

С. Ф. Чистяков

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автоматизация теплотехнических процессов»



МОСКВА «ЭНЕРГИЯ» 1980

ББК 32.965

Ч 68

УДК 621.311.22:681.536.002.72 (075.8)

Чистяков С. Ф.

Ч 68 Проектирование, монтаж и эксплуатация систем управления теплотехническими объектами: Учебник для вузов. — М.: Энергия, 1980. — 280 с., ил.

В пер.: 70 к.

В книге излагаются основы проектирования, монтажа и эксплуатации технических средств АСУ ТП тепловых и атомных электростанций. Описан порядок выполнения проектной, технической документации; перечислены основные монтажные и наладочные операции при установке технических средств автоматизации, приводятся особенности эксплуатации автоматизированных систем управления.

Книга предназначена в качестве учебника для студентов вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов» и может служить пособием для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, монтажом и эксплуатацией АСУ ТП в различных отраслях промышленности.

Ч 30302-031 13-80. 2303000000
051(01)-80

ББК 32.965

6П2.2

© Издательство «Энергия», 1980.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник по курсу «Проектирование, монтаж и эксплуатация систем управления теплоэнергетическими объектами» предназначен для студентов, обучающихся по специальности № 0649 «Автоматизация теплоэнергетических процессов». В учебнике рассмотрены вопросы технического обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

По предложению кафедры «Автоматизированные системы управления тепловыми процессами» Московского ордена Ленина энергетического института в книгу введены параграф «Об автоматизации проектных работ» и глава «Особенности монтажа устройств информации и управления на атомных электростанциях».

При написании учебника предполагалось, что читатель знаком с вопросами, излагаемыми в курсах «Теплотехнические измерения и приборы», «Технические средства АСУ ТП», «Автоматизирование системы управления технологическими процессами» и др. Сравнительно небольшой объем учебника не позволил рассмотреть все разделы курса с исчерпывающей полнотой. Автор вынужден был ограничиться принципиальным рассмотрением существа вопросов, давая при этом ссылки на литературные источники, справочные и нормативные материалы.

Помимо основного назначения книга может быть использована как пособие для инженерно-технического персонала, занимающегося проектированием, монтажом и эксплуатацией АСУ ТП теплоэнергетических объектов.

В учебнике использован передовой опыт проектирования, монтажа и эксплуатации ряда ведущих коллективов. Большую помощь в работе над книгой автору оказали инженеры Г. И. Федулов и А. В. Сычев, подготовившие текстовой и иллюстративный материал по гл. 3, 9, 10 и частично по гл. 8. Автор приносит им свою искреннюю признательность и благодарность.

Коллективу кафедры АСУ ТП Московского энергетического института, принявшему участие в обсуждении проспекта учебника, а также рецензентам — канд. техн. наук А. С. Ключеву и коллективу кафедры «Автоматизация теплоэнергетических процессов» Одесского ордена Трудового Красного знамени политехнического института автор считает своим приятным долгом выразить благодарность за их ценные предложения и замечания, способствующие повышению качества книги.

Автор выражает также признательность канд. техн. наук, доц. Н. И. Смирнову за большую работу, проделанную им при научном редактировании книги.

Все замечания и предложения по книге просьба направлять в издательство «Энергия» по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая набережная, д. 10.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

В современных производственных процессах для выработки и реализации управляющих воздействий широко применяются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Для управления любыми производственными процессами, в частности теплоэнергетическими, необходимо располагать объективной и достоверной информацией. Теплоэнергетические процессы обычно характеризуются значениями измеряемых температур, давлений, расходов и составов жидких, паровых и газовых сред, а также значениями уровней жидкостей и сыпучих тел и рядом других величин.

Число полученных при этом сигналов измерительной информации может быть весьма большим. Так, на теплоэнергетическом блоке мощностью 300 МВт, работающем на угольной пыли, к постам управления подается по температуре 1160, по давлению 420, по расходу 50, по уровню 55, прочих сигналов 105 [1].

С точки зрения технического обеспечения автоматизированные системы управления технологическими процессами можно подразделить на:

- устройства автоматического регулирования, непрерывного действия — стабилизирующие, программные и следящие, поддерживающие на определенном значении величины или их отношения, характеризующие тепло-технические процессы;

- устройства автоматического управления, дискретного прерывистого действия — выполняющие отдельные операции по включению или отключению различных устройств в заданной последовательности;

- устройства дистанционного управления — для ручного дистанционного воздействия на различные механизмы и регулирующие органы;

- устройства технологической (тепловой) защиты — предохраняющие оборудование от аварий и ускоряющие ликвидацию их последствий;

устройства автоматической блокировки — предотвращающие неправильные операции, а также последовательно отключающие механизмы или участки, расположенные по ходу процесса, до вышедшего из работы механизма или участка;

устройства технологической сигнализации: предупредительной — извещающие об отклонениях режима работы установки; аварийной — сигнализирующие об аварийных отключениях отдельных механизмов и участков; контрольной — дающие информацию о состоянии механизмов или клапанов и задвижек;

устройства измерительной информации о значениях измеряемых физических величин — приборы контроля, машины централизованного контроля (информационные машины).

Иногда для краткости последние два устройства называют устройствами контроля, а первые — устройствами управления.

В случаях использования информационно-вычислительных и управляющих машин число измерительных приборов и отдельных устройств управления сокращается. Однако число сигналов измерительной информации при этом заметно не изменяется.

Для создания технического обеспечения АСУ ТП (комплекса технических средств), предназначенного для обеспечения работы систем контроля и управления, необходимо выполнить ряд проектных и монтажных работ.

Проектные работы проводятся обычно последовательно, в несколько этапов. Сначала составляется задание на проектирование, а затем выполняются технический проект, рабочие чертежи и проект производства монтажных работ.

По проектным материалам, техническим условиям и инструкциям заводов-изготовителей выполняется монтаж * технических средств. Монтаж технических средств складывается из трех основных видов работ:

установка устройств для получения информации о протекающих процессах (первичных преобразователей) и устройств воздействия на технологические про-

* Монтаж — вошедшее в русский язык французское слово *montage*, происходящее от глагола *monter* — поднимать, собирать. В технике слово монтаж означает сборку и установку конструкций, машин, аппаратов, приборов и других устройств из готовых частей.

цессы (исполнительных механизмов, регулирующих органов и т. п.);

установка щитов и пультов управления и установка приборов и аппаратуры на них; установка информационных и управляющих машин и прочих устройств вне щитов и пультов;

прокладка электрических и трубных соединительных проводов.

Кроме того, производится стендовая поверка измерительных приборов — устройств контроля и управления в лаборатории. Поверка может выполняться до начала монтажных работ для выяснения состояния приборов и другой аппаратуры после доставки их к месту установки. Стендовую поверку обычно относят к наладочным работам, но во всех случаях она должна выполняться возможно раньше с тем, чтобы в дальнейшем не задерживать ввод оборудования в эксплуатацию.

В объем монтажных работ включаются также подготовительные операции:

организация монтажных мастерских и поверочной лаборатории;

изготовление вспомогательных устройств и металлических конструкций для установки и крепления приборов, аппаратуры и соединительных линий;

изготовление блоков трубных соединительных линий; укрупнение блоков монтируемого оборудования.

В последние годы стремятся всемерно сократить объемы работ, выполняемых непосредственно на месте монтажа, и изготовление различных вспомогательных устройств и конструкций перенести в специализированные мастерские.

Монтажные работы завершаются индивидуальным опробованием измерительных приборов и аппаратуры управления на месте установки с целью проверки готовности приборов и аппаратуры к работе. Индивидуальное опробование обычно производится на неработающем технологическом оборудовании по искусственно создаваемым сигналам.

Надежное функционирование всех смонтированных устройств измерительной информации (контроля) и автоматизированных систем управления обеспечивается правильной их эксплуатацией. Сначала проводится пробная эксплуатация технологического оборудования. В это время производится комплексное опробование измери-

тельных приборов и аппаратуры управления. В объем комплексного опробования включаются настройка регуляторов на оптимальный режим работы и установка диапазонов срабатывания устройств защиты и сигнализации.

После этого наступает длительный период нормальной эксплуатации. Подготовку к эксплуатации устройств контроля и управления начинают одновременно с монтажными работами.

Общее наблюдение за монтажными работами и их приемку обычно поручают представителю эксплуатации. В первую очередь принимают так называемые скрытые работы, проверить которые после их завершения не всегда возможно.

Поэтому знакомство будущих эксплуатационников с монтажными работами будет способствовать уверенной и быстрой ликвидации недостатков и возможных аварий в последующей работе устройств контроля и управления.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ АСУ ТП

1-1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Проектированием называют составление и разработку соответствующей документации, необходимой для создания изделий или системы, например автоматизированной системы управления технологическими процессами.

При составлении проектной и технической документации, а также при выполнении монтажных работ по АСУ ТП следует пользоваться только нормированными понятиями, показателями и Правилами [19], включенными в комплекс стандартов «Государственной системы обеспечения единства измерений», основные положения которой приведены в ГОСТ 8.000-72.

Все метрологические понятия, в том числе и точность, приводятся в ГОСТ 16263-70 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения».

Применяемые в проектной и технической документации единицы измерения должны соответствовать Международной системе единиц СИ, а сама проектная и техническая документация должна выполняться в соответствии с требованиями ЕСКД—единой системы конструкторской документации, представляющей собой комплекс государственных стандартов—ГОСТ, обязательных к применению*.

Значительную роль в современных автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП) играет человек—оператор. В связи с этим ему необходимо создать оптимальные рабочие условия.

* На капитальное строительство стандарты ЕСКД распространяются не в полной мере (см. «Временная инструкция о составе и оформлении строительных рабочих чертежей зданий и сооружений СН 460-74 Госстроя СССР»).

Это улучшает динамические характеристики оператора как звена системы управления, а следовательно, и характеристики всей системы.

Вопросами рациональной организации деятельности человека в системах «человек — машина», взаимодействия его с различными техническими устройствами, распределения функций и оптимизации процессов информационного обеспечения занимается инженерная психология — одна из специальных дисциплин психологии.

К числу задач, решаемых с применением инженерной психологии, относится:

- проектирование рациональных информационных моделей и органов управления;

- разработка принципов построения оперативных пунктов в соответствии с требованиями технической эстетики и художественного конструирования.

Такие задачи возникают при проектировании постов управления, а также при выборе и расположении аппаратуры на щитах и пультах.

Основной поток информации (до 85% общего объема) оператор получает через органы зрения. Поэтому особое внимание должно быть обращено на выбор и расположение на постах управления всех источников зрительной информации. К параметрам, связанным с инженерно-психологической оценкой зрительной информации, относятся: размеры знаков, их яркость, контрастность, четкость и цвет, длина и ориентация линий, алфавит знаков, частота повтсрений информации и другие.

Не меньшее значение имеют правильная организация рабочего места оператора и компоновка устройств управления. При размещении органов управления необходимо соблюдать принципы приоритета группировки в логические блоки и взаимосвязи органов управления.

Требования к зрительной информации и рабочему месту приведены в ГОСТ 21829-76 и ГОСТ 22269-76, а основная терминология по системе «человек — машина» в ГОСТ 21033-75; ГОСТ 21034-75; ГОСТ 21035-75; ГОСТ 21036-75.

Проектируя посты управления, надо учитывать также требования технической эстетики. Пост управления должен быть удобным, красивым. Это несомненно влияет на работу операторов, на уменьшение утомляемости, на повышение надежности и на снижение ошибок при управлении сложными агрегатами [16].

1-2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

В последние годы широкое распространение во всех областях техники получили электронные вычислительные машины (ЭВМ). Существует много задач, при решении которых вычислительные машины становятся незаменимыми, в частности задачи, связанные с обработкой больших объемов информации, задачи, когда из большого числа возможных вариантов надо выбрать один оптимальный или необходимо выполнить многошаговые численные расчеты. Во всех таких случаях решение задач с помощью ЭВМ существенно облегчается, ускоряется и удешевляется.

С использованием вычислительных машин появилась возможность создавать комплексные системы автоматизации проектных работ (САПР). В настоящее время издан ряд государственных стандартов по автоматизированному проектированию (ГОСТ 22487-77, ГОСТ 22770-77, ГОСТ 22771-77), введенных в действие с июля 1978 г.

Системы автоматизированного проектирования широко применяются при проектировании самолетов, кораблей, крупных гидротехнических сооружений, при изготовлении многослойных печатных плат, станков, при разработке автоматических линий. Считается, что САПР позволяет сократить сроки проектирования в 2—4 раза, повысить на 20—50% производительность труда и снизить общую стоимость проектных работ на 20—30%.

САПР создается как совокупность ряда подсистем, функционирование которых подчиняется общим целям. Отдельные подсистемы взаимодействуют друг с другом. Поэтому каждая из подсистем не может разрабатываться независимо друг от друга.

В САПР реализуется принцип одноразового ввода исходных данных, а затем использования их в последующих работах. В этом заключаются экономия и надежность системы. Разрабатывать САПР для проектирования только одного объекта, не имеющего аналогичных, для которых разработанная САПР может быть использована, нецелесообразно.

Для работы САПР необходимо располагать соответствующим техническим обеспечением — комплексом технических средств. Главным инструментом САПР является вычислительная машина, которая должна иметь необходимое математическое обеспечение — совокупность

алгоритмов, процедур и правил вместе со всей связанной с этими компонентами документацией.

САПР должна располагать соответствующим программным обеспечением (ПО) — комплексом программ, обеспечивающих процесс функционирования САПР.

Программное обеспечение САПР, как правило, представляется в форме пакетов прикладных программ (ППП) простой или сложной структуры. Пакеты простой структуры, не выходящие за рамки операционной системы вычислительной машины, построены по библиотечному принципу и образуют каталог с простейшими специальными средствами обращения.

Различают две группы пакетов прикладных программ:

- пакеты общего назначения;

- пакеты, отражающие отраслевую специфику.

В свою очередь пакеты общего назначения подразделяются на две подгруппы: для решения общетехнических и для решения общематематических задач.

Для САПР должно быть подготовлено необходимое информационное, лингвистическое и организационное обеспечение.

Информационным обеспечением (ИО) называется совокупность единой системы классификации и кодирования технологической и технико-экономической информации, унифицированных систем документации и массивов информации. Хранение такого рода данных (описание нормативных таблиц, технологических ограничений, комплектующих элементов и узлов) осуществляется в памяти машины.

Лингвистическое обеспечение (ЛО) — это совокупность научно-технических терминов и других языковых средств, используемых в САПР, а также правил формализации естественного языка, включая методы сжатия и развертывания текстов, в целях повышения эффективности машинной обработки информации и облегчения общения человека с машиной.

Организационным обеспечением (ОО) называется совокупность описаний функциональной, технической и организационной структур, правил, инструкций и регламентов проектирования, обеспечивающая заданное функционирование САПР.

Соединение между собой элементов автоматической стемы обработки данных, а также связь с объектом

проектирования осуществляются с помощью так называемого интерфейса — совокупности электрических, механических и программных средств.

Объекты проектирования в САПР представляются в виде моделей. Под моделью понимается абстрактно представленная (математическая) или материально реализованная (физическая) система, отображающая или воспроизводящая объект. Модель замещает объект, давая о нем всю необходимую информацию.

Математические модели основываются на идентичности математического описания процессов в модели и в объекте. Ввиду сложности точного математического описания объектов математические модели приходится выполнять со значительными упрощениями рассматриваемых явлений.

Физические модели имеют ту же физическую основу, что и объект, и несмотря на то, что выполнять их сложнее, они позволяют получить более точное представление о происходящих в объекте процессах.

В процессе проектирования более половины всех материалов представляется и выдается в графической форме. Поэтому в системах автоматизации проектных работ создается отдельная подсистема отображения графических данных.

Электронные вычислительные машины (ЭВМ) непосредственно графическую информацию не воспринимают и не выдают и поэтому ее приходится специально кодировать и декодировать. Средства и приемы такого кодирования и декодирования называют машинной графикой.

Существует достаточно много средств машинной графики и в Советском Союзе и за рубежом [3]. Наибольшее распространение в настоящее время получили устройства вывода графической информации, устройства отображения — чертежные автоматы, которые могут быть непосредственно связаны с ЭВМ или работать автономно, от магнитной ленты или перфоленты, выдаваемой ЭВМ.

Перспективным устройством связи человека с машиной является устройство вывода информации на электронно-лучевую трубку (ЭЛТ), часто называемое экраным пультом, или дисплеем. В зависимости от типа дисплея на экран может выводиться как алфавитно-цифровая, так и графическая информация.

Дисплей является не только устройством вывода, но и устройством ручного ввода информации.

В дисплеях производится декодирование цифровой информации, выдаваемой машиной, и преобразование ее в зрительную. Используя дисплеи со световым пером, можно осуществить обратный процесс — непосредственный ввод графической информации в вычислительную машину. Дисплеи позволяют задерживать рисунок на экране, стирать отдельные линии, вносить исправления. Изображение при этом может быть как черно-белым, так и цветным.

По вопросам автоматизации проектных работ имеется большой перечень литературы, приведенный в [6 и 16]. Опыт практического применения автоматизации проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами, в том числе теплоэнергетическими, пока невелик.

Одна из основных целей проектирования АСУ ТП заключается в оптимизации решений, т. е. в получении заданных характеристик проектируемой системы при наименьших затратах или наивысших показателей при ограниченных затратах имеющихся ресурсов (времени, материалов, денежных средств и т. п.). Полученный в этом случае результат вполне оправдывает большие затраты, связанные с применением вычислительных машин.

При проектировании АСУ ТП применяются машинные методы составления смет, спецификаций на приборы, средства автоматизации и вспомогательные материалы. Разрабатываются методы и алгоритмы машинного проектирования кабельных проводок и пр.

В качестве подсистемы САПР при проектировании АСУ ТП можно поставить также задачу выбора устройств измерительной информации (приборов контроля) с наиболее высокими качественными показателями. Такими показателями могли бы быть наиболее высокая точность оценки количеств тепла и энергии, вырабатываемых цехами электростанции и отпущенных потребителям, наивысшие показатели надежности, наименьшие начальные затраты (включая затраты на монтаж), наименьшие затраты на их эксплуатацию и др. Аналогичную задачу можно было бы поставить и по выбору аппаратуры управления (регулирования).

Поддаются автоматизации и процессы выбора оптимальных настроек систем автоматического регулирования. В целом внедрение САПР в проектирование АСУ ТП является важной задачей, призванной в значительной степени повысить эффективность и качество проектных работ.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

2-1. ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

Проектные работы имеют цель:

подготовить документацию для заказа аппаратуры, приборов, щитов и пультов управления, материалов для соединительных линий и дополнительных деталей;

обеспечить выполнение монтажа устройств контроля и управления;

определить стоимость этих устройств и оценить экономический эффект от их применения.

Исходным материалом для проектных работ служит утвержденное задание на проектирование устройств контроля и управления. Задание является частью общего задания на проектирование соответствующего технологического объекта и утверждается в установленном для данного ведомства порядке.

Проектирование устройств контроля и управления осуществляется либо в две стадии — технический проект и рабочие чертежи, либо в одну стадию — технорабочий проект, и выполняется в соответствии с нормативными материалами («Ведомственная нормаль ВСН 281-75 Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР»).

При двухстадийном проектировании выполнение рабочих чертежей производится после утверждения технического проекта. На стадии технического проекта проектные материалы разрабатываются в сокращенном объеме, необходимом для определения структуры управления, взаимосвязи между цехами, численности персонала в системе управления и размера капитальных вложений.

Проектирование в одну стадию, в форме технорабочего проекта, производится для объектов, строительство

которых намечается осуществить по типовым и повторно применяемым экономичным индивидуальным проектам, а также для технически несложных объектов.

В состав технорабочего проекта включаются материалы, выполняемые на стадии рабочих чертежей, и дополнительно смета на оборудование и монтаж.

2-2. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

а) Содержание и объем задания

Задание на проектирование устройств контроля и управления должно быть увязано с особенностями технологических процессов. Поэтому в задании должно быть дано четкое общее описание всех технологических процессов, по которым должны быть разработаны автоматические системы регулирования, защиты, блокировки, контроля и сигнализации с приложением поясняющих схем и перечней.

В задании указываются решения, принятые (или желательные) по следующим вопросам:

- по общей организации управления проектируемого технологического объекта;

- по использованию (или отказу от применения) информационных и управляющих вычислительных машин для централизованного контроля, расчетов технико-экономических показателей или управления технологическими процессами и агрегатами;

- о степени автоматизации процессов пуска и останова производственных механизмов;

- о местах измерений, характере применяемых приборов и местах расположения их по всем цехам, объектам и технологическим линиям;

- об использовании новых, нетрадиционных средств контроля и управления.

Для тепловых электрических станций оформление задания на проектирование упрощается наличием директивных материалов*. При использовании информационных и управляющих машин количество приборов и

* Например, Руководящие указания по объему оснащения тепловых электрических станций контрольно-измерительными приборами, средствами авторегулирования, технологической защиты, блокировки и сигнализации. М., СЦНТИ ОРГРЭС, 1969 г.

средств управления сокращается, что должно быть конкретизировано в задании.

Задание на проектирование дополняется:

технологическими чертежами (технологическими и тепловыми схемами, планами и разрезами цехов);

технической документацией на технологическое оборудование (паспортными данными и основными характеристиками оборудования станции);

прочими материалами, характеризующими объекты электростанции (по электрической части собственных нужд, по системам топливоснабжения и т. п.).

Технологические чертежи и другие материалы, дополняющие задание, должны давать общее представление об объектах, подлежащих оснащению устройствами контроля и управления. Чертежи должны позволить определять расстояние от мест расположения первичных измерительных приборов и регулирующих органов до постов управления и до других элементов аппаратуры. На чертежах производственных помещений должны быть намечены места предполагаемого расположения постов управления.

В составлении задания на проектирование автоматизации технологических объектов обычно принимает участие проектная организация, выполняющая технический или технорабочий проект.

б) Организация оперативного управления

При проектировании АСУ ТП прежде всего решаются вопросы общей организации оперативного управления и задач, возлагаемых на оператора или на группу операторов (основного и помощников), обслуживающих определенный пост управления. При наличии нескольких постов управления, как правило, предусматривается центральный (диспетчерский) пост. Диспетчерский пост обычно не располагает средствами дистанционного управления агрегатами. Управление с диспетчерского поста осуществляется подачей команд на оперативные посты по телефону или посредством устройств командной сигнализации. На оперативных постах сосредоточиваются средства автоматического и дистанционного управления технологическими процессами. Возможны и другие структуры оперативного управления [7].

Для некоторых объектов (например, для отдельных участков тепловых сетей) возможна организация постов

управления без постоянного дежурства оператора (пост «на замке»).

При использовании информационных и управляющих вычислительных машин для целей оперативного контроля, сигнализации, защиты, автоматического управления, выполнения расчетов технико-экономических показателей и других целей система оперативного контроля и управления становится иной — меняется компоновка щитов и пультов, совершенствуются средства индикации (цифровые приборы, мнемосхемы, табло, панели сигнализации и т. д.), а также устройства связи оператора с вычислительной машиной и объектом управления (экранные пульты-дисплей) системы избирательного контроля и управления и т. п.

в) Выбор устройств измерительной информации

В задании на проектирование решаются вопросы выбора устройств (приборов) измерительной информации. Задача проекта — рационально сосредоточить приборы на одном посту управления или рассредоточить по нескольким постам. При этом не должно быть излишнего дублирования и в то же время должно быть обеспечено резервирование важнейших устройств.

Объединение управления несколькими агрегатами на одном посту приводит к необходимости установки на щите большого числа приборов, что делает его громоздким и неудобным для обслуживания.

Уменьшению размеров оперативных щитов способствует установка малогабаритных приборов. Однако малогабаритные приборы, особенно самопишущие, работают менее точно и надежно, чем приборы нормальных размеров. Возможна также замена измерительных приборов устройствами сигнализации. При этом исходя из того, что для некоторых измеряемых величин важно лишь, чтобы они не выходили за определенные границы, для наблюдения за ними используются избирательные системы контроля (ИСК) с клавишным наборным полем адреса параметра или с дисками по типу телефонных аппаратов для «вызова» на прибор желаемой точки измерения.

Применение сигнальных устройств и систем контроля по вызову не исключает необходимости применения самопишущих приборов для объективного учета качественных показателей работы установки.

При использовании информационных вычислительных машин существенно сокращаются размеры оперативных щитов управления. В этом случае на щите оставляют лишь небольшое число приборов для контроля за важнейшими показателями работы объекта.

г) Новые средства контроля и управления

В задании на проектирование следует рассмотреть и решить вопрос об использовании для организации управления телевидения. Наиболее эффективно телевидение используется там, где применение других средств объективного наблюдения оказывается невозможным. В теплоэнергетических установках такими участками могут быть устройства топливоподачи. Телевизионные установки позволяют дистанционно наблюдать за нормальной работой всех элементов топливоподачи, отсутствием завалов топлива, пересыпаний и других ненормальностей и неполадок, плохо оцениваемых измерительными приборами. Из-за высокой стоимости применение телевидения во всех случаях должно быть строго обосновано.

В задании может быть предусмотрена возможность применения пневматических (или гидравлических) систем управления и контроля вместо электрических, если последние недопустимы по условиям технологии производства или по другим соображениям.

В задании должна быть рассмотрена целесообразность контроля за некоторыми важнейшими показателями технологических процессов с помощью цифровых (а не стрелочных) измерительных приборов, например, за выходными показателями работы электростанции.

Наконец, в задании может быть указано на желательность решения тех или иных практических задач с использованием информационных или управляющих вычислительных машин.

2-3. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

а) Содержание и объем технического проекта

В объем технического проекта включаются следующие материалы:

общая структурная схема контроля и управления производством;

функциональные схемы автоматизации;

планы расположения щитов, пультов, информационных и управляющих машин;

заявочные ведомости на приборы, средства автоматизации, электроаппаратуру, щиты, пульты, информационные и управляющие машины, на трубопроводную арматуру, кабели, провода, трубы, основные монтажные материалы и изделия, на нестандартизованное оборудование;

тематические карточки на разработку новых приборов и средств автоматизации (по формам ГОСТ 16084-70);

технические задания на изготовление нестандартизованного оборудования;

сводная смета на оборудование и монтаж;

пояснительная записка.

