонные)	шт.													
	шт.													
	шт.													
Прокладка шины заземления из полосы 15×3 мм	м													
	м													
	100 шт.													
Монтаж тросовой заземляющей перемычки диаметром до 2,5 мм	шт.													
	шт.													
	шт.													

Главный специалист отдела  
автоматизации \_\_\_\_\_

Руководитель группы \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Начальник \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ 197 г.

Утверждена

постановлением Госстроя СССР от 16 марта 1976 г. № 23

Коды

формы №	0801017
Генеральная проектная организация	ГИПРОАВТОПРОМ
Проектная организация — разработчик	ГПИ САНТЕХПРОЕКТ
Комплектующая организация	
Отрасль народного хозяйства	
Министерство (ведомство) — заказчик	МИНАВТОПРОМ СССР
Главное управление министерства (объединение)	
Предприятие	УРАЛЬСКИЙ АВТОЗАВОД
Объект (производственная мощность)	КОТЕЛЬНАЯ № 2. РАСШИРЕНИЕ
ГУМТС (УМТС)	
Часть (раздел) проекта	АВТОМАТИЗАЦИЯ
Срок ввода объекта в эксплуатацию	

**ЗАКАЗНАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ № С-1**  
**на приборы и средства**  
**(вид оборудования, изделия и материалы, поставляемых заказчиком)**  
**219-240/1-АТМ 1**

от " \_\_\_\_\_ августа 1977 г.  
 ства автоматизации  
 риалов, поставляемых заказчиком)

Всего листов 12  
 Лист 1

№ п/п.	№ поз. по технологической схеме, место установки	Наименование и техническая характеристика основного и комплектующего оборудования, приборов, арматуры, материалов, кабельных и других изделий	Тип и марка оборудования, каталожный № чертежа № опросного листа. Материал оборудования	Завод-изготовитель (для импортного оборудования страна, фирма)	Единица измерения	
					Наименование	Код
1	2	3	4	5	6	7
1	В-1 Трубопровод к котлу	I. КОТЛОАГРЕГАТ КВ-ГМ-100 № 3 А. Приборы теплового контроля Вода 70°C. Термометр У4 1 240 201	—	—	шт.	
2	То же	То же без оправы	Запасной	—	"	
3	В-2 Щит управления	Мост 3-точечный, гр. 21, шкала 0—300°C, скорость ленты 60 мм/ч	КСМ-2-021	—	"	

Код оборудования, материалов	Потребность по проекту	Цена единицы, тыс. руб.	Потребность на пусковой комплекс	Ожидаемое наличие на начало планируемого года	Заявленная потребность на планируемый год	Принятая потребность на 1977 г.					Стоимость, всего, тыс. руб.	
						В том числе на складе	Всего	в том числе по кварталам				
								I	II	III		IV
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	2		2									
	1		1									
	1		1									