Кроме того, при выполнении технического проекта разрабатываются для передачи генеральному проектировщику предприятия (технологического объекта) технические задания на обеспечение устройств автоматизации источниками питания; разработку щитовых помещений и основных строительных сооружений, а также ряд вспомогательных материалов, не включаемых в состав технического проекта. В дальнейшем, при доработке, эти материалы могут быть использованы в качестве рабочих.

К числу таких материалов относятся:

таблицы для определения типов и количества электроаппаратуры;

таблицы для определения типов и количества щитов; принципиальные (элементные) схемы автоматического регулирования и управления;

схемы компоновки приборов и аппаратуры на лицевых панелях и внутри щитов и пультов;

схемы внешних электрических и трубных соединений; монтажные чертежи электрических и трубных проводов.

Общие правила и порядок выполнения проектных материалов изложены в специальной литературе, например в [5], а также в ведомственных эталонах технических проектов.

б) Структурные схемы контроля и управления

Структурной схемой по ГОСТ 2.701-68, называют схему, определяющую основные функциональные части изделия (установки), их назначение и взаимосвязи.

На рис. 2-1 показана схема управления тепловой электрической станцией (ТЭС), состоящей из четырех энергетических блоков [1]. В состав каждого блока входит парогенератор (котел) *К*, турбина *Т*, генератор *Г*, трансформатор *Тр* и питательные насосы: электронасос *ПЭН* и турбонасос *ПТН*. Кроме того, имеется ряд общестанционных цехов: химводоочистка *ХВО*, топливоподача, циркуляционная насосная и др.

Предполагается, что для целей управления вычислительные машины не используются. Такие машины будут лишь использованы для сбора и обработки данных, необходимых для последующего анализа работы ТЭС. Управление каждой парой блоков сосредоточено на блочном щите управления *БЩУ*, на котором находятся операторы *Оп*, и старший оператор *Ст.Оп*. На каждом блоке имеются также обходчики *Об*. Кроме того, на электростанции предусмотрен ряд местных щитов управления *МЩУ*, которые либо имеют постоянных операторов, либо обслуживаются обходчиками.

Все управление электростанцией сводится на центральный щит управления *ЦЩУ*, на котором находится дежурный инженер электростанции *ДИС*. На этот щит поступает сравнительно небольшой объем информации. Связь с подчиненными щитами управления осуществляется двусторонней телефонной и громкоговорящей связью. Непосредственное управление с *ЦЩУ* обычно ограничено. Центральный щит управления связан с вышестоящими постами управления (районным управлением электростанциями и др.).

Более конкретно задачи отдельных постов управления и условия связи между ними излагаются в соответствующем разделе пояснительной записки проекта.

Для автоматических систем регулирования составляются структурные схемы, которые часто называются скелетными (рис. 2-2).

Для сложных технологических защит обычно составляются структурные (логические) схемы (рис. 2-3).

Устройства и элементы защиты изображаются прямоугольниками или кружками. Стрелки на линиях связи показывают направление воздействия. Если действие должно происходить при одновременной подаче двух сигналов, то такие сигналы объединяются на логическом элементе *И*. Если действие может происходить от одного из нескольких сигналов, то сигналы проходят через логический элемент *ИЛИ*. При действии сигнала с выдержкой времени на линии связи располагается элемент с символом *т* и указанием времени выдержки. Стрелочки у контролируемых величин, направленные вверх, показывают, что выходные сигналы возникают при повышении величины выше нормы, а стрелочки, направленные вниз, — при понижении величины.

в) Функциональные схемы

Функциональной схемой (по ГОСТ 2.701-68) называют схему, разъясняющую определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях*

* Функциональная цепь — линия, канал, тракт определенного назначения.

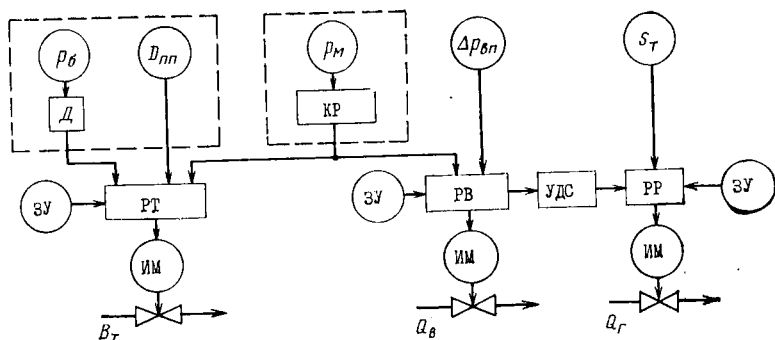


Рис. 2-2. Скелетная схема автоматического регулирования горения. p_6 — давление пара в барабане; $D_{пп}$ — расход перегретого пара; p_m — давление в магистрали; $\Delta p_{вп}$ — перепад давления на ВЗП; S_T — разрежение в топке; B_T — расход топлива; Q_B — расход воздуха; Q_r — расход газов; D — дифференциатор; $РТ$ — регулятор топлива; $КР$ — корректирующий регулятор; $РВ$ — регулятор воздуха; $РР$ — регулятор разрежения; $УДС$ — устройство динамической связи; $ЗУ$ — задающее устройство; $ИМ$ — исполнительный механизм.

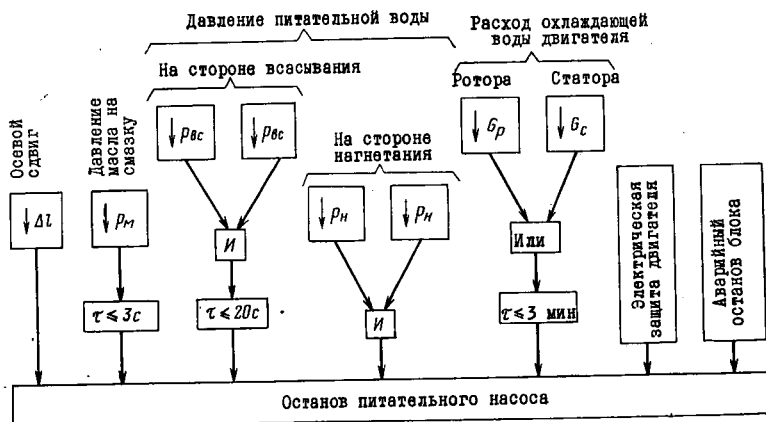


Рис. 2-3. Логическая (структурная) схема автоматической защиты питательного электронасоса блока 300 МВт.

изделия (установки) или в изделии (установке) в целом. Раньше функциональные схемы в системах контроля и управления назывались принципиальными, теперь в понятие принципиальной (полной) схемы вкладывается иное содержание.

На функциональных схемах упрощенно изображается технологический процесс и показываются все приборы

и аппаратура, устанавливаемые на щитах, пультах и по месту.

Применительно к теплоэнергетическим установкам функциональные схемы составляются для:

котлов;

турбоагрегатов;

вспомогательного оборудования машинного зала (подогревателей, деаэраторов, питательных и других насосов и т. п.), вместе для всего оборудования или раздельно;

химической водоочистки;

других частей установки, оборудуемых отдельными оперативными постами управления с элементами устройств автоматизации.

Функциональные схемы для сложных агрегатов, в частности для котлов большой паропроизводительности, обычно составляют раздельно: для устройств автоматического регулирования и дистанционного управления и для устройств теплотехнического контроля и технологической сигнализации. Устройства автоматического управления и технологической защиты отражаются в одной из этих схем или на самостоятельных схемах.

На функциональных схемах технологические линии изображаются толстыми линиями. Основной поток изображается сплошной линией, а остальные — условным пунктиром. Различные потоки можно изображать одинаковыми сплошными линиями, если обозначать их по ГОСТ 3464-63.

Для сложных объектов, например для современных котлов, можно разделить схему на две части: по водяному и паровому, а также по воздушному и газовому потокам. Запорную арматуру технологических линий, не имеющую дистанционного управления и не связанную с другой аппаратурой автоматизации, на схеме, как правило, не изображают, за исключением случаев, когда необходимо показать, что тот или иной элемент контроля, регулирования или управления должен быть размещен до или после той или иной арматуры.

Аппаратура и приборы контроля и управления обычно вычерчиваются на схемах по ГОСТ 3925-59 «Обозначения основных величин и условные изображения приборов в схемах автоматизации производственных процессов».

В приложении 1 приведены некоторые наиболее употребляемые обозначения по этому ГОСТ. Срок действия ГОСТ 3925-59 продлен до 1 июля 1979 г. *

Изображение функциональных схем строго не регламентируется. Возможны различные их формы [5, 7]; одна из распространенных форм изображения показана на рис. 2-4.

Термометры, сужающие устройства расходомеров, отборные устройства газоанализаторов и солемеров и другие измерительные преобразователи изображаются на технологических линиях непосредственно у мест измерения. Эти устройства должны быть расположены в определенной, показанной на схеме последовательности по отношению к технологическому оборудованию и друг к другу.

В нижней части функциональной схемы изображаются приборы и аппаратура, устанавливаемые на щитах и пультах или по месту.

Щиты и пульта управления на схемах условно изображаются полосами шириной 30—40 мм, разграниченными тонкими линиями. Полосы пультов, центрального и других щитов (если они есть) располагаются ниже щита оператора.

При использовании информационных или управляющих вычислительных машин предусматривается в самом низу схемы полоса, посередине которой проводится тонкая линия. К этой линии присоединяются линии от преобразователей и аппаратуры, подключаемых к машине.

Функциональная связь между отдельными элементами обозначается тонкими сплошными линиями. Вспомогательная арматура и источники питания на функциональных схемах не показываются. На линиях, соединяющих первичные преобразователи с полосами щитов, всегда проставляются рабочие значения измеряемых величин. Это служит основанием для выбора шкал приборов.

Каждый комплект приборов или аппаратуры автоматизации обозначается всегда одним номером с дополнительными индексами. Номера позиций сохраняются для этих комплектов во всех материалах проекта. Если в одном проекте имеется несколько функциональных схем, то номера позиций на каждой схеме следует начинать

* См. «Государственные стандарты СССР. Информационный указатель», 1977, № 9.

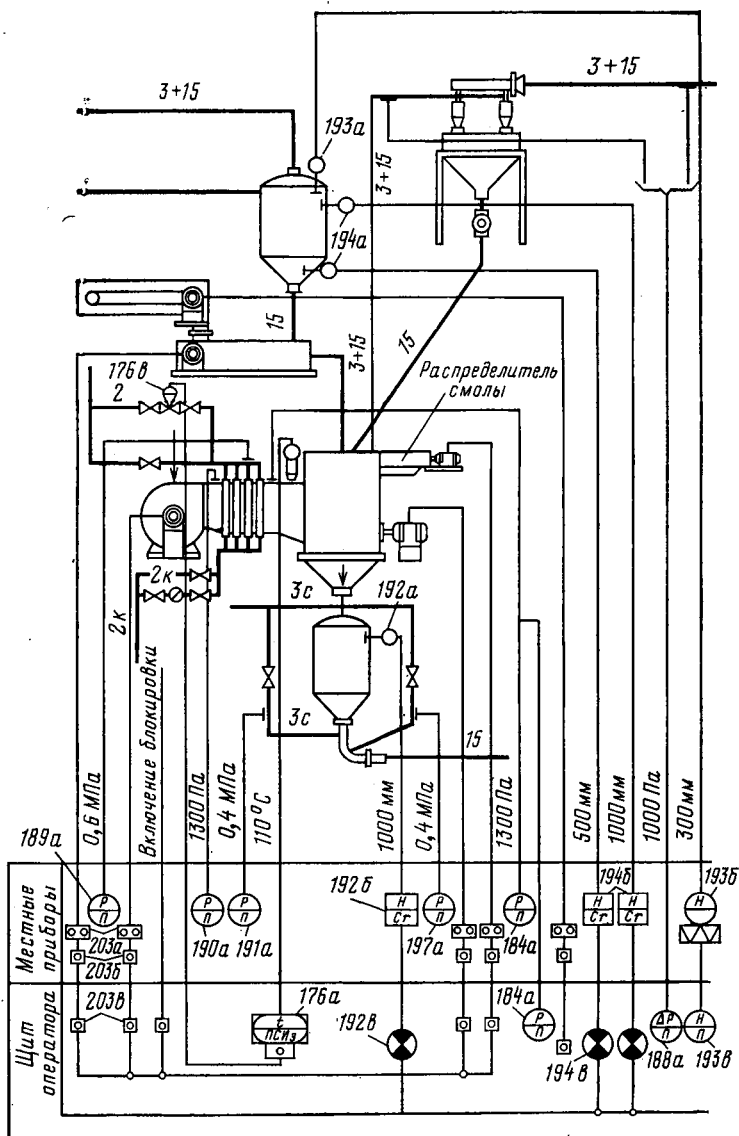


Рис. 2-4. Пример изображения функциональной схемы контроля, сигнализации и управления.
Изображение технологических потоков по ГОСТ 3464-63.

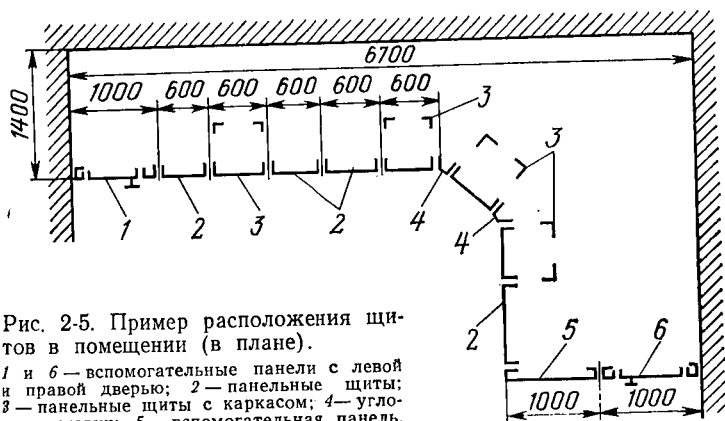
с нового номера, не повторяющегося в других схемах.

Число приборов и аппаратуры, выведенных на полосу того или иного щита или пульта, должно точно соответствовать числу приборов и аппаратуры, устанавливаемых на лицевой стороне этого щита или пульта. Приборы, не устанавливаемые на данном щите, не должны изображаться на его полосе в функциональной схеме, и наоборот.

Функциональные схемы автоматического регулирования изображаются аналогично.

г) Планы расположения щитов, пультов и машин

В состав технического проекта должны входить планы расположения щитов, пультов и машин в помещениях с указанием монтажных проемов для их транспортирования и подвода к ним трубных и электрических проводов.



Планы размещения (расположения) составляются для всех запроектированных щитов, пультов и машин. На рис. 2-5 показан пример расположения щитов панельного типа. На рис. 2-6 показано размещение блочного щита управления для двух блоков мощностью по 300 МВт в помещении общей площадью около 450 м² [1].

Расположение одиночных местных щитов и пультов дается обычно на общих планах технологических цехов

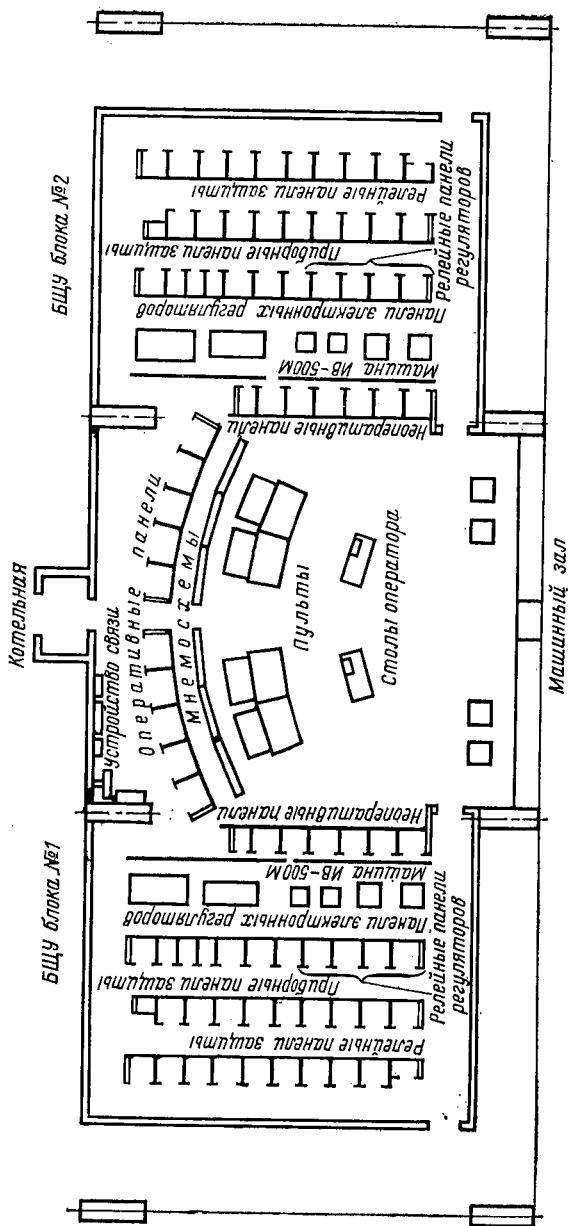


Рис. 2-6. План блочного щита управления БЩУ для двух блоков по 300 МВт.

или на выкопировках из них. Чертежи компоновки аппаратуры на щитах и пультах относятся к рабочим чертежам (см. ниже).

д) Заявочные и заказные ведомости (спецификации)

Ведомости на приборы, аппаратуру, щиты, пульта, машины и монтажные материалы составляются при проектировании дважды: в техническом проекте заявочные и при рабочем проектировании — заказные. И те и другие ведомости выполняют по одинаковым формам: заявочные — с исключением ряда граф и с меньшими техническими подробностями. Поэтому, если имеется возможность, сразу составляются заказные ведомости, которые используют одновременно и как заявочные.

Заявочные и заказные ведомости (спецификации) на приборы и средства автоматизации составляются в форме таблиц со следующими графами.

1. Номера позиций (даются по функциональным схемам). Вспомогательная аппаратура, не показанная на схемах, включается в ведомости в комплекте соответствующего прибора с буквенным индексом или в конце ведомости со своим номером позиции.

2. Общесоюзный шифр изделия. В заявочной ведомости не указывается.

3. Наименование измеряемой величины; среда и место отбора импульса. Даются в объеме, достаточном для выбора приборов и аппаратуры. Например, при измерении температуры указываются давление и особые свойства среды: вязкость, агрессивность по отношению к тем или иным материалам, взрывоопасность и т. д. В заявочной ведомости эта графа не заполняется.

4. Предельные значения измеряемой величины. В заявочной ведомости не указываются.

5. Место установки приборов и аппаратуры. Приводятся размеры трубопроводов, каналов и т. д. Для сужающих элементов расходомеров указывается действительный внутренний диаметр труб. (Для заказа расходомеров требуется дополнительное заполнение особых вопросов листов завода-изготовителя.) В заявочной ведомости эта графа не заполняется.

6. Наименование и характеристика приборов и аппаратуры.

7. Тип или модель прибора (указывается по каталогу). Даются ссылки на ГОСТ (если они для этих приборов или аппаратуры существуют).

8 и 9. Количество по проекту соответственно на один агрегат и на все агрегаты.

10. Фактическая потребность изделий (заполняется заказчиком, если приборы и аппаратура частично имеются у заказчика в наличии).

11. Завод-изготовитель.

12 и 13. Стоимость по смете соответственно единицы и общая. В заявочной ведомости эти графы не заполняются.

14. Примечания.

Наименования и характеристики приборов в заказной ведомости должны быть составлены полно и достаточно для оформления заказа снабженческими и сбытовыми организациями. Например, для термоэлектрического преобразователя (термопреобразователя) * записывается материал термоэлектродов, указываются глубина погружения, материал защитного чехла и его форма.

В заказной ведомости на манометр помимо шкалы прибора указываются: диаметр корпуса; наличие или отсутствие фланца-борта; тип штуцера — радиальный или осевой; особые условия измерения, например: «для измерения кислорода» «в тропическом исполнении» или «виброустойчивый».

Так же подробно записывают в заказной ведомости и другие приборы.

В заявочной ведомости формулировка будет значительно проще: «Термопреобразователь хромель-алюмелевый», «Манометр показывающий», «Потенциометр самопишущий с дополнительным контактным устройством», «Дифманометр мембранный, дифференциально-трансформаторный», «Вторичный прибор, самопишущий, с регулирующим устройством, с сигнальным устройством и дистанционной передачей показания».

Во всех случаях в графе 7 указывают шифры приборов. При составлении заявочных и заказных ведомостей следует пользоваться каталогами или справочниками организаций, поставляющих оборудование.

Таким же путем составляются и заявочные ведомости на электроаппаратуру и на трубопроводную арматуру.

* Так надо называть термоэлектрические термометры — см. «Государственные стандарты СССР. Информационный указатель», 1978, № 10.

Заявочная ведомость на щиты и пульты составляется на базе функциональных схем и чертежей расположения щитов и пультов. Указывается их наименование; основные размеры обозначаются по ГОСТ, например «Щит шкафной с задней дверью ШШ-ЗД-2200×1000×600 ГОСТ 3244-68»; количество таких щитов.

При составлении заявочных ведомостей на трубы, кабели и провода используются разработанные в упрощенной форме схемы внешних трубных и электрических соединений и монтажные чертежи проводок по производственным помещениям. Для сложных объектов составляются журналы кабелей и труб, где для каждой линии определяют марки, сорта и размеры кабелей и труб (включая защитные) и их длину на данном участке, по журналам составляют свободные заявочные ведомости по отдельным маркам, сортам и размерам. В эти же ведомости включают заявочное количество металла в тоннах (для металлоконструкций и т. п.), основных неметаллических материалов (резины, прокладок и т. п.) в суммарном количестве, а также различных монтажных изделий (коробов, соединительных коробов, ниппелей, сальников и т. п.) в штуках.

Составляется также заявочная ведомость нестандартизованного оборудования со ссылкой на соответствующие чертежи.

В дальнейшем, в рабочих чертежах, все заявочные ведомости перерабатываются в уточненные заказные ведомости.

е) Сметы, пояснительная записка и прочие материалы

Одной из основных задач технического проекта является разработка сметы на приобретение приборов, средств автоматизации, щитов, пультов, машин, материалов для электрических и трубных соединительных проводок и прочих вспомогательных устройств, а также на их монтаж и наладку. Смета должна оставаться основным и неизменным документом на весь период строительства. На основе сметы производятся финансирование строительства и все расчеты между подрядчиком и заказчиком. Смета до ее окончательного утверждения согласовывается с соответствующими подрядными строительно-монтажными организациями, которые имеют право знакомиться со всеми материалами, подтверждающими объемы и стоимости работ.

Смета стоимости оборудования и монтажа устройств контроля и управления выделяется в самостоятельный раздел и выполняется на основании действующих прейскурантов и ценников по форме № 4 Инструкции СН 202-69. Смета состоит из разделов: оборудование, щиты и комплектующая аппаратура, трассы, материалы, не учтенные ценником на монтаж и строительные работы. Смета составляется отдельно на каждое здание или сооружение, по которым генеральный проектировщик составляет объектную смету. Соответственно должны быть разбиты и заявочные ведомости.

При определении стоимости монтажа по разделу «Оборудование» учитывается стоимость изготовления и монтажа отборных устройств, фланцев для регулирующих органов, сужающих устройств и ротаметров. Монтаж этих устройств в дальнейшем передается организациям, непосредственно занимающимся такими работами.

В стоимость щитов и пультов входит стоимость изделий и поставляемых вместе с ними аппаратуры, сборок зажимов, проводов и труб для подключения приборов и монтажа всех этих изделий.

В смете должны быть учтены дополнительные затраты при производстве работ на высоте.

Смета на оборудование и монтаж устройств контроля и управления включается в общую сводную смету по строительству объекта. В сводной смете отдельной строкой предусматривается резерв на непредвиденные работы и затраты в размере 10% стоимости строительства по техническому проекту (при двухстадийном проектировании) и 5% — по технорабочему проекту (при одностадийном проектировании).

Особая смета составляется по расходам на пробную эксплуатацию. В эту смету включаются расходы на дополнительные дежурства монтажного персонала.

Расходы на проектные работы устанавливаются по отдельной смете.

Пояснительная записка к техническому проекту содержит общую характеристику и основные показатели технологического процесса, для которого составляется проект. В пояснительной записке перечисляются особенности производства, кратко описывается принятая система оперативного управления, перечисляются материалы технического проекта и даются обоснования принятых решений, описывается принцип действия запроектиро-

ванных схем и оценивается технико-экономический эффект от реализации проекта.

Реальная экономия от внедрения АСУ может быть получена в основном за счет снижения удельных расходов топлива, снижения численности эксплуатационного персонала, т. е. повышения производительности труда и надежности оборудования. Количественная оценка экономии приближенно осуществляется на основе теоретических расчетов и статистического материала [1].

2-4. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

а) Назначение и содержание рабочих чертежей

Рабочие чертежи являются основным документом, по которому осуществляется реализация проекта.

По рабочим чертежам производятся монтажные работы, а также заказы на изготовление щитов и пультов управления, на приобретение проводов, кабелей, труб и монтажных деталей. В результате детальной проработки проекта выявляется мелкая вспомогательная аппаратура, которая также должна быть заказана дополнительно.

В состав проектных материалов, выполняемых в рабочих чертежах, входят:

- 1) структурные схемы контроля и управления;
- 2) функциональные схемы автоматизации технологических процессов;
- 3) общие виды щитов и пультов;
- 4) принципиальные, электрические, пневматические, гидравлические схемы автоматического регулирования, управления, защиты, блокировки, сигнализации и питания;
- 5) монтажные схемы щитов, пультов и т. п.;
- 6) схемы внешних электрических и трубных проводов;
- 7) планы расположения средств автоматизации и электрических и трубных проводов;
- 8) нетиповые чертежи установки средств автоматизации;
- 9) общие виды нестандартизованного оборудования;
- 10) пояснительная записка;
- 11) расчеты регулирующих дроссельных органов;
- 12) заказные ведомости (спецификации): приборов и средств контроля и управления; электроаппаратуры;

щитов и пультов; трубопроводной арматуры; кабелей и проводов; основных монтажных материалов и изделий; нестандартизованного оборудования.

Объем работ по составлению рабочих чертежей обычно сокращается за счет использования отраслевых и межведомственных нормалей (ОН и МВН) и чертежей типовых и закладных конструкций (ТК и ЗК).

б) Структурные и функциональные схемы. Общие виды щитов и пультов

Обычно структурные и функциональные схемы переносятся в состав рабочих чертежей из технического проекта с внесением изменений, сделанных на основании замечаний и принятых при утверждении технического проекта.

Общие виды щитов и пультов приходится иногда разрабатывать на стадии технического проекта. Это позволяет более точно определить размеры щитов и возможности их размещения в предназначенных для них помещениях.

Приборы на щитах должны размещаться с учетом достаточного места для прокладки соединительных проводов и труб на задней стороне лицевой панели. Минимально допустимые расстояния между различными приборами и аппаратурой приведены в [8].

При компоновке приборов и аппаратуры управления на щитах и пультах следует учитывать требования инженерной психологии и технической эстетики (§ 1-1). В простейших случаях в верхней части лицевой панели щита обычно размещают световые табло и сигнальные лампы. Ниже располагают приборы второстепенного значения. На уровне глаз человека среднего роста устанавливают наиболее важные приборы. Самопишущие приборы надо устанавливать так, чтобы для доступа к ним не требовалось применять специальные подставки.

На пульте аппаратуру часто устанавливают несимметрично, что уменьшает вероятность неправильных включений, особенно в аварийных условиях.

Для облегчения работы оператора применяют специальную раскраску аппаратуры на щитах и пультах.

Большое значение имеет применение мнемонических схем, устанавливаемых над щитом, пультом или в форме накладных разноцветных полос на рабочей поверхности пульта.

Основные размеры щитов и пультов в СССР стандартизованы. По ГОСТ 3244-68 полногабаритные щиты шкафного и панельного типа (рис. 2-7) имеют высоту 2200 мм и лицевую длину (ширину отдельных панелей) $L=600$; 800; 1000 и 1200 мм. Глубина шкафных щитов с боковыми дверями $B=800$; 1000 и 1200 мм, щитов с задними дверями $B=600$ и 800 мм. При расположении рядом нескольких шкафных щитов с боковыми дверями

Рис. 2-7. Габариты щитов.

a — шкафного с боковой дверью; b — панельного с каркасом.

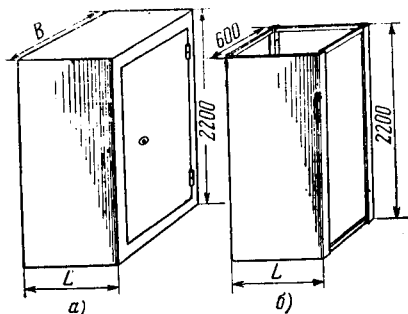
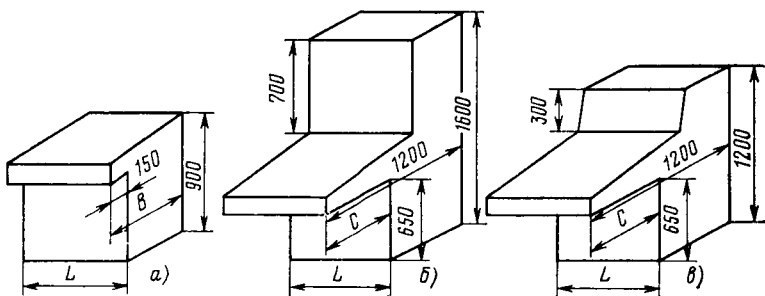


Рис. 2-8. Габариты пультов.

a — без приставки; b — с вертикальной приставкой; $в$ — с наклонной приставкой.



у части из них для сквозного внутреннего прохода могут отсутствовать одна или обе боковые стенки. Панельные щиты могут иметь опорный каркас. В порядке исключения могут быть применены щиты высотой 2400 и 2000 мм.

Малогабаритные щиты, устанавливаемые, как правило, на стенах, имеют меньшие размеры (см. ГОСТ 3244-68). В отдельных случаях щиты изготавливаются по ОСТ 36.13-76.

Стандартные пульты (рис. 2-8) выполняются шириной $L=600$, 800, 1000 и 1200 мм. Применяются пульты, непосредственно примыкающие к щиту (приставные) и

отдельно стоящие. Приставные пульта, выполняемые по рис. 2-8,а, имеют глубину $B=400$ и 600 мм, отдельно стоящие — глубину 600 и 800 мм. Пульта, выполняемые по рис. 2-8,б и в, изготавливаются со столами глубиной 800 мм, только отдельно стоящими. Размер $C=150$ и 550 мм.

Для пультов, выполняемых по рис. 2-8,б, допускается высота 1200 мм. Наклон стола у всех пультов, а также стенки у пульта принят 10° . Приставные пульта не имеют задней стенки. В передней стенке щита с таким пультом в месте примыкания выполняют вырез.

Все пульта выполняются с дверцами на передней стенке, а отдельно стоящие пульта имеют задние дверцы. Приборные панели (стола) пультов должны открываться назад на угол не менее 70° .

Многopанельные щиты и пульта часто устанавливают по дуге или под углом. Для щитов и пультов такого рода по ГОСТ предусмотрен ряд угловых вставок и вспомогательных панелей.

в) Принципиальные (элементные) схемы

Принципиальные (элементные) схемы определяют полный состав элементов и связей между ними и дают, как правило, детальное представление о принципах работы установки (ГОСТ 2.701-68).

Принципиальные (элементные) схемы по функциональным признакам могут быть схемами автоматического регулирования, управления, блокировки, сигнализации и т. п., а по условиям питания — электрическими, пневматическими и гидравлическими.

Принципиальные (элементные) электрические схемы обычно выполняются в форме развернутых. Развернутая схема составляется в порядке последовательности соединения электрических цепей без учета геометрических размеров и механических связей между элементами схемы. Все условные изображения элементов схем должны быть выполнены по системе ЕСКД.

Электрические схемы изображают обычно в обесточенном (выключенном) состоянии и при отсутствии внешних сил, воздействующих на подвижные части контактов. Контакты всех реле изображаются при этом либо в нормально-разомкнутом (нормально-открытом), либо в нормально-замкнутом (нормально-закрытом) состоянии. Термин «нормально» соответствует обесточенному

состоянию реле. Контакты устройств (датчиков) защиты показывают в положении, в котором они находятся при отключенном, неработающем устройстве (в «складском состоянии»).

Электрические схемы защиты часто даются в упрощенном начертании (изображение на схеме одного из нескольких параллельно включенных реле, исключение из схемы реле «размножающих» контактов, контактов конечных выключателей и т. п.).

В электрических схемах реле, контакты, переключатели и другие элементы схемы дополнительно обозначаются цифрами и буквенными индексами. Элементы одного и того же устройства, например обмотки реле и его контакты, имеют одинаковое обозначение.

Ниже приводятся некоторые из стандартизованных обозначений, использованных в электрической схеме на рис. 2-9.

Для примера на рис. 2-9 показана принципиальная схема защиты питаемого электронасоса ПЭН, соответствующая структурной схеме рис. 2-3.

На электрических схемах технологических защит изображаются источники информации о нарушении нормальной работы оборудования: сигнальные контакты приборов, конечные выключатели, блок-контакты, а также релейная логическая система. В аварийных ситуациях замыкаются (или размыкаются) контакты того или иного устройства (датчика) защиты и в релейную логическую схему поступает необходимая информация, реализующая требуемую программу действия защиты [17].

Электрические релейные системы рассчитаны обычно на использование серийно изготавливаемой аппаратуры: промежуточных реле серии РП, реле времени серии ЭВ и Е, указательных (сигнальных) реле типа РУ-21, ключей управления типа ПМО, накладок НКР и т. п.

В схеме на рис. 2-9 отдельно выделены: 1 — цепь управления электродвигателем ПЭН (контакт РЗ); 2 — цепь сигналов о действии защиты (сигнальными blinkерами); 3 — цепь сигналов о срабатывании одного прибора защиты из двух.

Схема защиты ПЭН имеет восемь неэлектрических устройств (датчиков) защиты: они обозначены 1Д, 2Д, ..., 8Д. Промежуточные реле обозначены 1РП, 2РП, ..., 5РП. Реле времени — 1РВ, ..., 4РВ. Сигнальные (указательные) реле — 1РУ, ..., 5РУ; реле защиты, воздействующие на цепь отключения двигателя, РЗ. Кроме того, в схеме предусмотрены резисторы (сопротивления) 1R и 2R и накладки 1Н, ..., 5Н, для перевода отдельных цепей только на сигнализацию без автоматического отключения двигателя, имеются контакты РПВ, РКН, и РКВ, от реле в пусковой схеме электродвигателя насоса, а также контакт РОБ от реле останова блока (из другой схемы защиты).

Одновременно с включением электродвигателя контактом РПВ, включается в действие схема защиты. При отключенном двигателе



Контакт коммутационного устройства, замыкающий (нормально разомкнутый)



То же, размыкающий (нормально замкнутый)



Контакт замыкающий с замедлителем при срабатывании



То же при возврате



Контакт размыкающий с замедлителем при срабатывании



То же при возврате



Контакт замыкающий, нажимной, остающийся с ручным возвратом (блинкер)



Контакт замыкающий у реле с механической связью (датчика, концевого выключателя и т. п.)



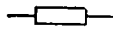
То же размыкающий



Переключатель на одно направление для двух положений, однополюсный (накладка)



Обмотка реле, контактора, магнитного пускателя (общее обозначение)



Резистор (сопротивление) нерегулируемый

схема защиты может быть включена ключом опробования защиты КОЗ.

В нормальном режиме работы ПЭН контакты 1Д, 2Д, ..., 7Д при значениях контролируемых давлений и расходов, близких к номинальным, находятся в разомкнутом положении. Разомкнут и контакт 8Д. Ток по обмоткам промежуточных реле и реле времени не протекает. Система защиты бездействует, но готова к работе.

Если во время работы ПЭН давление масла p_m в системе смазки упадет, то замкнется контакт 1Д. Ток пройдет по обмотке реле

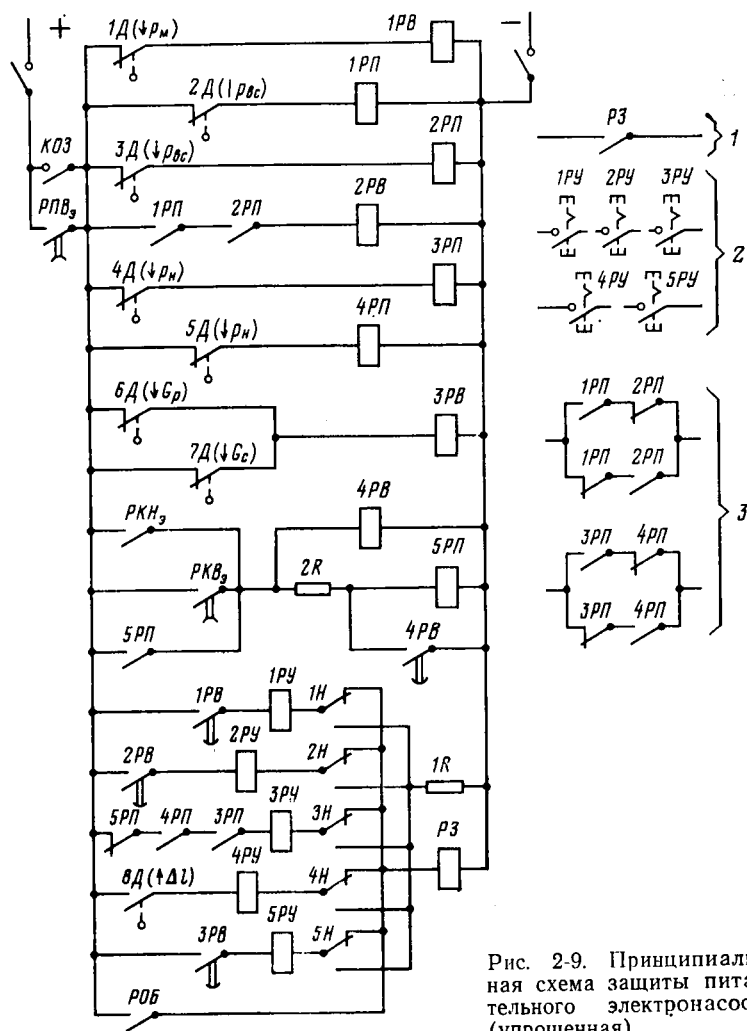


Рис. 2-9. Принципиальная схема защиты питающего электронасоса (упрощенная).

времени $1PB$, и после установленной выдержки времени замкнется контакт $1PB$. Тогда ток потечет по обмотке реле $1PY$ и реле защиты $PЗ$. В результате этого замкнется контакт $PЗ$ в пусковой цепи электродвигателя 1 и последний будет остановлен. Одновременно выпадет сигнальный блинкер $1PY$ (2).

Если понизится давление $p_{вс}$ на всасывающей стороне насоса и замкнутся контакты $2Д$ и $3Д$ (схема «два из двух»), то ток пойдет по обмоткам реле $1PP$ и $2PP$ и замкнутся контакты $1PP$ и $2PP$, включая реле $2PB$. После установленной выдержки времени замкнется контакт $2PB$, ток пойдет по обмоткам реле $2PY$ и $PЗ$. Насос, так же как и в предыдущем случае, будет остановлен, и выпадет сигнальный блинкер $2PY$.

Если замкнется только один контакт $2Д$ (или $3Д$), то реле $2PB$ не включится и насос будет продолжать работать. Но реле $1PP$ замкнет и разомкнет контакты $1PP$ в сигнальной цепи только одного прибора защиты.

Если упадет давление p_n на напорной стороне насоса и замкнутся контакты $4Д$ и $5Д$ (схема «два из двух»), то ток пойдет по обмоткам реле $3PP$ и $4PP$ и включится (без выдержки времени) через контакты $3PP$ и $4PP$ реле $3PY$ и $PЗ$. Насос остановится и выпадет сигнальный блинкер $3PY$.

При замыкании только одного из контактов $4Д$ или $5Д$ реле $3PY$ и $PЗ$ не включатся. Переключатся лишь контакты $3PP$ или $4PP$ в цепи 3 и будет подан сигнал о срабатывании только одного прибора защиты из двух.

При уменьшении расхода охлаждающей воды через ротор G_p или через статор G_o двигателя замкнутся контакты $6Д$ или $7Д$ и включится реле $3PB$ и через установленную выдержку времени замкнется контакт $3PB$. В результате включатся реле $5PY$ и $PЗ$. Насос остановится, и выпадет сигнальный блинкер $5PY$.

При недопустимо большом изменении осевого сдвига замкнется контакт $4PY$, включатся реле $4PY$ и $PЗ$. Насос остановится и выпадет сигнальный блинкер $4PY$.

При останове блока замыкается контакт $POБ$, включается реле $PЗ$ и насос останавливается.

При включении питательного электронасоса в работу давление питательной воды p_n со стороны нагнетания поднимется не сразу и защита от пониженного давления (контактами $4Д$ и $5Д$) может выключить еще не полностью развернувшийся насос. Во избежание этого при включении насоса от реле в пусковой схеме двигателя замыкается контакт PKB_a , который остается замкнутым примерно около 1 с. За это время включается реле $5PP$, которое самоблокируется контактом $5PP$ и размыкает контакт $5PP$, расположенный последовательно с контактами $3PP$ и $4PP$. Этим выключается действие защиты по понижению давления p_n .

Одновременно с реле $5PP$ включается реле времени $4PB$, которое через установленную выдержку времени замыкает контакт $4PB$. Этим контактом шунтируется реле $5PP$ — реле отключается и действие этой защиты снимается. Время выдержки реле $4PB$ выбирается достаточным для полного разворота насоса.

Аналогично протекает действие защиты при понижении напряжения в электрической цепи, питающей двигатель ниже минимально допустимого. В этом случае замыкается контакт PKH_a , действующий от реле в пусковой схеме двигателя.

В схеме управления ПЭН предусматривается выполнение ряда автоматических блокировок, запрещающих включение двигателя: при недостаточном давлении масла в системе смазки, при недостаточном давлении воды на стороне всасывания, при отсутствии протока воды через ротор и статор двигателя, а также при закрытом клапане из линии рециркуляции ПЭН.

При выключении двигателя сразу же выключается действие всех защит и срабатывания указательных реле (выпадение блинкеров) не происходит.

Отключение защит возможно при переводе накладок $1H, \dots, 5H$ в нижнее (на схеме) положение. В этом случае реле $PЗ$ отключается и защиты действуют лишь на указательные (сигнальные) реле.

Схемы технологической защиты и блокировки достаточно полно представлены в [1].

г) Монтажные схемы

Монтажными схемами или, по ЕСКД, схемами соединений (ГОСТ 2.701-68) называются схемы, показывающие соединение составных частей установки и провода, жгуты, кабели и трубопроводы, которые осуществляют эти соединения, а также места их присоединения и ввода. Часть схемы, показывающей внешние подключения изделия (в наших проектах — вне щитов и пультов), называется, по ЕСКД, схемой подключения. Схемы, определяющие относительное расположение составных частей установки, называются схемами расположения.

В проектах АСУ ТП схемы, которые координируют расположение приборов, аппаратуры и соединительных линий в пределах щита и пульта, называются коммутационными, а вне щитов и пультов без точной координации расположения приборов и линий — монтажными.

Для небольших и несложных установок монтажные и коммутационные схемы часто совмещают и выполняют в виде одной монтажно-коммутационной схемы. Монтажно-коммутационная схема представляет собой изображение обратной стороны щита или пульта, вычерченное в масштабе, и схематическое, безмасштабное изображение всех элементов и линий вне щитов.

Внутри щита стремятся выполнять однорядную раскладку проводов и труб, более простую и наглядную. Лишь при большом числе соединительных проводов применяют прокладку жгутами или многожильным кабелем. По ГОСТ 3244-68 в качестве коммутационных следует, как правило, использовать провода марок ПВ и ПВГ с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией

Сечением 0,75; 1 или 1,5 мм². Обычно прокладка проводов выполняется заводом, изготовляющим щиты и пульты. Термоэлектродные (компенсационные) провода при отсутствии коробок автоматической компенсации свободных концов термопар подводят к приборам обычно минуя сборки зажимов.

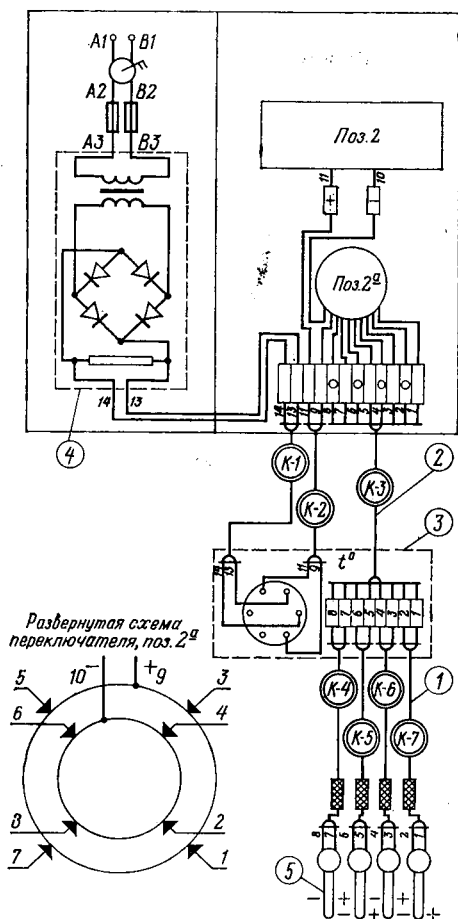


Рис. 2-10. Монтажно-коммутационная схема щита с одним милливольтметром с автоматической компенсацией температуры свободных концов термопар.

1 — термоэлектродные (компенсационные) провода; 2 — медные провода (кабель); 3 — соединительная коробка со встроенным устройством для автоматической компенсации температуры свободных концов; 4 — понижающий трансформатор с полупроводниковым выпрямителем; 5 — термоэлектрические преобразователи.

На рис. 2-10 показана простейшая монтажно-коммутационная схема щита с одним профильным милливольтметром, подсоединенным к четырем термоэлектрическим преобразователям с применением устройств (коробок) для автоматической компенсации температуры

свободных концов термопар. Схема дана в упрощенном виде: без экспликации¹ деталей и устройств, не перечисленных в заказных ведомостях, а также без указаний позиций термопреобразователей и места их установки.

На рис. 2-10 показана маркировка проводников в соответствии с ГОСТ 2.709-72. Маркировка служит средством опознавания проводников и может отражать их функциональное назначение и положение отдельных участков цепи в схеме.

Измерительные линии в цепи маркируются рядом цифр. Маркировка может содержать буквенную или цифровую приставку перед обозначениями, например А-401 или 1-211. Приставка может отделяться от цифровой маркировки дефисом. Электрическим цепям присваиваются определенные группы цифр в зависимости от их функциональных признаков.

Маркировочные цифры не должны повторяться, по крайней мере в пределах одного щита или пульта. Маркировка участков цепей не зависит от нумерации или условных обозначений зажимов, к которым присоединяются эти цепи. Условное обозначение зажимов может быть поставлено в скобках около основной маркировки.

Участки цепей, разделенные контактами или катушками реле, обмотками машин, сопротивлениями и другими элементами, должны иметь различную маркировку. Для отличия проводников с одинаковой маркировкой, относящихся к разным присоединениям, дополнительно вводится индекс-приставка.

В схемах постоянного тока участки цепей положительной полярности маркируются нечетными числами, а участки отрицательной полярности — четными. Участки цепей, не имеющие явно выраженной полярности или с переменной полярностью, маркируются любыми числами. В схемах переменного тока участки цепей маркируются добавлением перед цифрой буквы А, В или С, обозначающей фазу, или буквы N, присвоенной нейтралю.

Проводники на монтажных и коммутационных схемах и соответствующие им участки на развернутых схемах должны маркироваться одинаковыми индексами.

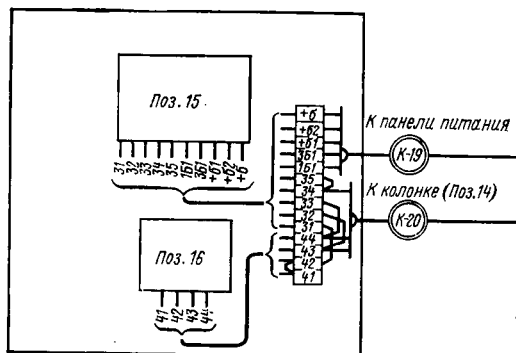
¹ Слово экспликация происходит от французского слова *explication*, обозначающего объяснение или толкование.

Маркировку проставляют около концов или в середине участка цепи:

при вертикальном расположении цепей слева от изображения цепи;

при горизонтальном расположении цепей, как правило, над изображением цепи.

В проектах АСУ ТП больших и сложных участков, например современных мощных котельных агрегатов, совместное выполнение монтажно-коммутационных схем трудоемко и поэтому их чаще изображают отдельно. Границей между монтажной (коммутационной) схемой щита или пульты и внешней монтажной схемой подключения служат обычно сборки зажимов (клемм) на щите или пульте, а для трубных линий — обрыв труб у щита (пульты).



Ключ дистанционного управления (Поз. 16)

Вид фланца (спереди) и пакетов (сзади) в положении „Отключено“		41	44
Тип рукоятки и пакетов	П-VI	2	
№ контактов	КУ-1	КУ-2	
Положения:	41-43	42-44	
Больше		×	—
Отключено		—	—
Меньше			×

Переключатель управления (Поз. 15)

Вид фланца (спереди) и пакетов (сзади) в положении „Автоматика“		+61	31	+62	151	+6	
Тип рукоятки и пакетов	П-IV	1	1	1			
№ контактов	ПУ-1	ПУ-2	ПУ-3	ПУ-4	ПУ-5		
Положения:	+61-32	31-361	+62-33	151-34	+6-35		
Автоматика		×	—	×	—	×	—
Дистанционное управление		—	×	—	×	—	—

Рис. 2-11. Коммутационная схема пульта с ключом дистанционного управления и переключателем управления,

Раскладку большого числа проводов в один ряд сделать трудно, поэтому их обычно соединяют в жгуты. На чертежах большое число линий объединяется в одну, с использованием фигурных скобок. Пример такого изображения показан на рис. 2-11. На рисунке показан фрагмент коммутационной схемы пульта с ключом и переключателем дистанционного управления. Внизу расположены диаграммы включения контактов переключателя и ключа управления. Диаграммы составляются для облегчения чтения принципиальных схем и для правильности подключения соответствующих электрических цепей. Диаграммы включения (замыкания) контактов составляются по каталогам и заводским инструкциям применительно к выбранным схемам работы.

На диаграммах включения (рис. 2-11) показывается: вид рукоятки переключателя или ключа спереди в положении «Отключено» (у ключей на два положения — в одном из них, например «Автоматика»); схема пакета в таком же положении для вида сзади; тип рукоятки и пакета;

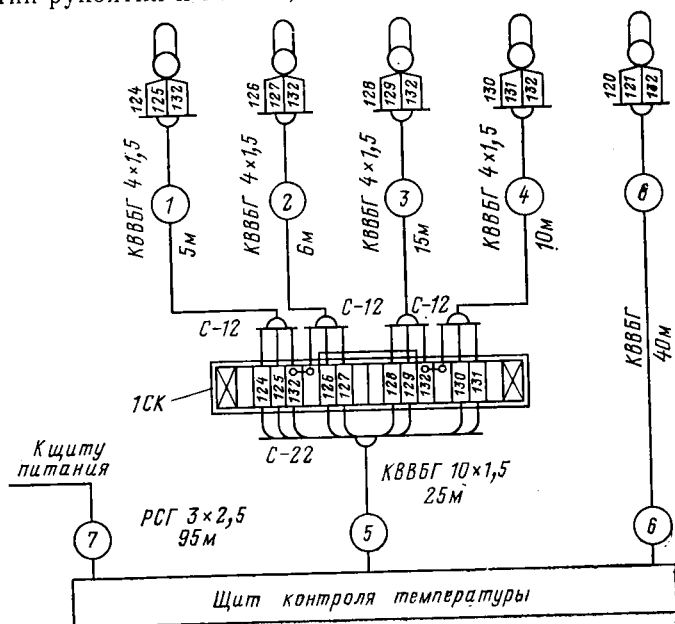


Рис. 2-12. Пример схемы внешних соединений (схемы подключения). 1СК — соединительная коробка; С-12; С-22 — сальники вводов в коробку.