№ п/п	Наименование	Тип	Технические данные	Котел КЕ-25-14 № 1 (2—4)		Вспомогательное оборудование			Всего по проекту	Примечание
				Шитт. общ. зам.-ров № 1	Шитт. общ. зам.-ров № 2	Шитт. управ.-ления № 1	Шитт. управ.-ления № 2	Итого		
1	Переключатель		ПМОФ 1366, 9, 10 <sub>2</sub> /П-Д 26	—	1	4	3	8		
2	Переключатель		ПМО 90-111111/П-Д 42	—	1	2	—	5		
3	Кнопка		КЕ-011У3	8	—	—	—	8		
4	Арматура коммутаторной лампы с красной линзой комплектно с лампой КМ-6		АСКМ-3	—	—	4	3	7		
5	Арматура коммутаторной лампы с зеленой линзой комплектно с лампой КМ-5		АСКМ	4	5	2	—	11		
6	Табло световое		ТСБ	—	—	—	—	—		
7	Пускатель магнитный		ПМЕ-111	—	1	4	6	11		
8	Реле промежуточное		РП-256	—	—	2	2	2		
9	Реле промежуточное		ПЭ-21	8	8	—	3	5		
10	Реле времени		ВС-10-64	—	1	—	—	16		
11	Реле времени пневматическое		РВП 72-3221-00У4-220/50	4	4	—	—	8		
12	Реле напряжения		РН 54/320	—	—	1	—	1		
13	Автоматический выключатель		А 63-1М	2	2	—	—	5		
14	Резистор		ПЭ-25	12	14	10	3	39		
15	Звонок		МЗ-1	—	—	1	—	1		
16	Щитсельная розетка		—	—	—	1	—	2		
17	Резун		РВП-220	—	—	—	—	1		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства СН 202-76. М., Стройиздат, 1976.
2. Временные указания по проектированию систем автоматизации производственных процессов ВСН 281-75. М., 1975.
3. СНиП II-35-76. М., Стройиздат, 1976.
4. Указания по проектированию электроустановок систем автоматизации производственных процессов. МСН 205-69/ММСС СССР, Минмонтажспецстрой. М., ЦБТИ, 1969.
5. Руководящие указания по объему оснащения ТЭЦ контрольно-измерительными приборами, средствами авторегулирования, технологической защиты, блокировки и сигнализации. М., СЦНТИ ОРГРЭС, 1969.
6. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. М., «Недра», 1974.
7. Указания по составлению спецификаций к проектам автоматизации производственных процессов РМЗ-6-66, 1966.
8. Методические указания по заполнению унифицированных опросных листов и форм заказа приборов. М., ЦНИИТЭИ приборостроения, 1975.
9. Техника проектирования систем автоматизации. Справочные материалы. Под ред. Л. И. Шипетина. М., «Машиностроение», 1976.
10. Мануйлов П. Н. Теплотехнические измерения и автоматизация тепловых процессов. М., «Энергия», 1966.
11. Лифшиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок малой мощности. М., «Энергия», 1969.
12. Какуевский Л. И. и др. Справочник реле защиты и автоматики. М., «Энергия», 1968.
13. Добкин В. М., Дулеев Е. М., Фельдман Е. П. Автоматическое регулирование тепловых процессов на электростанциях. М.—Л., Госэнергоиздат, 1959.
14. Адабашьян А. К., Минаев П. А. Монтаж систем контроля и автоматики. М., Стройиздат, 1974.
15. Автоматизация отопительных котельных. Сборник статей. Вып. 3. Л., Гостоптехиздат, 1963.
16. Лобков С. А. Механизация топочных процессов в отопительных котельных. М., Стройиздат, 1969.
17. Сныткин В. А. Руководство по наладке и эксплуатации автоматики газифицированных отопительных котельных. М., «Недра», 1965.
18. Лифшиц М. А., Корренова А. И. Исследование инерционных топочных устройств. — «Теплоэнергетика», 1968, № 2, с. 28—30.
19. Клюев А. С., Товарнов А. Г. Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов. М., «Энергия», 1970.
20. Дубровский А. Х., Ионас С. А. Проектирование щитов и пультов систем автоматизации. М., «Энергия», 1975.
21. Герчиков М. П., Лейкин С. И. Усовершенствование АСР температуры перегретого пара котлоагрегатов. Реферативная информация о передовом опыте. Серия VIII. Монтаж приборов и средств автоматизации. 1975, вып. 7 (81), с. 19—22. ЦБНТИ Минмонтажспецстрой СССР.
22. Кузьменко Д. Я. Автоматическое регулирование и технологические защиты паровых котлов. М., «Энергия», 1970.