номера контактов по монтажной схеме;
 возможные рабочие положения рукоятки;
 замыкания (X) контактов при положениях рукоятки,
 соответствующих назначениям: «Больше», «Отключено»,
 «Меньше», «Автоматика» и «Дистанционное управление».

При наличии у ключа лишних контактов следует использовать контакты, расположенные ближе к рукоятке (контакты с меньшими номерами).

Монтажные схемы внешних соединений (рис. 2-12 и 2-13) — схемы подключений — должны давать возможность определить все промежуточные устройства, кабели, трубы с их номерами по заявочным (заказным)

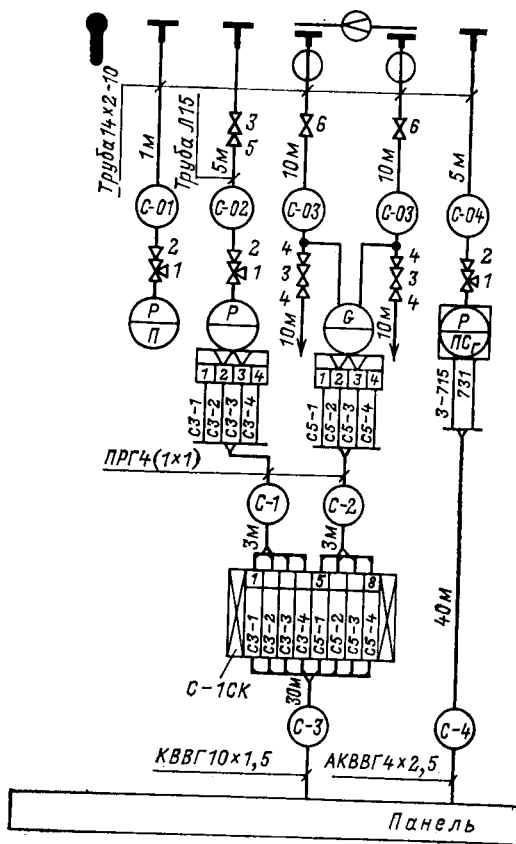


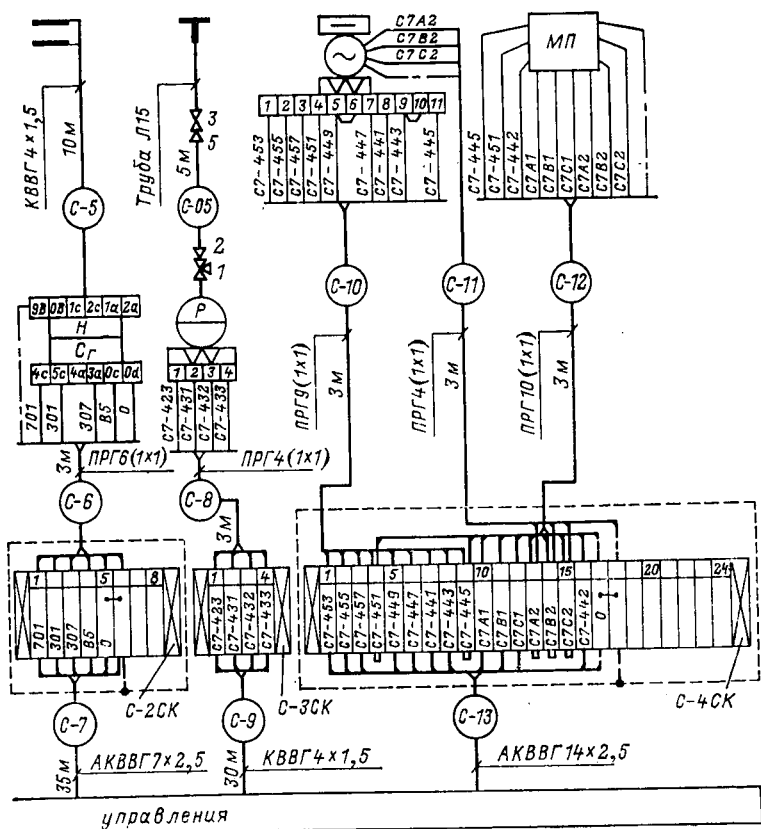
Рис. 2-13. Пример изображения внешних электрических и трубных

ведомостям, их характеристиками и длинами. Показывается маркировка сборок зажимов и даются другие необходимые обозначения и номера по заказным ведомостям.

В справочной литературе [5, 7, 8, 18] приводятся различные виды и формы выполнения монтажных схем всех наименований.

д) Условия совместной прокладки электрических цепей различного назначения

При выборе кабелей для электрических соединительных линий и их прокладывании следует иметь в виду



проводок (схемы внешних соединений).

возможность возникновения низкочастотных (50 Гц) помех от одних устройств на другие, в результате которых могут возникнуть большие дополнительные погрешности при передаче измерительной информации.

Порядок совместной прокладки электрических линий подробно изложен в руководящих материалах РМ4-70-67 (Указания по совместной прокладке электрических измерительных цепей, ПҚБ-12*, 1967).

Для электрических линий различного назначения в принципе возможны использование жил одного кабеля и совместная прокладка в общей защитной трубе разных кабелей и проводов, за исключением проводов от термоэлектрических преобразователей (термопар) и термопреобразователей сопротивления, которые обычно прокладываются отдельно от других линий.

Преобразователи (датчики) различных измерительных приборов могут создавать помехи для работы других приборов и вызывать дополнительные погрешности. Помехи получаются тем больше, чем больше длина совместно проложенных линий. Наиболее сильные помехи создают приборы с ферродинамической системой передачи.

Совершенно недопустима совместная прокладка в одном кабеле линий от ферродинамических преобразователей с линиями от дифференциально-трансформаторных преобразователей, а также с линиями от термопреобразователей сопротивления и термопреобразователей (термопар). В одной защитной трубе или в рядом идущих небронированных кабелях линии от ферродинамических датчиков можно прокладывать вместе только с измерительными линиями к электронным потенциометрам и только на небольшие расстояния — до 25 м.

На небольшие расстояния (до 25 м) допустимо прокладывать также линии от одного или двух дифференциально-трансформаторных преобразователей и от термоэлектрических преобразователей или термопреобразователей сопротивления в одной защитной трубе и даже в одном общем кабеле. Однако в таких случаях совместная прокладка линий от трех дифференциально-трансформаторных преобразователей оказывается недопустимой.

Линии от термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления друг на друга

* Теперь ГПИ Проектмонтажаавтоматика.

практически не влияют. Их можно объединять вместе без каких-либо ограничений.

Измерительные цепи от преобразователей (датчиков) к регуляторам Московского завода тепловой автоматики (МЗТА) при расстояниях до 50 м почти во всех комбинациях допустимо прокладывать совместно. Возникающие дополнительные погрешности не превышают зоны нечувствительности регуляторов.

В одной защитной трубе провода и кабели с жилами из разного материала обычно не прокладываются. Не следует также прокладывать в одной трубе цепи взаимно резервирующих устройств.

От низкочастотных (50 Гц) помех во всех случаях хорошо защищают стальная броня, а также защитные стальные трубы. Свинцовая оболочка защищает от помех значительно хуже.

е) Прочие рабочие чертежи и материалы

Для больших сложных установок составляются планы расположения средств АСУ ТП (местных приборов, преобразователей, исполнительных механизмов и пр.) и чертежи прокладки электрических и трубных проводок, часто называемые схемами или чертежами направления трасс. Эти чертежи обычно выполняются в масштабе основных чертежей расположения оборудования в производственном помещении, а иногда непосредственно на этих чертежах. Чертежи направления трасс обычно схематизируются.

По чертежам или схемам направления трасс определяются конкретные места установки промежуточных устройств — сборок коммутационных зажимов, коробок автоматической компенсации свободных концов, дренажных устройств и т. п.

Каждая соединительная линия на схемах направления трасс нумеруется в соответствии с маркировкой, принятой в монтажных схемах. При необходимости на чертежах делаются разъясняющие примечания и ссылки на другие материалы проекта.

Техника выполнения и возможные формы чертежей внешних трубных и электрических проводок подробно излагаются в [7] и других справочных пособиях [5, 8, 18].

Чертежи установки приборов и специальные конструкции разрабатываются лишь в случае невозможности

использования типовых чертежей. Чертежи должны позволить произвести установку приборов и изготовление дополнительных деталей.

Расчеты дроссельных регулирующих органов выполняются в случаях необходимости.

Порядок составления заказных ведомостей изложен в § 2-3.

ж) Компенсация температурных удлинений трубных проводок

При проектировании направления трубных проводок должен быть решен вопрос о компенсации температурных удлинений труб, возникающих на нормальных режимах работы, а также на временных, например при продувках линий у манометров.

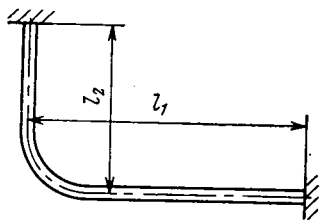


Рис. 2-14. Схема к расчету компенсации тепловых удлинений.

Тепловое удлинение Δ_1 может быть скомпенсировано самим трубопроводом, если расстояния l_1 и l_2 от неподвижных точек трубопровода имеют определенные значения (рис. 2-14).

Тепловое удлинение Δ_1 , м, участка труб подсчитывается по формуле

$$\Delta_1 = \alpha l_1 \theta,$$

где α — коэффициент линейного расширения материала трубы, равный для стали $0,000012 \text{ K}^{-1}$, для меди $0,0000165 \text{ K}^{-1}$ и для винипласта $0,00007 \text{ K}^{-1}$; l_1 — длина участка трубопровода, м; θ — изменение температуры трубопровода, $^{\circ}\text{C}$ (или K).

Тепловое удлинение Δ_2 , м, которое может быть скомпенсировано принятым участком трубопровода длиной l_2 , вычисляется по уравнению

$$\Delta_2 = \frac{k_n l_2^2}{1,5 E D},$$

где E — модуль упругости материала труб (для стали 210 000 МПа, для меди 90 000 МПа и для винипласта 4000 МПа); D — наружный диаметр трубы, м; l_2 — длина участка, воспринимающего тепловое удлинение, м; k_n — допускаемое напряжение материала труб на изгиб

(для стали 80 МПа, для меди 30 МПа и для винипласта 4 МПа).

По [15], в проекте должно быть указано на каких расстояниях от поворота (изгиба) следует закреплять трубы. Если самокомпенсация трубопровода недостаточна, то применяются специальные П-образные компенсаторы из бесшовных труб [19]. Компенсаторы устанавливают также в местах перехода через температурные швы зданий [15]. Место установки компенсаторов должно быть указано в проекте.

Проектные работы, выполненные в установленные сроки, с исчерпывающей полнотой, не требующие исправлений, доделок и переделок, дают возможность высококачественно и своевременно осуществить монтажные работы.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПОДГОТОВКА И ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

3-1. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖНЫХ РАБОТ И СТРУКТУРА МОНТАЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Подготовка и организация работ по монтажу технических средств АСУ ТП включают мероприятия по инженерно-технической, организационной и материально-технической подготовке монтажных работ. При этом основными направлениями технического совершенствования монтажного производства являются:

- широкое внедрение индустриального полносборного метода производства монтажных работ с централизованной поставкой на монтажную площадку (строительство промышленного объекта) укрупненных конструкций, узлов, блоков и монтажных изделий систем автоматизации, изготовленных в заводских условиях;

- применение унифицированных и типизированных монтажных изделий, конструкций и узлов;

- проведение монтажных работ с использованием более эффективных изделий, конструкций и материалов;

- внедрение научных методов организации труда — НОТ;

- применение новой формы обеспечения объектов строительства материально-техническими ресурсами с центра-

лизованной поставкой материалов изделий, конструкций, узлов и отдельных приборов управлением производственно-технологической комплектации — УПТК в соответствии с комплекточными ведомостями и с утвержденными сроками поставки;

выполнение проекта производства работ.

Основным способом выполнения строительно-монтажных работ на энергетических объектах является подрядный способ, при этом организация и выполнение всех строительных и монтажных работ возлагаются на строительную организацию (строительное управление—СУ)—генерального подрядчика (генподрядчик), который, по

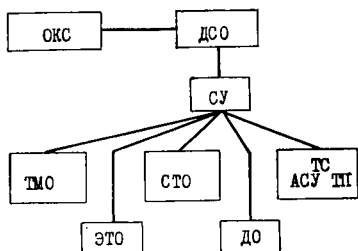


Рис. 3-1. Организационная структура руководства строительно-монтажными работами на энергетическом объекте.

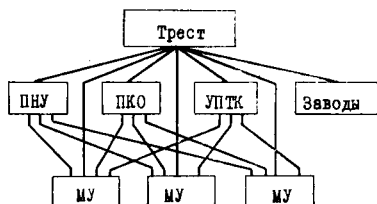


Рис. 3-2. Организационная структура треста по монтажу технических средств АСУ ТП.

поручению отдела капитального строительства (ОКС), несет ответственность за сроки выполнения отдельных строймонтажных работ и ввода в эксплуатацию объекта в целом, качество строительных работ, а также за соответствие стоимости строительства объекта утвержденной смете. Права заказчика осуществляет дирекция строящегося объекта (ДСО). Для выполнения специальных монтажных работ при строительстве энергетического объекта (монтаж тепломеханического, электротехнического, сантехнического и другого оборудования—ТМО, ЭТО, СТО и ДО, а также оборудования технических средств ТС АСУ ТП) генподрядчик, который, как правило, выполняет строительные работы, приглашает специализированные монтажные организации, именуемые подрядчиками или субподрядчиками, которые по подрядным договорам с генподрядчиком выполняют специальные монтажные работы (рис. 3-1).

Работы по монтажу технических средств АСУ ТП на всех объектах строительства тепловых и атомных электростанций выполняет Министерство энергетики и электрификации СССР (Главэлектромонтаж), а на других промышленных и непромышленных объектах — Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР (Главмонтажавтоматика) и ряд организаций других министерств.

Главэлектромонтаж и Главмонтажавтоматика в своем составе имеют монтажные тресты, которые через монтажные управления, входящие в их состав, выполняют работы по монтажу и наладке технических средств АСУ ТП по подрядным договорам с генподрядчиком или непосредственно с заказчиком.

В состав треста входят специализированные подразделения: монтажные и пуско-наладочные управления, проектно-конструкторские организации, промышленные предприятия (заводы) и управления производственно-технологической комплектации (рис. 3-2).

Пуско-наладочные управления (ПНУ) выполняют объем работы по наладке технических средств АСУ ТП и ведут стендовую поверку и наладку технических средств. Пуско-наладочные управления во всех монтажных управлениях имеют пуско-наладочные участки.

Проектно-конструкторские организации (ПКО) занимаются разработкой и выпуском различных руководящих и информационных материалов по проектированию, монтажу и наладке технических средств АСУ ТП, проектов производства работ для технически сложных и крупных объектов, а также разработкой новых приборов, специализированного инструмента, средств малой механизации, разработкой и унификацией монтажных изделий, конструкций, блоков и т. п. Проектно-конструкторские организации во всех монтажных управлениях имеют свои филиалы.

Промышленные предприятия (заводы) выполняют работы по изготовлению щитов и пультов, клеммных ящиков и коробок, типовых и унифицированных монтажных изделий, деталей, конструкций, узлов, специализированного инструмента, средств малой механизации и т. п.

Управление производственно-технологической комплектации (УПТК) обеспечивает

через монтажные управления необходимыми материальными и техническими ресурсами и централизованно осуществляет поставку щитов и пультов, различных металлоконструкций, монтажных изделий, деталей, материалов, инструмента, приспособлений, средств малой механизации, а для полносборных монтажей — комплектную поставку оборудования технических средств АСУ ТП.

Выполнение возложенных функций УПТК осуществляется в тесном взаимодействии с монтажными управлениями, проектно-конструкторскими организациями треста, а также заводами.

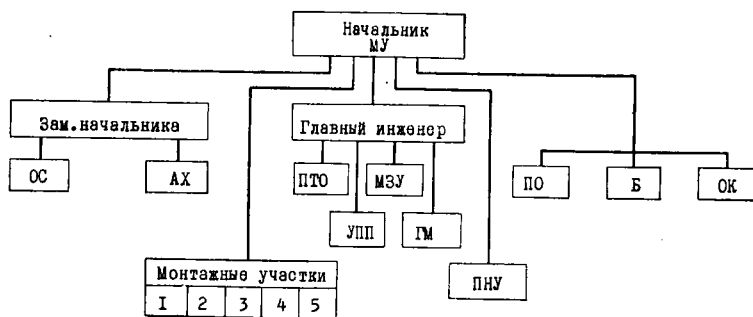


Рис. 3-3. Организационная структура монтажного управления по монтажу технических средств АСУ.

МУ — монтажное управление; ПТО — производственно-технический отдел; УПП — участок подготовки производства; МЗУ — монтажно-заготовительный участок; ГМ — главный механик; ПНУ — пуско-наладочный участок; ОС — отдел снабжения; АХ — автохозяйство; ПО — плановый отдел; Б — бухгалтерия; ОК — отдел кадров.

Монтажные управления (МУ) выполняют монтаж и наладку технических средств АСУ ТП с ежегодным объемом работ на сумму 3—5 млн. руб. с количеством работающих 200—400 чел.

Монтажные управления (рис. 3-3) в своем составе имеют подразделения: монтажные участки, монтажно-заготовительный участок, участок подготовки производства, пуско-наладочный участок, производственно-технический отдел и др.

Монтажно-заготовительный участок (МЗУ) — организационно обособленное структурное подразделение в составе монтажного управления или участка. Повышение сборности монтажных работ осуществляется за счет перенесения возможно большего объема

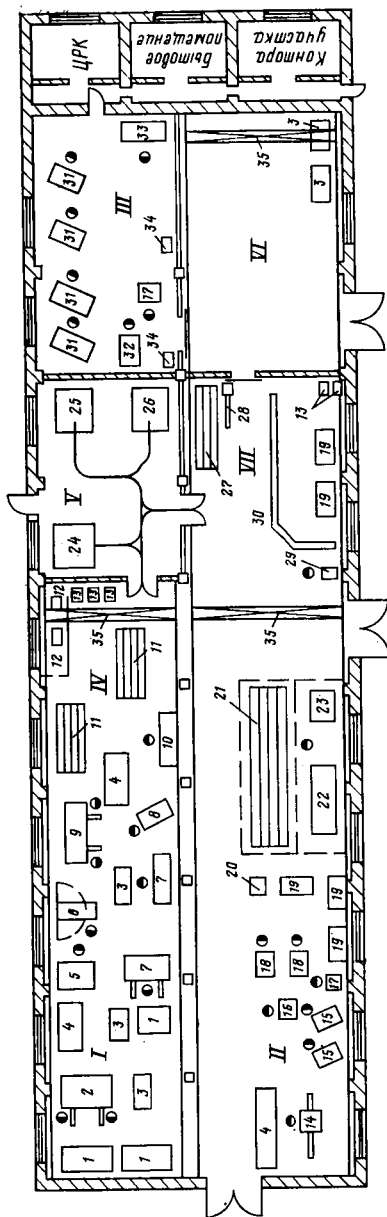


Рис. 3-4. Примерная планировка отделений МЗУ.

I — слесарно-заготовительное отделение; II — трубозаготовительное; III — механическое; IV — сварочно-сборочное; V — окрасочное; VI — коммутационное; VII — сборочное; I — стол-накопитель; 2 — ножницы листовые кривошипные; 3 — стол; 4 — стеллаж-накопитель; 5 — планта разметочная; 6 — станок радиально-сверлильный; 7 — станок для вырубки отверстий в листах; 8 — пресс-ножницы; 9 — пресс листогибочный кривошипный; 10 — станок разметочный; 11 — стелды сварочно-сборочные; 12 — компрессоры передвижные; 13 — трансформатор сварочный; 14 — станок кривошипный одноосевой; 15 — станок резьбонарезной; 16 — станок трубогибочный; 17 — станок вертикально-сверлильный; 18 — пресс кривошипный одноосевой; 19 — верстак слесарный; 20 — насос для гидравлических испытаний; 21 — стелд для сборки трубных блоков; 22 — стелд для жгутовки проводов; 23 — барабан сматывающий; 24 — моечная камера; 25 — окрасочная камера; 26 — сушильная камера; 27 — стелд для сборки длиномерных конструкций; 28 — сварочный полуавтомат; 29 — станок для резки монтажных изделий; 30 — стелд для сборки штифтовых блоков; 31 — токарно-винторезный станок; 32 — универсально-фрезерный станок; 33 — плоскошлифовальный станок; 34 — точильный станок; 35 — кран-балка грузоподъемностью 3 т.

работ из монтажной зоны в МЗУ, где собирают укрупненные узлы и блоки, стенды и различные металлоконструкции, поставляемые в монтажную зону в готовом для монтажа виде.

Монтажно-заготовительный участок в своем составе имеет отделения (рис. 3-4): слесарно-заготовительное (I), трубозаготовительное (II), механическое (III), сварочно-сборочное (IV), окрасочное (V), коммутационное (VI), сборочное (VII).

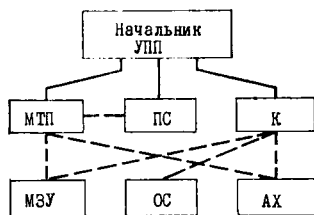


Рис. 3-5. Основные производственные связи участка подготовки производства.

Участок подготовки производства (УПП) является организационно обособленным структурным подразделением монтажного управления и подчиняется главному инженеру управления. Участок включает в себя группы:

монтажно-технологической подготовки (МТП), проектно-сметную (ПС), комплектации (К) (рис. 3-5).

Группа монтажно-технологической подготовки обеспечивает:

проверку комплектности основной проектной документации;

выдачу проектно-конструкторским организациям заданий на разработку для крупных и технически сложных объектов проекта производства работ (ППР);

подготовку и выдачу заказов монтажно-заготовительным участкам на изготовление монтажных изделий, конструкций, узлов и блоков;

оформление заявок и комплектовочных ведомостей на материалы, изделия, оборудование;

осуществление контроля за внедрением ППР.

Проектно-сметная группа совместно с монтажно-наладочным персоналом изучает основную проектную документацию и, если проект не удовлетворяет установленным требованиям, дорабатывает его, привлекая проектные организации. Кроме того, проектная группа выполняет проект производства работ, проверяет сметную документацию, а также разрабатывает рекомендации по унификации и типизации монтажных изделий конструкций и узлов.

Группа комплектации с входящими в ее состав отделом снабжения (ОС) и автохозяйством (АХ) принимает оборудование и материалы заказчика и генподрядчика в соответствии с комплектовочными ведомостями и заявками; передает приборы и оборудование наладочному персоналу для выполнения их стендовой

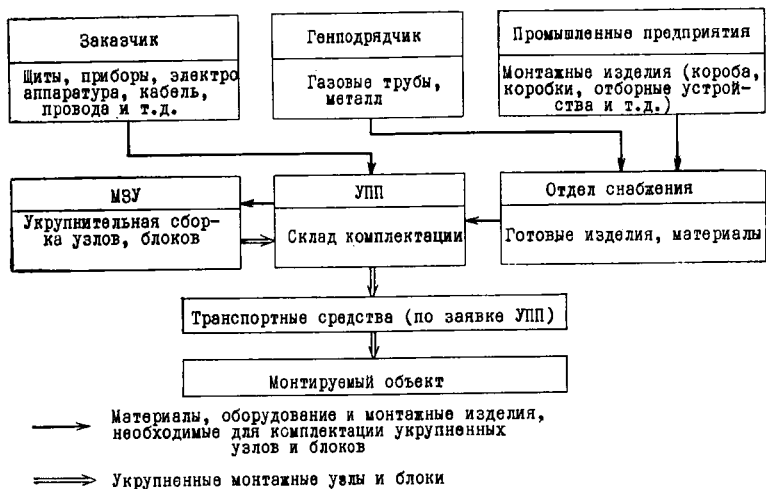


Рис. 3-6. Материальный поток и комплектация монтируемого объекта.

поверки; комплектует объекты монтажа готовыми изделиями, узлами, блоками, приборами, аппаратурой и материалами в соответствии с комплектовочными ведомостями, отгружает и транспортирует готовые изделия узлов и блоков на объект монтажа (рис. 3-6).

3-2. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

а) Разработка проекта производства работ

Особое место в инженерно-технической подготовке работ по монтажу технических средств АСУ ТП занимает обеспечение объектов монтажа проектной документацией, проектами производства работ (ППР), инструкциями, нормами, ценниками и другой документацией.

Для производства монтажных работ промышленными методами необходимо иметь проектную документацию

цию, по которой можно изготовить в заводских условиях все необходимые конструкции, узлы и блоки и затем в сжатые сроки провести их установку на объекте монтажа. Если основная проектная документация не удовлетворяет полностью требованиям выполнения полного сборного монтажа, монтажные организации разрабатывают дополнительную проектную документацию — проект производства работ*, предусматривающий исключение из монтажной зоны всех работ по изготовлению изделий, конструкций, узлов и блоков и перевод их в условия промышленных предприятий и производственных баз с тем, чтобы выполнять монтаж методом крупноблочной сборки изделий заводского изготовления.

Проект производства работ является основным документом по организации и проведению монтажа технических средств АСУ ТП и повышению организационно-технического уровня производства монтажных работ на базе использования достижений науки и техники.

В состав ППР должна входить следующая проектная документация:

1. Пояснительная записка. В пояснительной записке излагается краткая характеристика монтажного объекта, выбираются места и способы прокладки трасс трубных и электрических проводок, места установки щитов, пультов, отборных устройств, приборов и аппаратуры, расположенных вне щитов, регулирующих органов, обосновываются замены основных материалов и изменение конструктивных решений, заложенных в основном проекте автоматизации, описываются особенности технологии производства отдельных видов монтажных работ, даются указания о перемещении и подъеме крупногабаритных узлов и блоков, поясняющие технологическую маршрутную карту такелажных работ, а также описываются используемый инструмент и приспособления, правила по технике безопасности и санитарно-гигиеническому обслуживанию рабочих.

2. Ведомость физических объемов работ, подлежащих выполнению монтажной организацией, которая составляется на основании проектно-сметной документации, ценников, единых норм и расценок (ЕНиР) и местных норм.

* Иногда ППР выполняется в проектных организациях.

3. Спецификации монтажных изделий, изготавливаемых МЗУ, поставляемых заводами, монтажных материалов по поставщикам, на щиты и пульты.

4. Рабочие чертежи или эскизы на нетиповые и неунифицированные изделия,

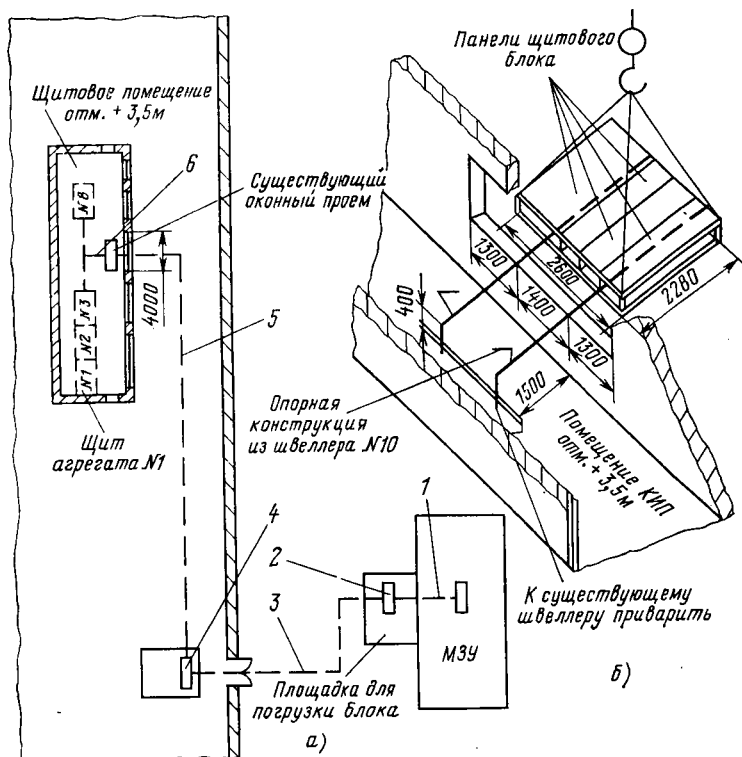


Рис. 3-7. Технологическая карта перевозки и установки укрупненных блоков щита.

а — последовательность перевозки и установки блоков щита; б — подача блоков щита в щитовое помещение. Операции (рис. 3-7,а): 1 — транспортировка блока на площадку для перегрузки (0,5 ч); 2 — погрузка и крепление блока на автомашине (0,5 ч); 3 — транспортировка блока (1,5 ч); 4 — строповка блока и подъем его мостовым краном (0,5 ч); 5 — транспортировка блока мостовым краном в щитовое помещение (0,5 ч); 6 — установка блока в щитовом помещении (0,5 ч).

Применяемые транспортные и такелажные средства: автомашина ($Q=3$ т) — 1 шт.; автопогрузчик ($Q=3$ т) — 1 шт.; мостовой кран ($Q=10$ т) — 1 шт.; ручная лебедка — 1 шт.; катки из труб 2" ($l=1$ м) — 6 шт., конструкция по черт. 1941-05-01 — 2 шт.

Примечания: 1. В помещении КИП щитовые блоки следует передвигать на раме по каткам.

2. Подъем и строповку блоков производить существующими в МЗУ средствами грузоподъемностью 3 т.

3. Перед погрузкой блоков на автомашину выполнить пробный подъем с целью проверки правильности строповки.

узлы и конструкции, общие виды которых входят в объем основной проектной документации.

5. Рабочие чертежи по уточнению разбивки трубных или электрических проводок на блоки.

6. Ведомость отборных устройств и первичных приборов, монтируемых непосредственно в технологические трубопроводы и оборудование смежными строительными-монтажными организациями, с указанием сроков передачи их строительным-монтажным организациям с учетом возможности своевременного их монтажа.

7. Перечень строительных сооружений и закладных деталей для монтажа технических средств АСУ ТП, где указываются строительные проемы, необходимые для монтажа крупногабаритного оборудования, и сроки сдачи этих сооружений под монтаж технических средств АСУ ТП.

8. Технологические маршрутные карты такелажных работ при крупноблочном и полносборном монтаже (рис. 3-7), представляющие собой схемы маршрутов перемещения крупных узлов, блоков щитов от МЗУ до места монтажа. На маршрутной карте указываются места установки автокранов и других грузоподъемных механизмов, площадки для складирования грузов, ограждение монтажной зоны и прочие приспособления, необходимые для выполнения такелажных работ.

9. Комплектующие ведомости на приборы, аппаратуру, исполнительные механизмы и регулирующие органы, поставляемые заказчиком, и укрупненные узлы, блоки и стенды, собираемые МЗУ.

10. Сетевой график на производство работ по монтажу технических средств АСУ ТП, показывающий технологическую последовательность, продолжительность и взаимосвязь между видами работ.

Проект производства работ утверждается главным инженером монтажного управления.

б) Сетевой график

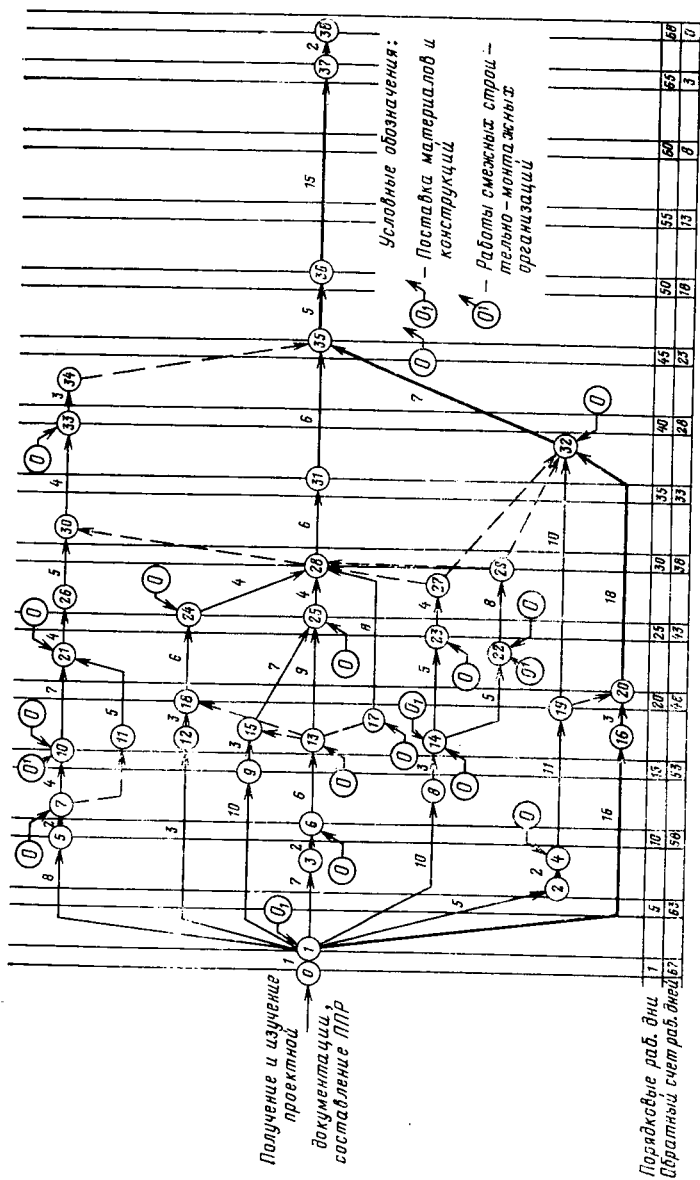
Сетевой график [8] составляется на основании проектной документации, ППР, сметы и других материалов с учетом достигнутого уровня производительности труда на всех видах входящих в него работ. Время начала и окончания работ по монтажу технических средств

АСУ ТП монтируемого объекта определяется из совмещенного сетевого графика строительства объекта в целом.

На рис. 3-8 показан сетевой график производства работ по монтажу технических средств АСУ ТП для одного из промышленных объектов.

Работой вообще называется трудовой процесс, сопровождаемый затратами времени, трудовых и материальных ресурсов. На сетевых графиках работа обозначается сплошной линией, на которой указывается ее продолжительность в рабочих днях. Работой также называется процесс ожидания или технологическая зависимость. Такой вид работы обозначается штриховыми линиями.

- В сетевом графике приняты следующие виды работ:
- 0—1 Выдача заданий МЗУ и смежным организациям
 - 1—2 Изготовление ненормализованных конструкций под трубные проводки
 - 1—3 Изготовление ненормализованных конструкций под защитные трубы, короба, кабели, соединительные коробки
 - 1—5 Изготовление ненормализованных конструкций для монтажа щитов и пультов
 - 1—8 Изготовление ненормализованных конструкций под исполнительные механизмы и местные приборы
 - 1—9 Изготовление блоков защитных труб
 - 1—12 Комплектование коробов
 - 1—16 Изготовление блоков трубных проводок
 - 2—4 Транспортировка ненормализованных конструкций под трубные проводки
 - 3—6 Транспортировка ненормализованных конструкций под защитные трубы, короба, кабели, соединительные коробки
 - 4—19 Установка конструкций под трубные проводки
 - 5—7 Транспортировка ненормализованных конструкций для монтажа щитов и пультов
 - 6—13 Установка конструкций под защитные трубы, короба, кабели и коробки
 - 7—10 Установка конструкций под монтаж щитов и пультов
 - 8—14 Транспортировка ненормализованных конструкций под исполнительные механизмы и местные приборы
 - 9—15 Транспортировка блоков защитных труб



- 10—12 Установка щитов и пультов
- 11—21 Установка конструкций под электрические и трубные проводки между щитами и пультами
- 12—18 Транспортировка коробов
- 13—25 Прокладка одиночных защитных труб и установка соединительных коробок
- 14—22 Установка конструкций под местные приборы
- 14—23 Установка конструкций под исполнительные механизмы
- 15—25 Монтаж блоков защитных труб
- 16—20 Транспортировка блоков трубных проводок
- 17—28 Прокладка кабеля по конструкциям
- 18—24 Установка коробов
- 19—32 Прокладка одиночных трубных проводок
- 20—32 Монтаж блоков трубных проводок
- 21—26 Прокладка электрических и трубных проводок между щитами и пультами
- 22—29 Установка местных приборов
- 23—27 Установка исполнительных механизмов
- 24—28 Прокладка кабелей и проводов в коробах
- 25—28 Затяжка проводов в защитные трубы
- 26—30 Разделка жил кабеля и проводов для подключения к щитам и пультам.
- 28—31 Разделка жил кабелей и проводов для подключения к местным приборам, исполнительным механизмам и т. д.
- 31—35 Прозвонка жил кабелей и проводов и подключение их к приборам, исполнительным механизмам и т. д.
- 32—35 Испытание и подключение трубных проводок к приборам, исполнительным механизмам и т. д.
- 33—34 Установка приборов на щитах и пультах
- 35—36 Индивидуальное опробование приборов и средств АСУ ТП
- 30—33 Прозвонка жил кабелей, проводов и подключение их к щитам и пультам
- 36—37 Наладка приборов и средств автоматизации
- 37—38 Сдача объекта в эксплуатацию
- 01—1 Поставка труб и коробов в МЗУ
- 0—4 Поставка нормализованных конструкций под трубные проводки

Утверждаю (генподрядчик)											
ГРАФИК											
производства работ по монтажу приборов и средств автоматизации на...Начало работ...Окончание работ...											
№ п/п	Наименование видов работ	Объем работ		Состав звена на единицу (сл.-слесари св.-сварщики м.-монтеры)	Трудозатраты, чел.-дни	Время производства работ				Примечание	
						май					
		Ед. изм.	К-во	Стоимость работ	на ед. на весь объем "К"	Ид	Шд	Ид	Шд		
1.	Изучение технической документации и знакомство с объектом										
2.	Организация мастерских (рабочие места)										
3.	Составление заявок										
Заготовительные работы											
1.	Конструкции под приборы	шт.			$Сл. \frac{2}{3}; \frac{1}{5}$	$Сл. \frac{1}{5}$	0,16				
2.	Бескаркасные блоки из медных труб до 12 мм	1 м труб			$Сл. \frac{1}{3}; \frac{1}{4}$	$Сл. \frac{1}{4}$	0,07				
п	Опорные конструкции для трубных олоков	100 шт.		-	$Сл. \frac{2}{3}; \frac{1}{4}$	$Сл. \frac{1}{4}$	3,6				

Составил: Прораб (мастер) Составовано: (заказчик)

Рис. 3-9. Линейный график на выполнение работ по монтажу технических средств АСУ ТП.

- 0—6 Поставки нормализованных конструкций под защитные трубы, короба, кабели и соединительные коробки
- 0—7 Поставка нормализованных конструкций для монтажа щитов и пультов
- 0—10 Поставка щитов и пультов
- 01—10 Устройство проемов для блоков щитов
- 0—13 Поставка защитных труб и соединительных коробок
- 0—14 Поставка нормализованных конструкций под исполнительные механизмы и местные приборы
- 01—14 Поставка отборных устройств
- 0—17 Поставка кабеля для прокладки между местными приборами, исполнительными механизмами и т. д.
- 0—21 Поставка кабеля и проводов для прокладки между щитами и пультами
- 0—22 Поставка местных приборов
- 01—22 Врезки в технологические трубопроводы
- 0—23 Поставка исполнительных механизмов
- 0—24 Поставка кабелей и проводов
- 0—25 Поставка проводов
- 0—32 Подача по заявке сжатого воздуха и воды
- 0—33 Поставка щитовых приборов

Работы от начального события до конечного под № 38 (рис. 3-8) ведутся параллельно по нескольким путям.

Путь, имеющий максимальную продолжительность работ по сравнению с другими путями, называется критическим. На рис. 3-8 критический путь проходит через события 0—1—16—20—32—35—36—37—38.

Оптимальный сетевой график сокращает общую продолжительность монтажных работ. Оптимизация возможна:

за счет сокращения продолжительности работ по отдельным участкам критического пути без изменения топологии сетевого графика (увеличение численности рабочей силы и сменности);

путем пересмотра технологии монтажа с целью ее совершенствования (перенос работ из монтажной зоны на монтажно-заготовительные участки и специализированные заводы);

за счет расчленения и параллельного выполнения работ.

Сетевой график, представленный на рис. 3-8, распространяется только на работы по монтажу технических средств АСУ ТП и является локальным. Для других параллельно выполняющихся строительно-монтажных работ составляются свои локальные сетевые графики. Процесс увязки и объединения локальных сетевых графиков в один общий (совмещенный) сетевой график называется сшиванием. Для осуществления процесса сшивания устанавливаются граничные события, общие для сшиваемых локальных графиков.

Предварительные затраты труда на выполнение монтажных работ определяются исходя из сметной стоимости работ и планируемой выработки монтажника средней квалификации. Более точная оценка трудозатрат в различные календарные сроки производится на основе сетевого графика.

На небольшие и технически несложные объекты вместо сетевого графика может составляться линейный график (в числителе приведенных в графике дробей указывается количество рабочих, в знаменателе — их разряд) (рис. 3-9).

3.3. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

а) Организационная подготовка монтажных работ

На монтажном объекте до начала работ по монтажу технических средств АСУ должны быть:

сооружены подъездные пути, обеспечивающие подачу укрупненных блоков, металлоконструкций, узлов в монтажную зону;

проложены сети, подводящие в зоны монтажных работ электроэнергию, воду, сжатый воздух, кислород и ацетилен;

сооружены леса и подмости, необходимые для производства работ на высоте, закончено строительство производственных и щитовых помещений;

выполнены необходимые междуэтажные и стеновые проемы для прохода трубных и электрических проводок и подачи крупногабаритного оборудования, каналы, фундамент и другие строительные сооружения, обеспечивающие начало работ по монтажу технических средств АСУ ТП, их защиту от повреждений, низкой температуры, влияния атмосферных осадков, загрязнений и т. п.;

смонтировано тепломеханическое оборудование и технологические трубопроводы, эстакады, площадки обслуживания, отборные устройства, первичные приборы и регулирующие органы.

Все эти работы предусматриваются ППР и должны быть зафиксированы в соответствующих документах и сетевых графиках.

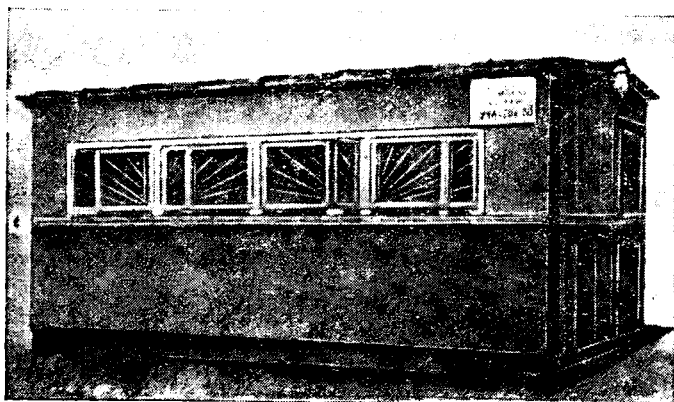


Рис. 3-10. Здание контейнерного типа.

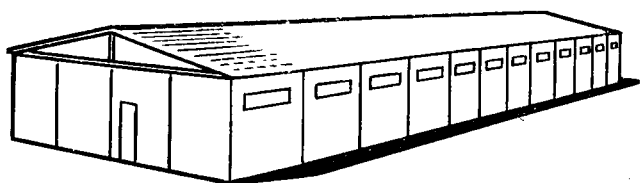


Рис. 3-11. Здание сборно-разборное.

До начала монтажных работ генподрядчик должен представить монтажной организации производственные и санитарно-бытовые помещения.

Кроме помещений, выделяемых генподрядчиком, на монтажную площадку самим трестом могут поставляться помещения контейнерного типа в собранном виде площадью 3×6 м со смонтированными в них системами отопления и освещения (рис. 3-10) или сборно-разборного типа площадью от 6×12 м и более (рис. 3-11). Та-

кие помещения, как правило, рассчитываются на эксплуатацию в районах с наружной температурой не ниже -40°C .

Инженерно-техническими работниками и рабочими необходимой специальности и квалификации монтажный объект обеспечивается в соответствии с потребностью, определенной сетевым или линейным графиком.

б) Материально-техническая подготовка монтажных работ

Материально-техническая подготовка включает обеспечение монтажных работ основными и вспомогательными материалами, изделиями, конструкциями, узлами, блоками, инструментом, механизмами, станками, приборами и техническими средствами АСУ ТП.

К основным материалам относятся трубы, трубные кабели, электрические кабели, установочные и компенсационные провода, листовой и сортовой металл (швеллеры, уголок и т. п.).

К вспомогательным материалам относятся болты с гайками и шайбами, проволока стальная обыкновенная, электроды и сварочная проволока, лакокрасочные материалы, рукава металлические гибкие, электротехнические и изоляционные материалы, химические материалы, различные припои и т. п.

К монтажным изделиям относятся протяжные коробки, электрофитинги, соединители металлические и пластмассовые для труб, штуцеры, ниппели, бобышки, скобы для крепления труб и кабелей, бирки маркировочные, оконцеватели проводов, лотки перфорированные и т. п.

Все технические средства АСУ ТП поставляет или заказчик, или вместе с монтажными изделиями управление производственно-технической комплектации (УПТК).

Монтажная организация, производящая монтаж технических средств АСУ ТП в соответствии с ППР и заявочными спецификациями, должна быть обеспечена необходимым инструментом, средствами малой механизации, приспособлениями, станками и вспомогательным оборудованием.

Для разметки электрических и трубных трасс, измерения различных длин, определения и проверки резьбы изделий и труб, горизонтальной и вертикальной выверки

щитов, пультов, приборов и т. п. применяются линейки и рулетки измерительные металлические, штангенциркули, микрометры, шаблоны, угольники, угломеры с нониусом, уровни, отвесы и пр.

Для получения круговых отверстий в металле, кирпичных и бетонных стенах, колоннах применяются спи-

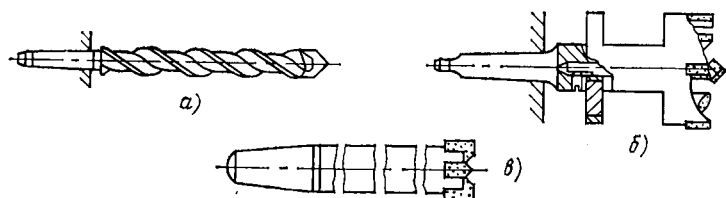


Рис. 3-12. Инструмент для выполнения круглых отверстий.

а — сверло с припаянными пластинками; *б* — коронка для сверления гнезд; *в* — шлямбур с твердосплавной коронкой.

ральные сверла, коронки с припаянными пластинками из твердого сплава и шлямбуры с твердосплавной коронкой (рис. 3-12).

Для нарезания резьб металлической, трубной цилиндрической и конической дюймовой применяются метчики и плашки ручные с воротками, клуппы и раздвижные плашки (для трубных резьб) (рис. 3-13, 3-14).

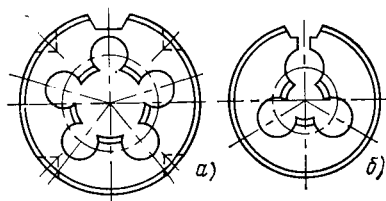


Рис. 3-13. Плашки.

а — цельная; *б* — разрезная.

Для опилования поверхностей обрабатываемого металла применяют надфили, рапили и напильники общего и специального назначения.

Для резки металла различного профиля и труб применяются ручные ножовки и труборезы (рис. 3-15), ручные и рычажные ножницы и для снятия заусенцев в трубах после резания — райберы.

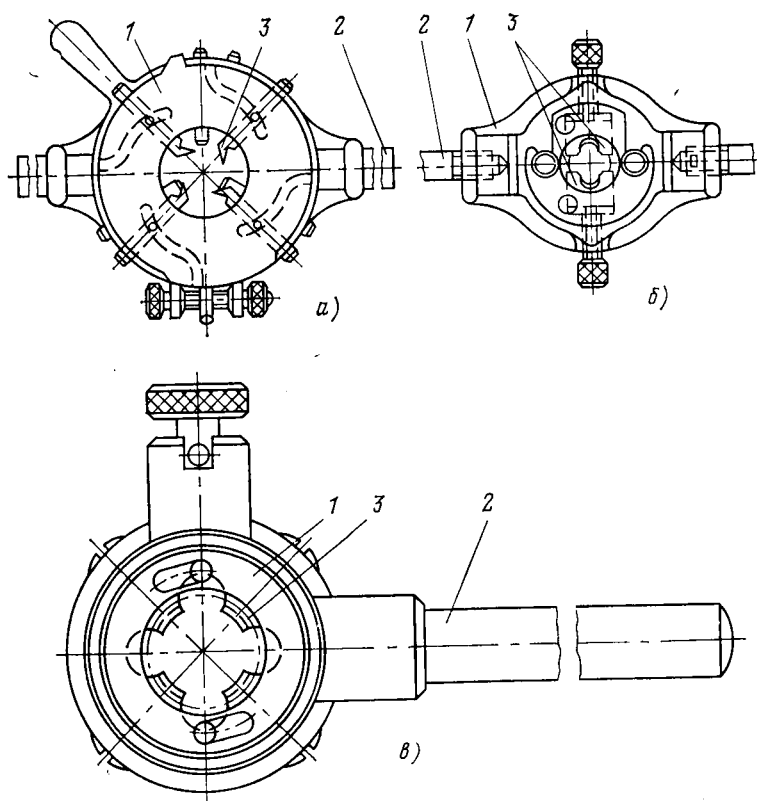


Рис. 3-14. Клуппы.

а — для нарезания трубной резьбы; *б* — клупп Маевского; *в* — клупп-трещотка; 1 — корпус; 2 — рукоятка; 3 — плашка.

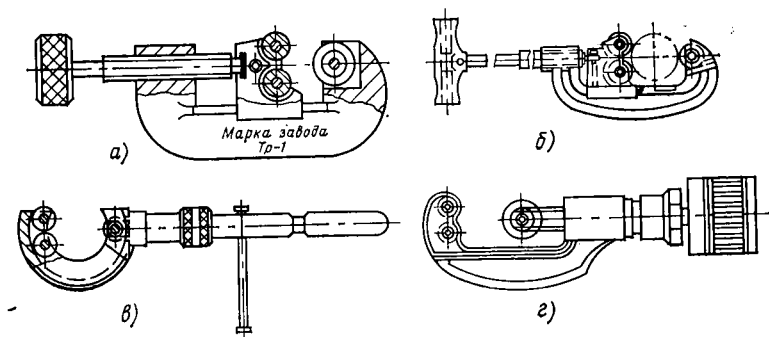


Рис. 3-15. Ручные труборезы.

а — малогабаритный Тр-1; *б* и *в* — для стальных труб; *г* — для медных труб.

Для гибки труб в холодном состоянии применяются ручные бесприводные трубогибы (рис. 3-16) и трубогибы с гидроприводом (рис. 3-17).