Предисловие . . . . .	3
<b>Раздел первый. Объем и оформление проектов . . . . .</b>	<b>4</b>
1-1. Основные положения . . . . .	4
1-2. Задание на проектирование. Исходные данные и материалы . . . . .	6
1-3. Задание отдела автоматизации смежным отделам . . . . .	7
1-4. Содержание техно-рабочего проекта . . . . .	9
1-5. Оформление и состав проектных материалов . . . . .	9
<b>Раздел второй. Проектирование систем автоматизации . . . . .</b>	<b>78</b>
2-1. Основные положения . . . . .	78
2-2. Теплотехнический контроль . . . . .	79
2-3. Схемы автоматического регулирования паровых барабанных котлов . . . . .	84
2-4. Схемы автоматического регулирования водогрейных котлов . . . . .	91
2-5. Схемы автоматического регулирования вспомогательного оборудования котельных установок . . . . .	93
2-6. Схемы автоматического регулирования котлов малой производительности . . . . .	97
2-7. Схемы автоматического регулирования водоподготовки . . . . .	99
2-8. Схемы защиты котлов . . . . .	104
2-9. Технологическая сигнализация . . . . .	111
2-10. Электрические схемы питания . . . . .	119
2-11. Выбор аппаратов управления и защиты . . . . .	123
<b>Раздел третий. Проектирование систем управления электроприводами котельных установок . . . . .</b>	<b>126</b>
3-1. Основные положения . . . . .	126
3-2. Основные принципы построения схем управления электродвигателями . . . . .	127
3-3. Функциональные схемы блокировок . . . . .	129
3-4. Принципиальные электрические схемы управления электродвигателями . . . . .	136
3-5. Принципиальная схема аварийной сигнализации . . . . .	166
3-6. Аппаратура управления и сигнализации . . . . .	167
<b>Раздел четвертый. Контрольно-измерительные приборы . . . . .</b>	<b>183</b>
4-1. Приборы для измерения температуры . . . . .	183
4-2. Приборы для измерения давления и разрежения . . . . .	200
4-3. Приборы для измерения расхода . . . . .	212
4-4. Приборы для измерения уровня . . . . .	230
4-5. Приборы для измерения состава веществ . . . . .	239

<b>Раздел пятый. Автоматические регуляторы . . . . .</b>	<b>244</b>
5-1. Регуляторы прямого действия . . . . .	244
5-2. Регуляторы непрямого действия . . . . .	251
5-3. Исполнительные механизмы . . . . .	265
5-4. Вспомогательные и оперативные устройства электронных регуляторов . . . . .	270
5-5. Унифицированная система автоматического регулирования, управления и защиты микрокотлов АМК . . . . .	277
5-6. Устройство управляющее КУРС-101 . . . . .	291
5-7. Система автоматизации отопительных котельных АМКО . . . . .	292
<b>Раздел шестой. Регулирующая и отсечная арматура. Щиты и пульты. Кабели. Провода . . . . .</b>	<b>297</b>
6-1. Регулирующая арматура . . . . .	297
6-2. Арматура отсечная . . . . .	307
6-3. Графический метод расчета сочленения регулирующего органа с исполнительным механизмом . . . . .	309
6-4. Щиты и пульты . . . . .	311
6-5. Силовые сборки 380/220 В серии РТЗО-69 . . . . .	324
6-6. Провода. Кабели контрольные . . . . .	334
<i>Приложение 1. Объемы работ по автоматизации . . . . .</i>	<i>335</i>
<i>Приложение 2. Заказная спецификация . . . . .</i>	<i>338</i>
<i>Приложение 3. Попанельно-сводная спецификация электроаппаратуры . . . . .</i>	<i>340</i>
Список литературы . . . . .	341

ЛЕВ МИХАЙЛОВИЧ ФАЙЕРШТЕЙН  
ЛЕВ САМУИЛОВИЧ ЭТИНГЕН  
ГЕНРИХ ГЕРШКОВИЧ ГОХБОЙМ

**СПРАВОЧНИК  
ПО АВТОМАТИЗАЦИИ КОТЕЛЬНЫХ**

Редактор **А. А. Кузнецов**  
Художник **А. А. Иванов**  
Технический редактор **Г. Г. Хацкевич**  
Корректор **М. Г. Гулина**  
ИБ № 174

Сдано в набор 29.12.77 Подписано к печати 12.06.78  
Т-11675 Формат 84×108<sup>1/32</sup> Бумага типографская № 1  
Гарн. шрифта литературная. Печать высокая Усл. печ. л. 18,06  
Уч.-изд. л. 21,42 Тираж 35 000 экз. Зак. 438 Цена 1 р. 30 к.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета Министров СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10