Для отрезки бронированного и небронированного кабеля, проводов различных марок применяются секторные ножницы, монтерские ножи, острогубцы и т. п., а для

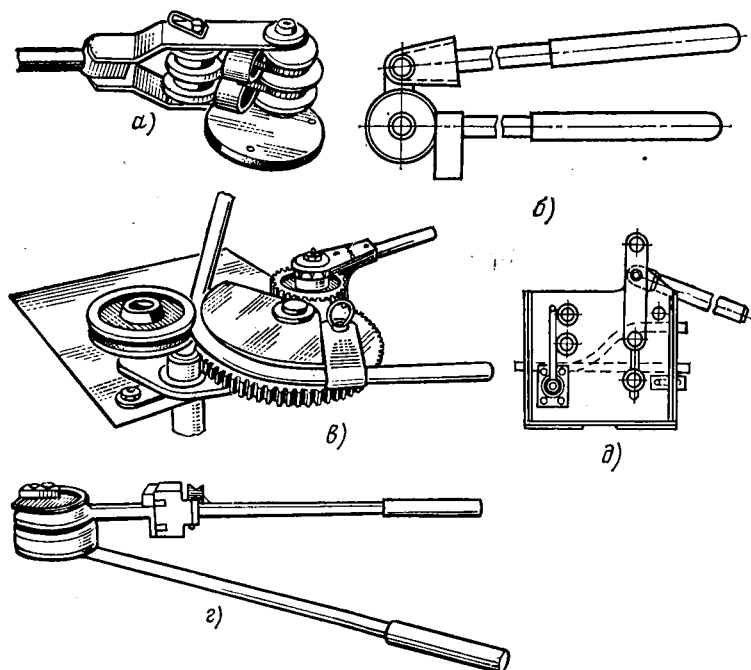


Рис. 3-16. Ручные трубогибы и утгогибы.

а — ручной рычажный для стальных труб; *б* — для медных труб; *в* — для тонкостенных стальных труб; *г* — универсальный; *д* — утгогиб для стальных труб.

перекусывания кабеля и проводов, снятия с них изоляции, опрессовывания наконечников и соединительных гильз жил проводов и других операций — клещи различных конструкций, боковезы, пресс-клещи и т. п. (рис. 3-18).

Для продавливания круглых отверстий в протяжных и стальных коробах (рис. 3-19), а также для разбортовки медных и алюминиевых труб (рис. 3-20) применяются специальные приспособления.

Для слесарно-монтажных работ широко применяется инструмент общего назначения — гаечные и трубные ключи, отвертки, плоскогубцы, пассатижи, круглогубцы, зубила, керны, бородки, молотки, кувалды, тиски, трубные прижимы, а также различные индивидуальные наборы инструмента.

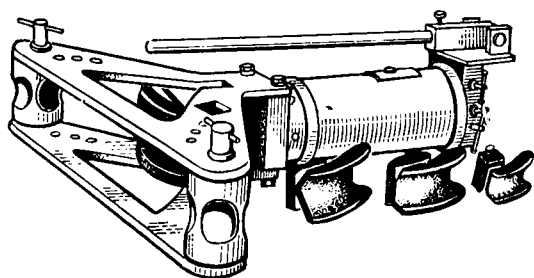


Рис. 3-17. Ручной гидравлический трубогиб.

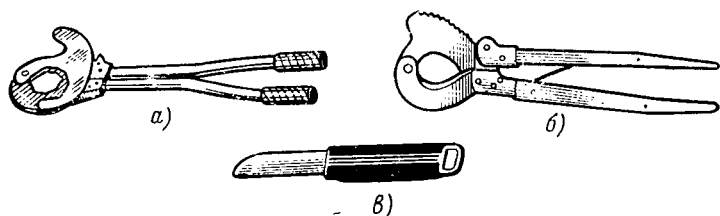


Рис. 3-18. Электромонтажный инструмент.

а — ножницы секторные усиленные НБК-2м; *б* — ножницы секторные НУСП-120; *в* — нож монтажный НМ-2.

При выполнении отдельных монтажных операций применяется механизированный ручной инструмент (электрический, пневматический и пиротехнический).

Электрические и пневматические сверлильные машины предназначены для сверления отверстий, для очистки поверхности стальными щетками, а также для шлифования и полирования (рис. 3-21).

Электрические и пневматические ножницы применяются для прямолинейной и фасонной резки листового металла. Наибольшая толщина разрезаемого стального листа для электрических — 3 мм и пневматических — 2,5 мм.

Электрические гайковерты и шуруповерты предназначены для заворачивания и отворачивания болтов, гаек,

шурупов, винтов и т. п. Электрические молотки, перфораторы применяются для пробивки гнезд, борозд и отверстий в кирпичных и бетонных основаниях.

Пневматические краскораспылители предназначены для окраски поверхностей методом воздушного напыления.

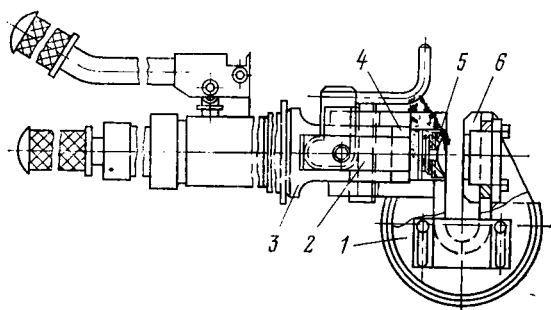


Рис. 3-19. Приспособление для продавливания круглых отверстий.

1 — струбина; 2 — толкатель; 3 — ручной гидравлический пресс РПГ-7м, 4 — кольцо направляющее; 5 — пуансон; 6 — матрица.

Для подъема груза и их перемещения применяются ручные и электрические лебедки, тали, стропы и другие грузоподъемные механизмы.

Для электродуговой сварки применяются источники питания постоянного и переменного тока, сварочный провод, электрододержатели, для газосварочных работ — пе-

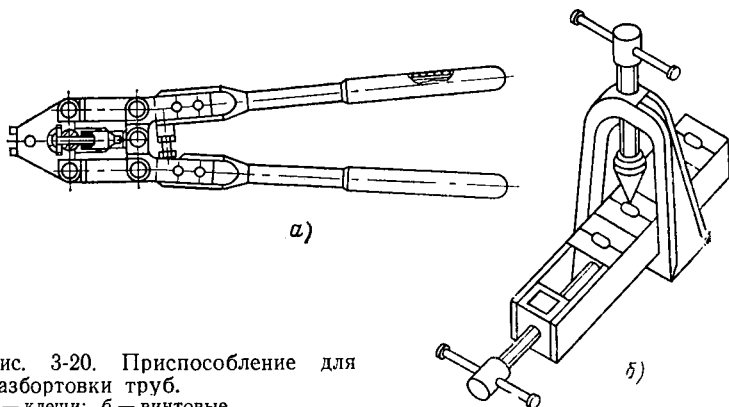


Рис. 3-20. Приспособление для разбортовки труб.

а — клещи; б — винтовые.

переносные ацетиленовые генераторы с гидрозатворами, кислородные, ацетиленовые, пропановые баллоны, редукторы, сварочные горелки и резаки, шланги.

Монтажные организации оснащаются также станочным и вспомогательным оборудованием, которое, как правило, устанавливается в мастерских монтажно-заготовительного участка и частично в монтажной зоне.

Для обработки труб используются трубообрезные, трубогибочные и резьбонарезные станки.

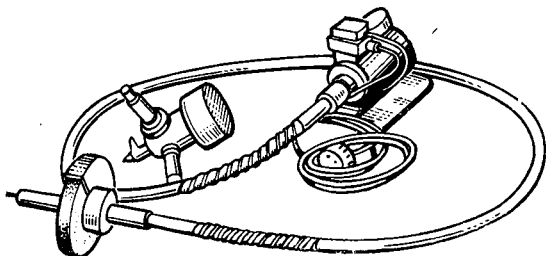


Рис. 3-21. Электрошлифовальная машина с гибким валом.

Для резки листового металла по прямым линиям применяются ножницы листовые с наклонным ножом (гильотинные), для резки профильного (сортового) проката, круга, квадрата, уголка, швеллера, листов и полос, а также для пробивки отверстий в сортовом и листовом металле применяются пресс-ножницы комбинированные. Для гибки кромок листового металла или профилей в одной или нескольких плоскостях под разными углами используются прессы кривошипные листогибочные, а для продольной гибки листового металла — машины листогибочные с поворотной гибочной балкой-траверсой.

Для сверления, зенкерования, развертывания и нарезания резьбы применяются сверлильные станки, для заточки инструмента — точильные станки.

К вспомогательному оборудованию для производства монтажных работ относятся компрессоры, гидравлические прессы и насосы, используемые для испытаний различных трубных систем и оборудования, а также для питания воздухом пневмоинструмента. Все работы по монтажу средств автоматизации выполняются в соответ-

ствии с рабочим проектом АСУ ТП, проектом производства работ, сетевым графиком, технологическими монтажными картами и другой документацией.

в) Порядок выполнения монтажно-наладочных работ

Полный комплекс производства монтажно-наладочных работ можно условно разбить на четыре этапа.

Первый этап: в соответствии с рабочим проектом и ППР перед началом работ в монтажной зоне производится изготовление на заводах или монтажно-заготовительных участках крупноблочных заготовок (блоков трубных проводок, нормализованных и ненормализованных установочных конструкций под щиты и пульты, местных приборов, узлов обвязки приборов, а также блоков щитов и пультов) и затем транспортировка их в монтажную зону.

Трубные блоки поставляются в зону монтажа в законченном виде с присоединительными и крепежными изделиями, приборы и оборудование — в блочном исполнении на унифицированных штативах с трубной и электрической обвязкой, щиты и пульты — блоками с полностью выполненными внутренними трубными и электрическими проводками, а также с установленной аппаратурой и частично приборами.

Второй этап: одновременно с основными строительными и механомонтажными работами выполняются подготовительные работы (разметка трубных и электрических проводок и установка под них несущих конструкций, а также установка конструкций под щиты и пульты, местные приборы).

Третий этап: производится прокладка трубных и электрических проводок по установленным несущим конструкциям; устанавливаются щиты и пульты в щитовых помещениях, а также местные щиты и приборы, исполнительные механизмы; осуществляется сочленение исполнительных механизмов с регулирующими и запорными органами и монтаж другого вспомогательного оборудования (соединительных коробок, коммутационных зажимов и т. п.); подключаются трубные и электрические проводки к щитам и пультам, местным приборам, соединительным коробкам, коммутационным зажимам, исполнительным механизмам, питающим устройст-

вам и к другому оборудованию; испытываются трубные и электрические проводки.

Четвертый этап — на смонтированном оборудовании технических средств АСУ ТП выполняются пусконаладочные работы.

3-4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ТП

а) Вводный и производственный инструктаж по технике безопасности

Все вновь поступившие на работу обязательно проходят вводный (общий) инструктаж, производственный инструктаж на рабочем месте и обучение по технике безопасности независимо от профессии рабочего и характера предстоящих работ.

Вводный инструктаж проводит инженер по технике безопасности или инженерно-технический работник, назначенный главным инженером монтажного подразделения. Вводный инструктаж знакомит рабочего с общими правилами техники безопасности, с основными причинами травматизма, с правилами выполнения погрузочно-разгрузочных работ и перевозки грузов, с правилами передвижения по территории строительства и т. п. Проведение вводного инструктажа оформляется в специальном журнале.

После вводного инструктажа рабочий проходит инструктаж непосредственно на рабочем месте, проводит его руководитель работ, в подчинение к которому направлен рабочий.

При инструктаже на рабочем месте рабочему показывают безопасные приемы и методы работы, объясняют его обязанности, устройство и правила обслуживания оборудования, механизмов, правила обращения с инструментом, приспособлениями, электро- и пневмоинструментом, правила пользования защитными приспособлениями и т. д.

Прохождение инструктажа на рабочем месте также оформляется в журнале.

Наряду с инструктажами рабочие не позже чем через три месяца со дня поступления на работу должны быть обучены безопасным методам работы (по утвержденной программе). После обучения ежегодно проводит-

ся проверка знаний правил техники безопасности с задачей соответствующего удостоверения.

Рабочие, выполняющие работы с повышенными требованиями по технике безопасности, допускаются к ним только после соответствующего производственного обучения, проверки знаний и получения специального удостоверения на право выполнения этих работ.

Все рабочие, независимо от профессии связанные по условиям производства с работой в действующих электроустановках, на высоте, во вредных цехах и т. п., должны иметь заключение медицинской комиссии о пригодности их к работе в указанных условиях.

б) Погрузочно-разгрузочные работы и складирование материалов

Погрузочно-разгрузочные работы относятся к работам повышенной опасности и выполняются механизированным способом — кранами, лебедками, тальями и другими грузоподъемными механизмами на специально оборудованных площадках или в зоне монтажа или ручным способом — переноской.

Механизированный способ перемещения грузов обязателен при массе груза более 60 кг или при подъеме его выше 3 м.

Подъем и переноска грузов вручную ограничены следующими нормами, кг:

Для мужчин старше 18 лет	50
Для женщин старше 18 лет	20
Для подростков мужского пола 16—18 лет	16
Для подростков женского пола 16—18 лет	10

Проектом производства работ на территории строительства предусматривается сооружение необходимой погрузочно-разгрузочной площадки, устанавливается ширина мест проходов, проездов, подъездов в пределы площадки и монтажной зоны и т. п.

Перед началом производства погрузочно-разгрузочных работ готовится рабочее место, а также проверяются индивидуальные средства, погрузочно-разгрузочные приспособления и грузоподъемные механизмы, при этом необходимо убедиться в их исправности, наличии отметки о грузоподъемности и даты осмотра механизмов инспекцией Госгортехнадзора.

Ответственные за организацию погрузочно-разгрузочных работ обязаны перед началом работ произвести инструктаж по технике безопасности.

При перемещении груза рабочему запрещается находиться сзади поднимаемого и впереди опускаемого груза, при перемещении груза в горизонтальном направлении рабочий следует за грузом.

При подъеме длинномерные грузы (пучки труб, сортовой металл, трубные блоки и т. п.) строятся двойным захватом в «удавку». Для придания поднимаемому или опускаемому грузу правильного положения пользуются оттяжками.

Тяжеловесные листы металла перемещаются с помощью специальных труб или храпов.

При погрузке труб, барабанов с кабелем, сортового металла, трубных блоков, щитов и т. п. на автомашины груз надежно закрепляется и увязывается.

Баллоны с кислородом запрещается перевозить, складировать и помещать вместе с жирами и маслами, а также с горючими и легковоспламеняющимися веществами.

Провода и кабели на барабанах, рассортированные по маркам, складываются под навесом на подкладках с подклиниванием под обе «щеки» барабана.

в) Работы на высоте

К работе на высоте допускаются рабочие, прошедшие специальную техническую подготовку и инструктаж и имеющие допуск медицинских органов.

Монтажные работы на высоте производятся с использованием средств подмащивания и предохранительных поясов.

При производстве монтажных работ, как правило, применяются только инвентарные средства подмащивания. Все настилы лесов и подмостей, расположенных на высоте 1,1 м от уровня перекрытия (земли), ограждаются перилами высотой не менее 1 м и нижней бортовой доской высотой не менее 150 мм; ширина настила должна быть не менее 1 м, высота прохода на лесах (в свету) не менее 1,8 м, расстояние от края настила до монтируемых конструкций — не более 100 мм и толщина досок — не менее 40 мм.

Все основные элементы конструкций лесов рассчитываются на прочность, исходя из равномерно распределенной нагрузки 200—250 кгс/см².

Сходни с лесов выполняются шириной не менее 0,7 м с уклоном не более 1 : 3.

К переносным приставным лестницам предъявляются следующие требования:

ступени (перекладыны) лестниц должны быть врезаны в тетевы, которые через каждые 2 м должны быть скреплены стяжными болтами;

полная длина деревянной лестницы не должна превышать 5 м, причем работать со ступенек, находящихся на расстоянии 1 м от верхнего конца лестницы запрещается;

ширина лестницы должна быть не менее 0,6 м и расстояние между ступеньками должны быть одинаковыми и не превышать 0,4 м.

Во избежание скольжения нижние концы приставных лестниц снабжаются упорами в виде острых металлических шипов.

При установке лестницы угол наклона ее к горизонту должен быть не менее 45° и не более 60°.

Производство газосварочных работ и работ с электропневмоинструментом с приставных лестниц запрещается.

При работе на лестнице, если руки работающего заняты, следует пользоваться предохранительным поясом, зацепляя карабин пояса за прочные конструкции.

Предохранительный пояс испытывается на нагрузку 300 кг в течение 5 мин и дата испытания наносится на прикрепленную к нему бирку.

г) Работы с электрическим, пневматическим и слесарным инструментом

Применение неисправного инструмента является одной из причин травматизма. Ниже сформулированы основные требования по предотвращению несчастных случаев при работе с механизированным слесарным инструментом:

тщательная подготовка рабочего места, его чистота и освещенность;

регулярная проверка инструмента и своевременный ремонт; организация правильного его хранения и выдачи рабочим; применение инструмента строго по назначению.

К работе с механизированным инструментом допускаются рабочие, прошедшие специальное обучение и имеющие соответствующие удостоверения.

Осмотр и проверка механизированного инструмента производятся не реже одного раза в 6 месяцев.

При работе со слесарным инструментом запрещается пользоваться ударным инструментом (молотки, кувалды и т. п.), имеющим сбитые или сколотые ударные поверхности, заусенцы и другие дефекты.

Рукоятки молотков, кувалд и других ударных инструментов должны изготавливаться из древесины твердых и вязких пород и к свободному концу несколько утолщаться, а для прочного закрепления инструмента на другом конце рукоятки должны забиваться завершенные металлические клинья.

Запрещается пользоваться инструментом, имеющим острые концы (напильники, отвертки, ручные ножовки и т. п.) без прочно надежных на них деревянных ручек, не имеющих выбоин и сколов, а также зубилами, крейцмейселями, кернами и обжимками с косыми и сбитыми затылками, трещинами, выбоинами и имеющими на боковых гранях в местах зажима рукой острые углы. В целях предохранения от удара по руке зубило должно иметь длину не менее 150 мм, а длина оттянутой его части должна быть не менее 60—70 мм.

Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов, их рабочие поверхности не должны иметь сбитых сколов зева, а рукоятки — заусенцев.

Запрещается отвертывать и заворачивать гайки ключами больших размеров с металлическими подкладками для подгона его зева к размеру гайки, а также удлинять гаечные ключи с помощью другого ключа или труб.

При использовании ручного электропневмоинструмента возрастает производительность, но при неумелом обращении и несоблюдении правил техники безопасности появляется опасность получения травм и поражения электрическим током.

К работе с электропневмоинструментом допускаются рабочие, прошедшие специальное обучение, знающие правила обращения с ним и имеющие соответствующее удостоверение.

Помещения по степени поражения работающих электрическим током делятся на три группы:

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием в них одного из условий: сырости или проводящей пыли; высокой температуры; токопроводящих полов; возможности одновременного прикосновения человека к соединенным с землей металлоконструкциям зданий, технологического оборудования, механизмов и к металлическим корпусам электрооборудования.

Особо опасные помещения характеризуются наличием одного из следующих условий: особой сырости; химически активной среды; а также двух или более условий, создающих повышенную опасность.

Помещения без повышенной опасности характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную и особую опасность. В помещении без повышенной опасности разрешается применять электрифицированный ручной инструмент на напряжение 127 и 220 В.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных разрешается применять электрифицированный инструмент на напряжение 36 В с питанием от понижающего трансформатора или высокочастотного преобразователя с частотой 200 Гц.

Для безопасной работы с электроинструментом необходимо соблюдать следующие правила:

- электроинструмент проверяется не реже одного раза в месяц; результаты проверки регистрируются в специальном журнале, а на корпусе инструмента указывается дата очередной проверки;

- питание к электроинструменту подводится гибким шланговым проводом с заземляющей жилой через штепсельное соединение, при этом заземляющий контакт штепсельной вилки выполняется длиннее рабочих контактов;

- перед началом работы электроинструмент тщательно осматривается и проверяется;

- при перерывах в работе или при переноске электроинструмент обязательно отключается от сети.

При работе с электроинструментом запрещается:

- держат и переносить его за провод или рабочую часть;

- вставлять или вынимать из патрона сверло или другие насадки до полного останова инструмента;

- удалять из-под сверла стружку руками;

- снимать с инструмента защитные кожухи, ограждающие его режущую часть;

- работать под дождем на открытом месте.

При работе с пневмоинструментом необходимо соблюдать следующие правила:

- не допускать перелома воздушных шлангов и их запутывания;

- воздушные шланги подключаются к коллектору сжатого воздуха только через вентили;

- шланги перед подсоединением к пневмоинструменту должны быть продуты, и подача воздуха в них разрешается только после установки пневмоинструмента в рабочее положение;

- при перерыве в работе, обрыве шланга или другой неисправности пневмоинструмента необходимо отключать воздух, перекрыв запорный вентиль на воздушном коллекторе.

д) Сварочные работы

Основными видами производственного травматизма при электрогазосварочных работах являются: ожоги, раздражение и поражение слизистой оболочки глаз и кожи ультрафиолетовыми и инфракрасными лучами электрической дуги, отравление газами и парами, образующимися при сварке, а также возможные взрывы. К выполнению сварки и обслуживанию сварочного оборудования допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение и получившие соответствующее удостоверение.

Для защиты лица и глаз от электрической дуги электросварщик должен иметь шлем-маску или щиток с защитными сменными стеклами. Работающие вместе со сварщиком также должны пользоваться защитными очками, а находящиеся в непосредственной близости от места сварки применять переносные защитные щиты.

Освещенность рабочего места сварки должна быть не менее 50 люкс. Во избежание ожогов сварщик должен следить за состоянием своего рабочего костюма (отсутствие прожогов, брюки на выпуск и т. п.).

Перед началом сварочных работ проверяется исправность всего оборудования, шлангов, проводов и т. п. Особое внимание обращается на отсутствие напряжения на корпусе, исправность изоляции проводов и электрододержателя, надежность всех электрических соединений и заземления корпуса электросварочного агрегата. Электропровод от сварочного агрегата к электрододержателю выполняется изолированным гибким шланговым кабелем, защищенным от механических повреждений и действия высоких температур. Сечение кабеля выбирается в соответствии с силой сварочного тока, а длина его не должна превышать 15 м.

Присоединение проводов к сварочному агрегату и свариваемому изделию должно выполняться с помощью механических зажимов. Должно быть предусмотрено также устройство блокировки рубильника электросварочного агрегата, исключающее возможность присоединения и отсоединения кабеля от зажимов. Неисправности в электрической цепи устраняются только электромонтером при выключенном рубильнике.

Электросварочные работы под открытым небом во время дождя и грозы не выполняются.

При газовой сварке и резке металла используются горючие газы (ацетилен, пропан, бутан), которые при горении в смеси с кислородом имеют температуру до 3000°C.

При определенной концентрации смесь горючего газа с кислородом или воздухом является взрывоопасной.

Из горючего газа наибольшее применение при газосварочных работах имеет ацетилен, получаемый в монтажных условиях из стационарных и переносных ацетиленовых газогенераторов или от ацетиленового баллона.

Газосварщики во время работы должны пользоваться очками закрытого типа со стеклами ГС-3, ГС-7 или ГС-12. Место их работы должно быть очищено от легковоспламеняющихся предметов. При сварке на лесах или подмостях деревянные настилы должны быть защищены несгораемыми материалами.

При работе с переносными ацетиленовыми газогенераторами необходимо соблюдать следующие основные правила:

запрещается устанавливать газогенератор в проходах, проездах, на лестничных площадках, а также в местах скопления людей и неосвещенных местах. Помещение, в котором устанавливается газогенератор, должно иметь объем не менее 300 м³ и вентилироваться;

запрещается работать от одного газогенератора несколькими горелками или резаками;

при работе зимой на открытом воздухе нельзя допускать замерзания воды; отогревать замерзший газогенератор можно только чистой горячей водой или паром; применять для отогревания открытое пламя запрещается.

Для предупреждения обратного удара пламени на газогенераторе строго вертикально должен быть установлен водяной затвор.

После каждого обратного удара пламени следует проверять уровень жидкости в водяном затворе и при необходимости заполнить затвор водой до уровня контрольного краника.

Перезарядка, промывка и очистка газогенератора выполняются специально обученными лицами.

Запрещается устанавливать газогенераторы на расстояние менее 10 м от места сварки или резки, а также от других источников огня. Место установки газогенератора должно быть ограждено, необходимо также вывесить плакат о запрещении курения в радиусе 10 м.

При работе с газовыми баллонами и редукторами необходимо соблюдать следующие требования:

для перемещения баллонов с газом в зоне монтажа следует использовать специальные носилки и тележки. Переносить баллоны на руках и плечах запрещается;

на рабочем месте баллоны должны находиться в вертикальном положении и крепиться цепью или хомутом к неподвижному предмету;

кислородные баллоны нельзя загрязнять маслом и жиром. Вентиль кислородного баллона открывают вручную, а вентиль ацетиленового баллона — специальным ключом. Перед присоединением кислородного редуктора необходимо проверить отсутствие на нем следов масла;

отбор давления из баллонов должен быть прекращен при остаточном давлении, кгс/см²:

Кислорода	Ниже 0,5
Ацетилена при температуре ниже 0°C	0,5
от 0 до +10°C	1
от +16 до +25°C	2
от +26 до +35°C	3

рабочее место газосварщиков должно располагаться на расстоянии не менее 5 м от баллонов с ацетиленом и кислородом.

Отогревать замерзшие редукторы разрешается только горячей водой, не имеющей следов масла, или паром.

Резиновые шланги, применяемые для соединения газогенераторов и баллонов с газосварочной аппаратурой, до присоединения к горелке или резаку должны быть продуты рабочим газом и закреплены на присоединительных ниппелях с помощью специальных хомутов.

При срыве, разрыве или воспламенении шланга для горючего газа надо погасить пламя горелки или резака, а затем перекрыть подачу горючего запорным вентилем, а на кислородном шланге — перекрыть подачу кислорода из баллона или разводки.

Перед началом работы необходимо проверить исправность горелки или резака и продуть ее кислородом. Для предупреждения возникновения обратных ударов пламени при зажигании горелки надо создать подсос горючего газа, открыв сначала кислородный вентиль.

е) Работы с монтажным поршневым пистолетом

Пистолет ПЦ52-1 — монтажный, поршневой, для забивки дюбелей в строительные и монтажные конструкции (§ 5-5) является инструментом повышенной опасности.

К работе с пистолетом допускаются лица не моложе 20 лет, имеющие квалификацию не ниже 4-го разряда, проработавшие на

монтажных работах не менее двух лет, прошедшие медицинский осмотр, специальное обучение и получившие удостоверение оператора по эксплуатации пистолета.

До начала работ мастер или инженерно-технический работник проводит инструктаж оператора и подсобных рабочих.

Оператору запрещается:

применять неисправный пистолет;

работать в пожаро- и взрывоопасных помещениях;

направлять пистолет на себя и других лиц, независимо от того, заряжен пистолет или нет;

передавать пистолет другим лицам.

Пистолет должен храниться в сейфах отдельно от другого инструмента.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

МОНТАЖ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИГНАЛОВ ИНФОРМАЦИИ И МЕСТНЫХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ

4-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для получения сигналов информации о теплотехнических процессах служат так называемые отборные устройства, которые располагаются в местах сопряжения (на границе) технологического оборудования и трубопроводов с цепями измерительной информации.

Сигнал информации поступает через отборное устройство по соответствующим соединительным линиям либо к измерительному прибору, либо к первичному измерительному преобразователю. Во многих случаях первичный измерительный преобразователь (например, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра и т. п.) входит в непосредственное соприкосновение с технологическим оборудованием и является одновременно отборным устройством. В других случаях (например, при измерениях давлений или при газовом анализе) первичный измерительный преобразователь располагается на некотором расстоянии от контролируемого технологического оборудования и имеет специальное отборное устройство: простое или сложное.

Проверить качество присоединения цепей измерительной информации к технологическому оборудованию после окончания монтажных работ трудно и не всегда возможно. Поэтому присоединение измерительных устройств к технологическому оборудованию должно тщательно выполняться и контролироваться.

Конструкции основных видов отборных устройств приведены в нормалах машиностроения (МН) и в чертежах типовых конструкций (ТК) общепромышленного назначения. Отдельные операции, например установка сужающих устройств в трубопроводах или приварка к оборудованию высокого давления, производятся организациями, монтирующими соответствующие технологические объекты и трубопроводы. Такие работы должны предусматриваться в проектах и сметах технологической части проекта.

4-2. УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИИ О ДАВЛЕНИЯХ

а) Использование единиц давления

Основной единицей давления по Международной системе единиц СИ принят 1 Н/м^2 — ньютон на квадратный метр или паскаль (Па), равный приблизительно 0,1 мм водяного столба. В технике для измерения давления удобнее применять 1 МПа — мегапаскаль ($1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$).

Для технических приборов, предназначенных для измерения давления, по ГОСТ 2405-72 и ГОСТ 2648-78 могут быть также приняты следующие единицы давления:

килограмм-сила на квадратный метр (кгс/м^2);
килограмм-сила на квадратный сантиметр (кгс/см^2);
миллиметр водяного столба (мм вод. ст.);
миллиметр ртутного столба (мм рт. ст.);
бар.

Между единицами давления существуют следующие соотношения:

$1 \text{ кгс/м}^2 = 1 \text{ мм вод. ст.} = 9,80665 \text{ Па}$;
 $1 \text{ кгс/см}^2 = 98066,5 \text{ Па} \approx 0,1 \text{ МПа}$;
 $1 \text{ мм рт. ст.} = 133,322 \text{ Па}$;
 $1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 0,1 \text{ МПа} = 1,0196 \text{ кгс/см}^2$.

б) Присоединение отборных устройств

К месту измерения давления в технологическом оборудовании или трубопроводе должен быть приварен штуцер, к которому присоединяется линия, направляемая к приборам. Для низкого давления (до 1,6 МПа) в качестве штуцера используется отрезок водогазопроводной трубы.

В отборном устройстве (рис. 4-1) для измерения давления до 1,6 МПа штуцер 1 изготавливается из трубы с толщиной стенки не менее 2,5 мм, устанавливается заподлицо с внутренней поверхностью трубопровода и при-

варивается. У места присоединения ставится запорный вентиль.

Отборные устройства подключаются к технологическим объектам так, чтобы обеспечивалось удаление воздуха из соединительных линий, заполненных жидкостями, или удаление конденсата из линий, заполненных газом. В горизонтальных и на-

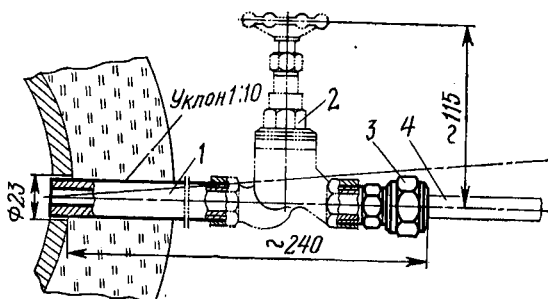


Рис. 4-1. Отборное устройство для измерения давления на водопроводе низкого давления ($p_y \leq 1,6$ МПа).

1 — штуцер; 2 — запорный вентиль; 3 — соединительная гайка; 4 — соединительная трубка 14×2 мм.

клонных трубопроводах соединительные линии подключаются при измерении давления жидкостей и пара к нижней половине трубы, а при измерении давления газов — к верхней половине. Соединительные линии выполняются с уклоном по правилам, изложенным в § 5-3.

Для больших давлений к месту измерения приваривается штуцер специальной формы, называемый закладной конструкцией. Для сред с температурой до 450°C и условным давлением $p_y \leq 20$ МПа* такие закладные конструкции изготавливаются по типовым чертежам. Для сред с большими температурами и давлениями штуцера выполняются по индивидуальным рабочим чертежам.

На рис. 4-2 показаны закладные конструкции (штуцера), приваренные к трубопроводам. В конструкции, приведенной на рис. 4-2,б, проходное отверстие $\varnothing 12$ мм досверливается после приварки штуцера к трубопроводу. Если присоединение соединительных линий к штуцерам производится не сразу, то на штуцера могут быть

* Понятие об условном давлении см. в § 5-1.

на резьбе навернуты колпачки-заглушки для предохранения от загрязнений.

На рис. 4-3 показано присоединение манометра с помощью ниппеля. Все остальные соединения выполняются на сварке. При измерении давления пара манометрами, расположенными выше места измерения, применяются кольцевые сифоны. Сифоны создают водяной

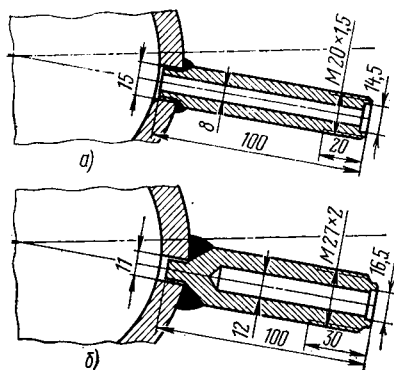


Рис. 4-2. Закладные конструкции (штуцера) для измерения давления, приваренные к трубопроводу, для сред с температурой до 450°C.

а — для $p_v \leq 10$ МПа (по ЗК4-46-70);
б — для $p_v \leq 20$ МПа до рассверливания проходного отверстия (по ЗК4-47-70).

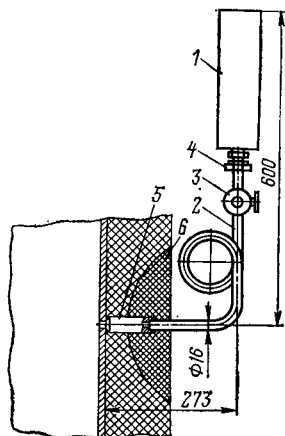


Рис. 4-3. Установка манометра на трубопроводе при $t \leq 450^\circ\text{C}$ и $p_v \leq 20$ МПа.

1 — манометр; 2 — соединительная трубка с кольцевым сифоном; 3 — трехходовые вентили; 4 — соединитель ниппельный; 5 — закладная конструкция; 6 — легко снимаемый изоляционный слой.

Таблица 4-1

Основные размеры разделительных сосудов*

Объем вытесняемой жидкости, см ³	Внутренний диаметр, мм	Размер, мм		
		H	B	A
1100	140	522—532	273—294	199—220
470	90	482—492	222—247	148—173
90	35	442	174	100

* Остальные размеры всех частей сосудов и указания по их изготовлению приведены в ГОСТ 14320-73.

затвор, предохраняющий манометрическую пружину от пара высокой температуры.

Манометры, монтируемые на значительном расстоянии от места измерения, устанавливаются на специальных кронштейнах, а у отборного устройства ставится запорный вентиль. Запорные вентили всегда устанавливаются так, чтобы измеряемая среда подавалась под шток. Подача давления на сальник закрытого вентиля не допускается.

При измерениях давлений вязких или агрессивных жидкостей и газов применяются разделительные сосуды, устанавливаемые вблизи отборного устройства [11, 20].

В качестве разделительного сосуда могут быть использованы стандартизованные разделительные сосуды для дифманометров по ГОСТ 14320-73. По объему вы-

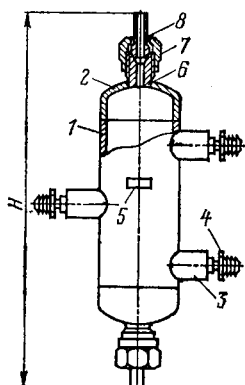


Рис. 4-4. Разделительный сосуд на давление $p_v \leq 40$ МПа.

1 — обечайка; 2 — днище; 3 — штуцер для пробки; 4 — пробка; 5 — ушко; 6 — штуцер для присоединения по типу «шар — конус»; 7 — накидная гайка; 8 — миппель.

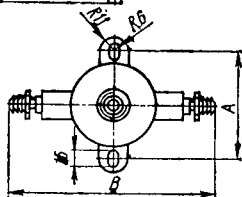
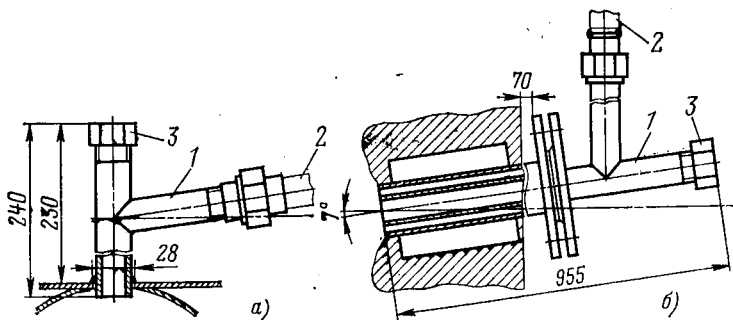


Рис. 4-5. Отборное устройство для измерения в газопроводах при давлениях, близких к атмосферному.

а — для чистых газов; б — для запыленных газов; 1 — закладная конструкция; 2 — соединительная линия $D_v = 20$ мм; 3 — колпак-заглушка.



тесняемой жидкости между средним и нижним (или верхним) боковыми штуцерами сосуды могут быть трех размеров: на 1100; 470 и 90 см³, а по условному давлению: на 6,3; 25 и 40 МПа (табл. 4-1).

Присоединение импульсных линий производится сверху (рис. 4-4) и снизу посредством ниппельных соединений типа «шар — конус» (см. рис. 5-26,з). Возможно также присоединение импульсных линий и через боковые штуцера. Для условного давления $p_y \leq 6,3$ МПа допустимо присоединение импульсных линий штуцерами с прокладочным уплотнением.

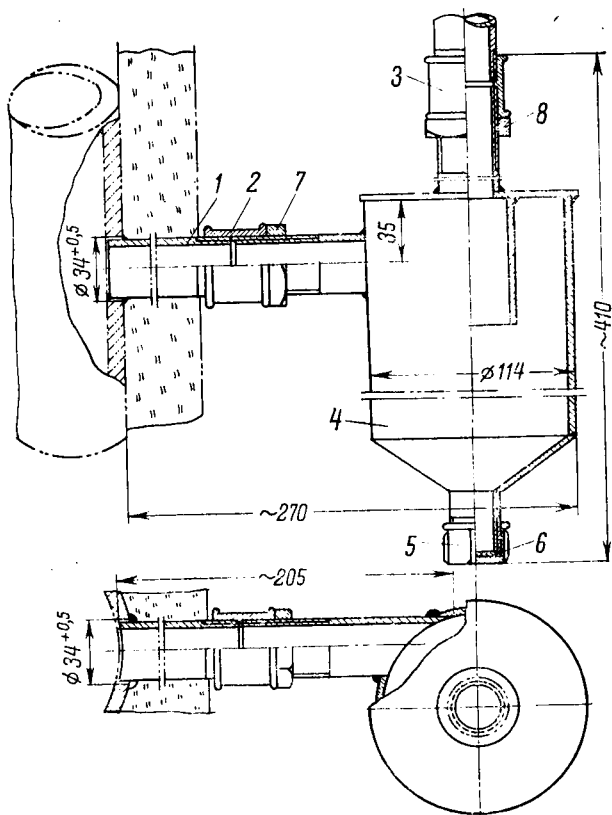


Рис. 4-6. Отборное устройство с циклоном для запыленных сред.
1 — штуцер; 2 и 3 — муфты; 4 — циклон; 5 — колпак на штуцере для удаления пыли; 6 — прокладка; 7 и 8 — контргайки.

Если место измерения находится ниже расположения измерительного прибора, а измеряемая среда легче разделительной жидкости, подвод измеряемой среды к разделительному сосуду осуществляется сверху, а разделительной жидкости — снизу.

Отборные устройства (рис. 4-5) привариваются к металлической стенке или обшивке газопровода. Если обшивки нет, то отборное устройство снабжается ребрами, заделываемыми в кладку. Для запыленных газов предусмотрена возможность выемки всего отборного устройства для чистки с установкой временной заглушки на фланец. Соединительные линии должны иметь уклон, обеспечивающий слив образующегося в трубах конденсата обратно в измеряемую среду.

Нормализованные отборные устройства для чистых газов выполняются применительно к соединительным линиям диаметром $D_y=20$; 25 и 40 мм. Для запыленных газов $D_y=20$ мм.

Отборные устройства для запыленной среды часто снабжаются циклонами, ограничивающими попадание пыли в соединительные линии и приборы. Один из возможных вариантов установки циклонов показан на рис. 4-6. Иногда линия между технологическим трубопроводом и циклоном выполняется с уклоном 45° к трубопроводу, что также уменьшает количество пыли, попадающей в отборное устройство.

в) Источники дополнительных погрешностей

При измерении давлений за счет влияния динамического давления движущейся среды часто возникают дополнительные погрешности.

Если срез измерительной трубы, введенный в поток, расположен перпендикулярно к его направлению, то кроме статического давления в трубе будет возникать динамическое давление, Па:

$$h_d = \frac{w^2}{2} \rho,$$

или, в кгс/м²,

$$h_d = \frac{w^2}{2g} \rho,$$

где w — скорость потока, м/с; ρ — плотность потока, кг/м³; $g=9,81$ м/с².

Динамическое давление может достигать больших значений. Например, при движении воздушного потока со скоростью 25 м/с и давлении, близком к атмосферному ($\rho \cong 1 \text{ кг/м}^3$), динамическое давление равно:

$$h_d = \frac{25^2}{2} \cdot 1 = 312,5 \text{ Па.}$$

И если само измеряемое давление невелико, например около 300 Па, то погрешность за счет динамического давления превысит 100% измеряемого давления.

В ряде случаев приходится встречаться с частичным воздействием динамического давления. Например, если отверстия для отборных устройств в металлических воздухо- и газопроводах прорезаны газовой горелкой, то образующиеся при этом наплывы могут вызвать трудно учитываемую погрешность за счет частичного измерения динамического давления.

При измерениях давления через отверстия А или Б (рис. 4-7), где направление потока не совпадает с направлением стенки, появляется динамическая погрешность. При измерениях через отверстие В динамическая погрешность отсутствует.

Возможно также появление постоянной систематической погрешности при измерении давлений жидкостей или пара, когда измерительный прибор располагается выше или ниже места измерения [11, 20].

4-3. УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИИ О РАСХОДАХ ЖИДКОСТЕЙ, ГАЗОВ И ПАРОВ

а) Правила расположения и установки сужающих устройств

Информацию о расходах обычно получают с помощью сужающих устройств: стандартных диафрагм и сопл. В последние годы на паро- и водопроводах высоко давления, где потоки перемещаются с высокими скоростями, все чаще устанавливают стандартные сопла. Это объясняется тем, что у диафрагм при больших ско-

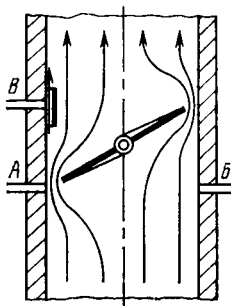


Рис. 4-7. Схема расположения отверстий для измерения давления вблизи регуливающей заслонки.

ростях происходит интенсивное скругление острой входной кромки в результате эрозии потоком воды или пара и возникает существенная дополнительная погрешность измерения расхода. У сопл явление эрозии не вызывает столь больших дополнительных погрешностей.

Правила установки сужающих устройств должны строго выполняться. Нередко ошибки проектантов и мон-

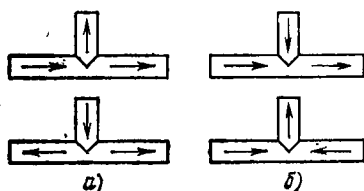


Рис. 4-8. Схемы тройников.

а — разветвляющих, не создающих вихревого движения потока; б — смешивающих, создающих вихревое движение потока после них.

тажников, кажущиеся на первый взгляд незначительными, приводят к значительным дополнительным погрешностям. Порядок установки стандартных служащих устройств сводится, по Правилам 28-64 [10], к следующему.

1. С обеих сторон сужающего устройства должны быть расположены прямые участки трубопровода.

Длина L_1 прямого участка перед сужающим устройством зависит от относительной площади сужающего устройства (модуля) $m=d^2/D^2$ (где d — диаметр отвер-

Таблица 4-2
Минимальная относительная длина прямых участков L_1/D до сужающих устройств

Местное сопротивление	при m			
	0,05	0,3	0,5	0,7
Колена в одной плоскости	10	16	28	53
Группа колен в одной плоскости	14	22	38	58
Группа колен в разных плоскостях	34	43	62	90
Вентили, полностью открытые	18	22	32	50
Задвижки, полностью открытые	12	14	20	40
Вентили и задвижки регулирующие	100	100	100	100
Конусные сужения или расширения (1:3)	16	20	26	32
Уступы или сужающие устройства ($m>0,3$)	30	30	30	30

стия сужающего устройства, D — внутренний диаметр трубопровода) и от вида местного сопротивления, расположенного до прямого участка (табл. 4-2).

Тройники с разветвляющимися потоками, не создающие вихревого движения среды (рис. 4-8,а), относятся к группе колен в одной плоскости, а тройники со сме-

пьющимися потоками (рис. 4-8,б) — к группе колен в разных плоскостях.

Длина прямого участка после сужающего устройства L_2 зависит только от числа m . Для $m=0,05$ длина $L_2=4D$. С увеличением модуля эта длина возрастает и при $m=0,7$ становится равной $8D$.

2. Отверстие диафрагмы должно быть расположено цилиндрической частью навстречу потоку и строго соосно с трубопроводом. Смещение оси сужающего устройства относительно оси трубопровода не должно превышать: 0,6 мм — при $D=200$ мм; 1 мм — при $D=200÷500$ мм и 2 мм — при $D=500÷1000$ мм.

3. На расстоянии не менее $2D$ от сужающего устройства трубопровод должен иметь цилиндрическую форму. Максимальное отклонение диаметра (эллипсность) трубопровода не должно превышать $\pm 0,3\%$ среднего значения при измерениях не менее чем в четырех диаметральных направлениях.

4. Внутренний диаметр трубопровода у сужающих устройств должен быть равен диаметру, принятому для расчета сужающего устройства.

5. На расстоянии $2D$ от сужающего устройства не допускаются выступающие прокладки, наплывы от сварки, заклепки и видимые шероховатости трубопровода.

6. Допускается конусное сужение трубопровода в направлении к диафрагме с конусностью не более 1:10 и плавными округлениями в месте перехода на цилиндрическую часть. Конусность трубы определяется отношением $(D_H - D)/l_H$. Длина цилиндрической части l_1 трубопровода, примыкающего к диафрагме, в этом случае должна быть не менее $2D$ (рис. 4-9).

7. При небольших скоростях потока, низких давлениях и невысоких температурах допускается устанавливать в трубопроводе специальные струевыпрямители, уменьшающие длину прямого участка [10, 20]. Так как струевыпрямители являются местными сопротивлениями, то после них до диафрагмы также должен быть прямой участок длиной $12D$ при $m \leq 0,2$ и $20D$ при $m > 0,2$.

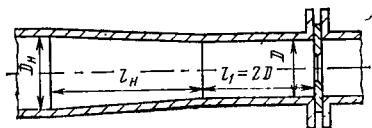


Рис. 4-9. Конусное сужение трубопровода перед диафрагмой.

8. Нарушение параллельности струй потока могут создать также термометры и гильзы, введенные в трубопровод. При погружении термометра или гильзы до половины диаметра трубопровода длина прямого участка до диафрагмы должна быть равна: $l_1 \geq 5D$ — при диаметре термометра (гильзы) $d' \leq 0,003D$; $l_1 \geq 20D$ — при диаметре термометра (гильзы) $d' \leq 0,13D$.

Оценить погрешность измерения из-за несоблюдения правил установки сужающего устройства трудно. Считается, например, что уменьшение длины прямого участка до и после сужающего устройства вдвое по сравнению с указанными выше минимальными размерами ведет к дополнительной погрешности, равной примерно 0,5%.

При установке диафрагмы необходимо проверять состояние рабочего отверстия. Загрязненные входные кромки, смятые или покрытые коррозионной пленкой негладкие поверхности также вызывают дополнительные погрешности измерения, оценить которые практически невозможно.

б) Установка сужающих устройств

Если требуется подача информации об одном и том же расходе к нескольким приборам или другим устройствам автоматизации, то можно использовать одно общее сужающее устройство. Для того чтобы работа измерительных приборов и других устройств взаимно не влияли друг на друга, каждое из них подключается независимо к общему сужающему устройству.

На рис. 4-10 камеры диафрагмы зажимаются фланцами (узел I). Соединительные линии имеют уклон для удаления пузырьков воздуха.

Каждой паре отборов присваивается буквенное обозначение: А, Б, В и Г. Значение угла ϕ определяется диаметром трубопровода и условным давлением и колеблется от 45° до $67^\circ 30'$. К отводам от камер привариваются ниппели с резьбой для запорного вентиля. Такой же ниппель приваривается к соединительной линии.

Диафрагмы (и другие сужающие устройства) устанавливаются одновременно с монтажом соответствующих трубопроводов. Диафрагма вместе с фланцами и двумя отрезками труб общей длиной H собирается в мастерской, а на месте производятся лишь две стыковые сварки. Для труб диаметром до 100 мм длина $H = 460$ мм. Для труб диаметром 500 мм длина H дости-

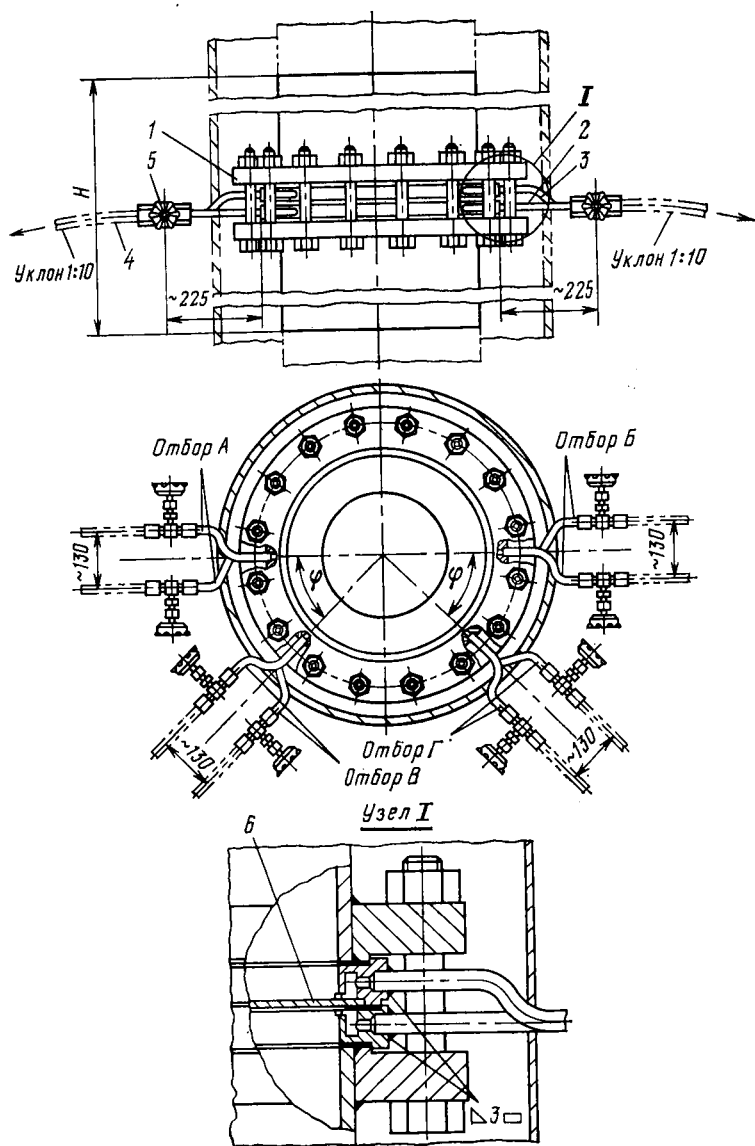


Рис. 4-10. Установка камерной диафрагмы на водопроводе низкого давления диаметром от 50 до 500 мм ($p_v \leq 2,5$ МПа).

1 — фланец; 2, 3 — отводы; 4 — соединительная линия; 5 — запорный вентиль; 6 — диафрагма.

гает 2160 мм. Допускается монтаж диафрагмы и непосредственно в трубопроводе в заранее установленных фланцах.

Камерные диафрагмы по ГОСТ 14321-73 изготавливаются для труб условным диаметром от 50 до 500 мм. Камеры в сборе с диском диафрагмы для всех диаметров труб имеют длину 65 мм.

Для измерения расхода жидкостей при температуре более 120°C на соединительных линиях устанавливаются уравнительные сосуды по два на каждую пару штуцеров.

Уравнительные сосуды на давление до $p_v = 40$ МПа изготавливаются по ГОСТ 14319-73 (рис. 4-11). По располагаемому объему вытесняемой

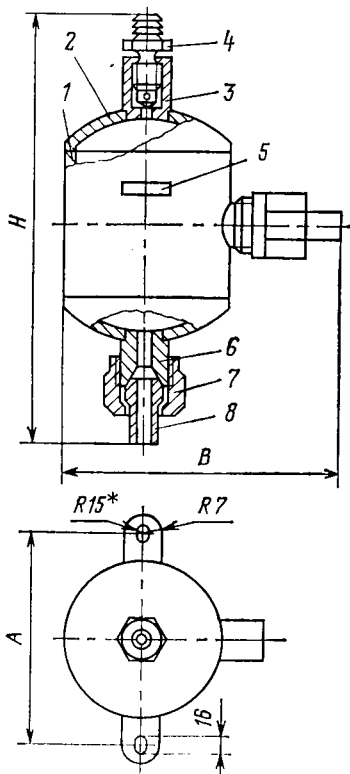
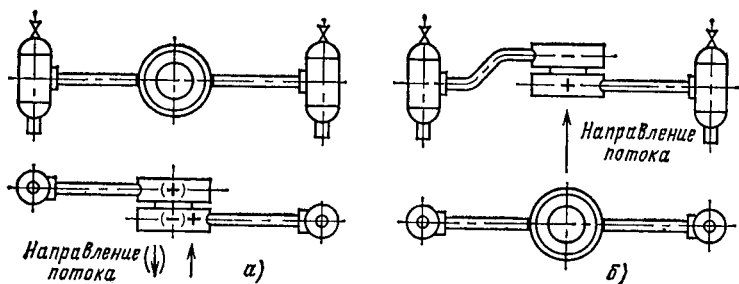


Рис. 4-11. Уравнительный сосуд на давление $p_v \leq 40$ МПа. 1 — обечайка; 2 — днище; 3 — штуцер; 4 — пробка; 5 — ушко; 6 — штуцер; 7 — накидная гайка; 8 — ниппель (на нижней проекции боковой штуцер показан без внешней резьбы).

Рис. 4-12. Схемы соединений камерных диафрагм с уравнительными сосудами для жидкостей температурой более 120°C. а — при горизонтальном расположении трубопровода; б — при вертикальном расположении трубопровода.



жидкости (в цилиндрической части сосуда до среднего бокового штуцера) сосуда могут быть на 250 и 610 см³ на условное давление 6,3; 25 и 40 МПа. Основные размеры уравнительных сосудов представлены в табл. 4-3.

Таблица 4-3

Основные размеры уравнительных сосудов

Внутренний диаметр, мм	Объем вытесняемой жидкости, см ³	Размер, мм		
		<i>H</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
90	250	318—328	199—224	148—173
140	610	348—368	224—271	199—220

Размеры *H*, *B* и *A* колеблются в зависимости от условного давления и способа присоединения труб к сосудам. Для любых давлений допускается соединение по типу «шар—конус» (см. рис. 5-26,г). Для небольших давлений (до 6,3 МПа) допустимо присоединение с прокладочными уплотнениями.

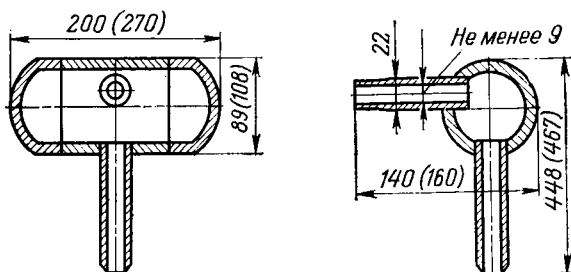


Рис. 4-13. Уравнительный конденсационный сосуд малый для $p_y \leq 10$ МПа.

Размеры в скобках — для большого сосуда.

Некоторые схемы соединения диафрагм с уравнительными сосудами показаны на рис. 4-12.

Уравнительные конденсационные сосуды, применяемые при измерениях расхода водяного пара, изготавливаются на давление до $p_y = 10$ МПа по ГОСТ 14318-73 (рис. 4-13). Различают типоразмеры уравнительных сосудов на давление до 4 и 10 МПа, а по объему — малые

и большие. Для мембранных и сильфонных дифманометров допустимо применять малые сосуды.

Схемы соединения диафрагмы с импульсными линиями и уравнительными конденсационными сосудами показаны на рис. 4-14.

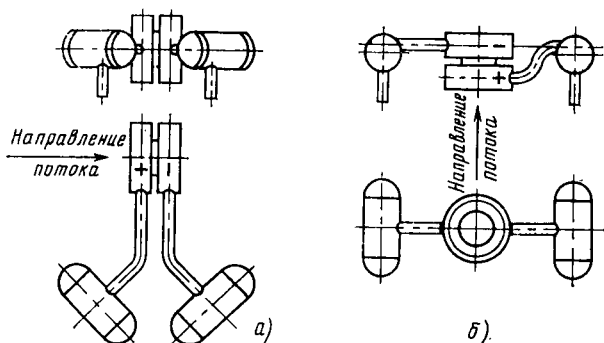


Рис. 4-14. Схемы соединений камерных диафрагм с уравнительными конденсационными сосудами для давлений $p_v \leq 10$ МПа.
а — при горизонтальном расположении паропроводов около стены; б — при вертикальном расположении паропровода.

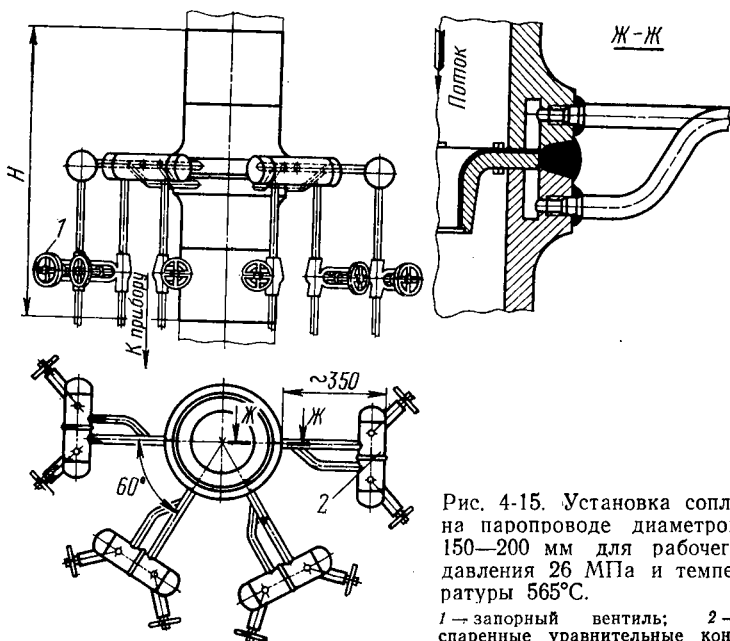


Рис. 4-15. Установка сопла на паропроводе диаметром 150—200 мм для рабочего давления 26 МПа и температуры 565°C.
1 — запорный вентиль; 2 — спаренные уравнительные конденсационные сосуды.

Трубопроводы для водяного пара и воды высокого давления более 10 МПа выполняются обычно сварными, без фланцев. В этих случаях кольцевые камеры для сужающих устройств изготавливают в утолщениях труб (рис. 4-15).

Уравнительные конденсационные сосуды для высоких давлений выполняются по межведомственным нормам спаренными, так как стандартные по ГОСТ 14318-73 в этом случае неприменимы. При горизонтальном расположении трубопровода и при большом числе штуцеров для отбора давления отдельные пары конденсационных сосудов располагаются на разных уровнях.

Для труб $D_y = 150$ мм длина ввариваемого участка $H = 854$ мм, а для $D_y = 200$ мм длина $H = 904$ мм.

На трубопроводах больших диаметров устанавливают бескамерные диафрагмы, изготавливаемые по ГОСТ 14322-77 для трубопроводов диаметром D_y от 400 до 3000 мм при давлениях $p_y \leq 4$ МПа (рис. 4-16). По этому же стандарту могут быть выполнены аналогичные бескамерные диафрагмы для трубопроводов диаметром от 50 до 400 мм, с фланцевым соединением, на давление $p_y \leq 32$ МПа.

Для камерных диафрагм (рис. 4-17) разделительные сосуды выполняются по ГОСТ 14320-73 (см. рис. 4-4). Диафрагмы с фланцами и отрезками труб общей длиной H обычно собираются в мастерской. При этом для труб $D_y = 70$ мм длина $H = 460$ мм, а для труб $D_y = 400$ мм $H = 1760$ мм.

Если разделительная жидкость легче измеряемой, то разделительные сосуды устанавливаются обычно выше сужающего устройства и измеряемая жидкость подводится к сосудам снизу. Возможны и иные схемы расположения разделительных сосудов [10].

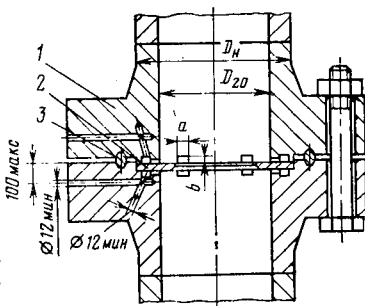


Рис. 4-16. Бескамерная диафрагма для трубопроводов $D_y \geq 400$ мм и давлений $p_y \leq 4$ МПа.

1 — фланец; 2 — диафрагма; 3 — прокладка; a и a' — по «Правилам 28—64» [10]; D_{20} — расчетный диаметр.

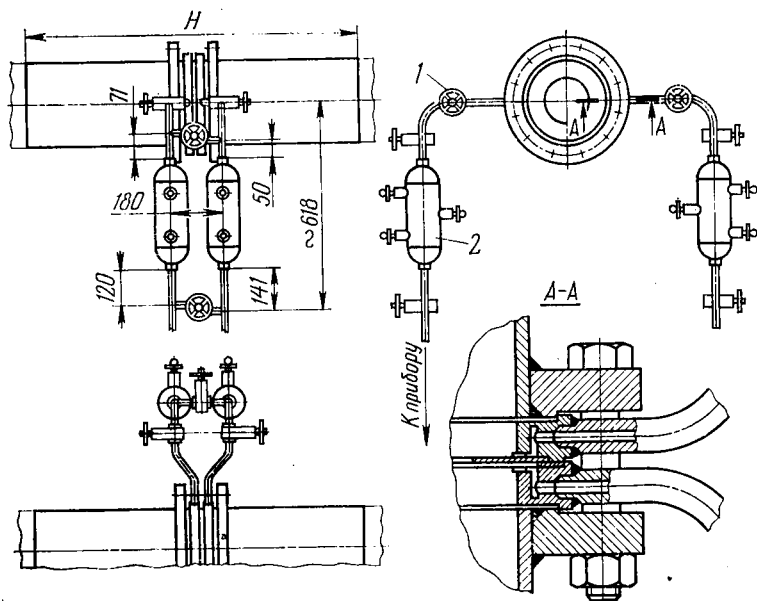


Рис. 4-17. Установка диафрагм с разделительными сосудами на трубопроводе диаметром от 70 до 400 мм для среднеагрессивных жидкостей при $p_y \leq 2,5$ МПа. Измеряемая жидкость легче разделительной.

1 — запорный вентиль; 2 — разделительный сосуд.

в) Установка преобразователей перепада давления в электрические сигналы

Число устройств для измерения расхода на современном энергетическом блоке исчисляется десятками. Подавляющее большинство их выполнено на принципе измерения расхода по перепаду давления на сужающем устройстве с последующим преобразованием перепада в электрические или (очень редко) в пневматические сигналы. По перепаду давления и с такими же преобразователями-дифманометрами измеряют и уровень жидкостей в различных резервуарах.

Преобразователи (датчики) устанавливаются вблизи от места измерения. При большом числе преобразователей их устанавливают группами на специальных рамах, называемых стендами. При выборе места расположения стендов следует учитывать, что в некоторых случаях расстояние между стендами и отборными устройствами

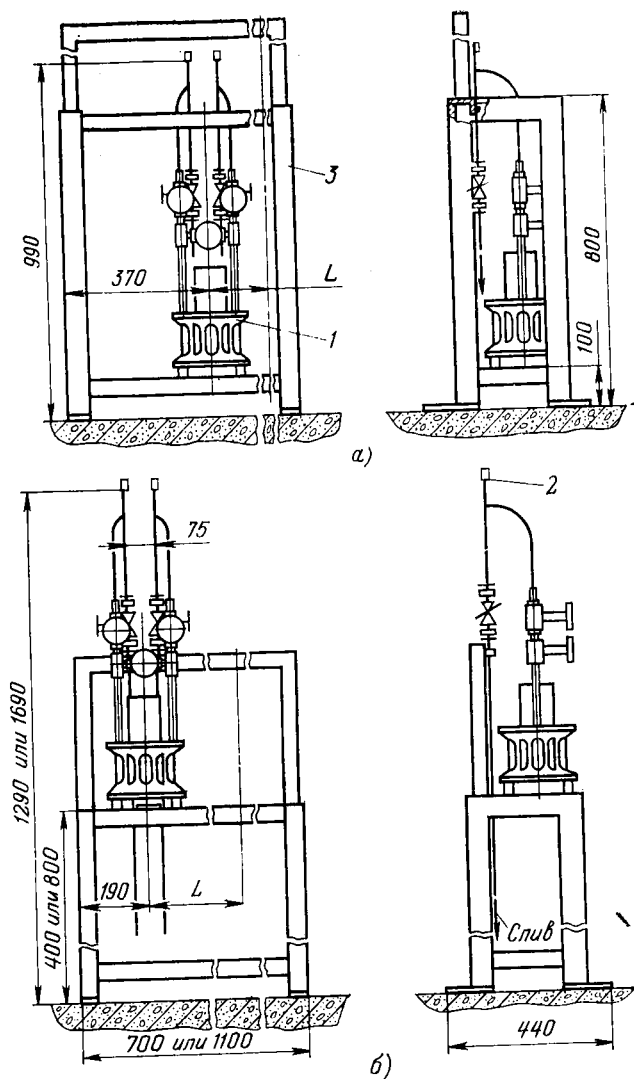


Рис. 4-18. Стенды с мембранными дифманометрами — преобразователями на условное давление p_y до 16 МПа.

а — установка до двух приборов внизу; б — установка до трех приборов вверху; 1 — дифманометр; 2 — трубный соединитель; 3 — рама.

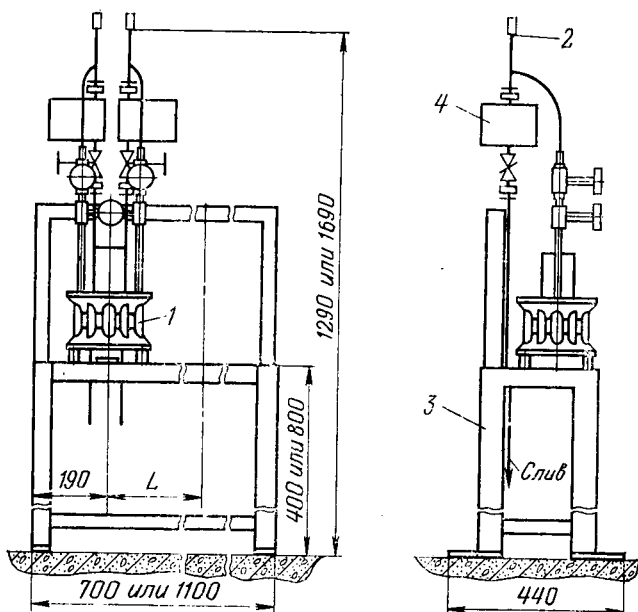


Рис. 4-19. Стенд с двумя-тремя мембранными дифманометрами-преобразователями на условное давление p_y до 0,6 МПа для измерения влажного газа.

1 — дифманометр; 2 — трубный соединитель; 3 — рама; 4 — конденсатосборник.

может во время работы за счет температурных удлинений объектов измерения несколько измениться.

На рис. 4-18 показана типовая установка мембранных дифманометров-преобразователей. На одной раме может быть установлено до трех одинаковых или различных преобразователей. Размер $L=360$ мм указан до оси однотипного преобразователя. Такие стенды обычно доставляют к месту их установки в собранном виде вместе со смонтированными на них преобразователями со всей арматурой. При установке на одной раме преобразователей различных конструкций расстояния между ними могут отличаться от показанных на рис. 4-18.

На рис. 4-19 показана установка дифманометров-преобразователей для измерения перепада давления влажного газа и конденсатосборников, монтируемых одновременно с преобразователями. Дифманометры можно установить и внизу, по аналогии с рис. 4-18,а. В этом

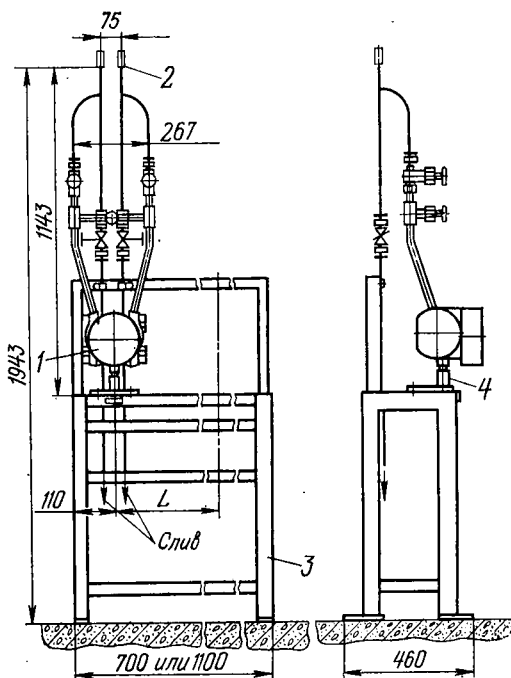


Рис. 4-20. Стенд с двумя-тремя сильфонными дифманометрами-преобразователями на условное давление p_y до 16 МПа.

1 — дифманометр; 2 — трубный соединитель; 3 — рама; 4 — подставка под дифманометр; L — расстояние до соседнего прибора.

случае соединительные линии от сужающего устройства подводятся сверху.

На рис. 4-20 расстояние L до соседнего однотипного преобразователя равно 360 мм. Для разнотипных приборов значение L выбирают из таблицы чертежа типовой конструкции ТК 4514-69.

4.4. УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИИ О ТЕМПЕРАТУРАХ

а) Источники дополнительных погрешностей при контактных методах измерения

Термометром называют устройство (прибор), служащее для измерения температуры путем преобразования ее в показания или сигнал, являющийся известной функцией температуры (ГОСТ 13417-67). Чувстви-

тельный элемент термометра входит в непосредственное соприкосновение (контакт) с измеряемой средой.

Погрешности измерения температуры, вызванные неправильным присоединением измерительного устройства, чаще всего определяются влиянием лучистого теплообмена или отводом тепла теплопроводностью вдоль термометра.

Погрешности, связанные с влиянием лучистого теплообмена, могут достигать десятка и сотен градусов [19, 20].

Считается, что температура чувствительного элемента термометра, погруженного в измеряемую среду, через некоторое время достигает температуры измеряемой среды. Во многих случаях это допущение верно. Однако при расположении термометра в зоне интенсивного теплообмена такое допущение становится несправедливым.

В любом случае чувствительные элементы термометров должны быть установлены так, чтобы с места их установки относительно холодные поверхности не были видны. Для этого предусматривают различные способы защиты от влияния лучистого теплообмена: экранирование, защитные козырьки и пр.

При измерениях температуры среды в трубопроводах с хорошей тепловой изоляцией погрешность за счет лучистого теплообмена практически отсутствует. В этом случае значение разности температуры внутренней поверхности трубы и температуры потока много меньше значения основной погрешности применяемых средств измерения.

Погрешности из-за теплопроводности значительно меньше погрешностей вследствие лучистого теплообмена, тем не менее эти погрешности могут вызвать ошибки, превосходящие основную погрешность термометра [11, 19, 20].

Общим требованием при установке первичных чувствительных элементов для измерения температуры является максимально возможное увеличение глубины их погружения. Особенно велика может быть погрешность при измерении термопреобразователями сопротивления, у которых чувствительный элемент имеет длину 100 мм. На одном конце чувствительного элемента разность температур между ним и средой может быть ничтожной, а на другом конце — чрезмерно большой. Для турбулентных потоков температура во всех точках

сечения изолированного трубопровода или канала практически одинакова, поэтому ограничивать погружение чувствительного элемента расстоянием, равным половине диаметра трубопровода, как это часто рекомендуется, нет оснований.

При измерениях температуры потока, движущегося с высокой скоростью, кинетическая энергия потока, заторможенного термометром, превращается в тепло и температура в месте измерения повышается, в результате чего может возникнуть дополнительная погрешность. Эта погрешность становится заметной при скорости потока более 100 м/с.

б) Установка термометров

На технологическом оборудовании термометры устанавливаются с помощью бобышек или специальных оправ. Нормализованные бобышки от М20 до М36 (рис. 4-21) — прямые и скошенные изготавливаются для сред с температурой до 450°C и условным давлением $p_y \leq 25$ МПа. Для сред с высокой температурой и давлением бобышки изготавливаются по индивидуальным рабочим чертежам. Основные размеры бобышек в соответствии с рис. 4-21 приводятся в табл. 4-4.

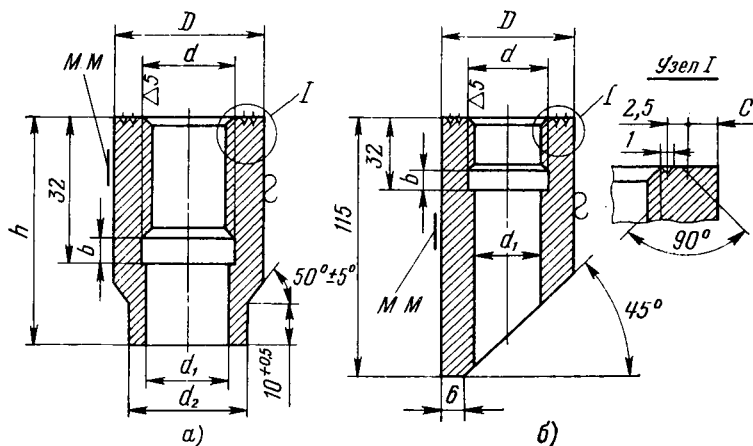


Рис. 4-21. Бобышки для установки термометров или их чувствительных элементов на технологическом оборудовании (по ТК4-225-71 и ТК4-226-69).

а — прямые; б — скошенные; ММ — место маркировки.

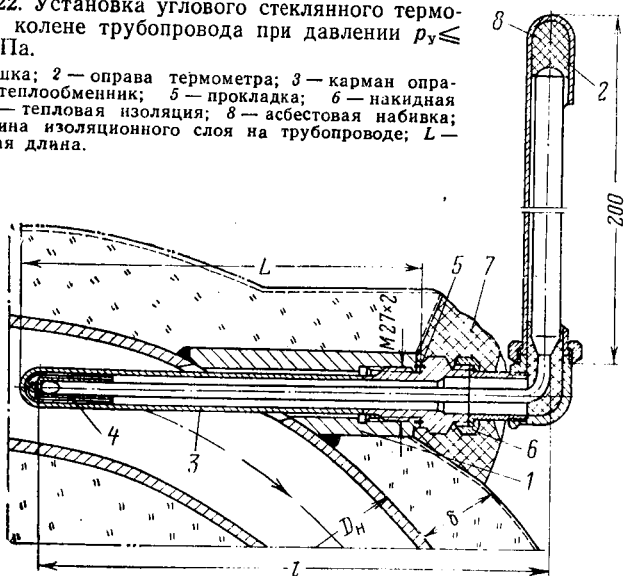
Основные размеры (мм) бобышек

Диаметр резьбы d	D	h	d_1	d_2	b	c
M27×2	45	50; 100	25	30	8	3
M33×2	56	50; 100	31	37	8	5

Скошенные бобышки применяются для увеличения глубины погружения чувствительных элементов и устанавливаются чаще всего на поворотах (коленах) трубопроводов (рис. 4-22). Перед приваркой скошенную поверхность бобышки подгоняют по наружному диаметру трубопровода.

Рис. 4-22. Установка углового стеклянного термометра в колене трубопровода при давлении $p_y \leq 6,4$ МПа.

1 — бобышка; 2 — оправа термометра; 3 — карман оправы; 4 — теплообменник; 5 — прокладка; 6 — накидная гайка; 7 — тепловая изоляция; 8 — асбестовая набивка; δ — толщина изоляционного слоя на трубопроводе; L — монтажная длина.



Стеклянные термометры обычно устанавливаются в нормализованных оправах (ГОСТ 3029-75) — прямых и изогнутых под углом 90 и 135°, на монтажную длину от 60 до 2000 мм, на условное давление измеряемой среды до 32 МПа.

Оправа ввертывается в бобышку, приваренную к трубопроводу. Для уменьшения запаздывания показаний термометра конец кармана оправы снабжают так называемым теплообменником, плотно соприкасающимся с внутренней поверхностью оправы и термобаллоном термометра. Применение теплообменника делает излишним заполнение воздушной прослойки между оправой и термометром машинным маслом или металлическими опилками. При транспортировании трубопровода с приваренной бобышкой и испытаниях трубопроводов в отверстие бобышки ввертывают пробку.

На рис. 4-23 показана установка термобаллонов манометрических термометров, которые должны со всех сторон омываться средой с измеряемой температурой.

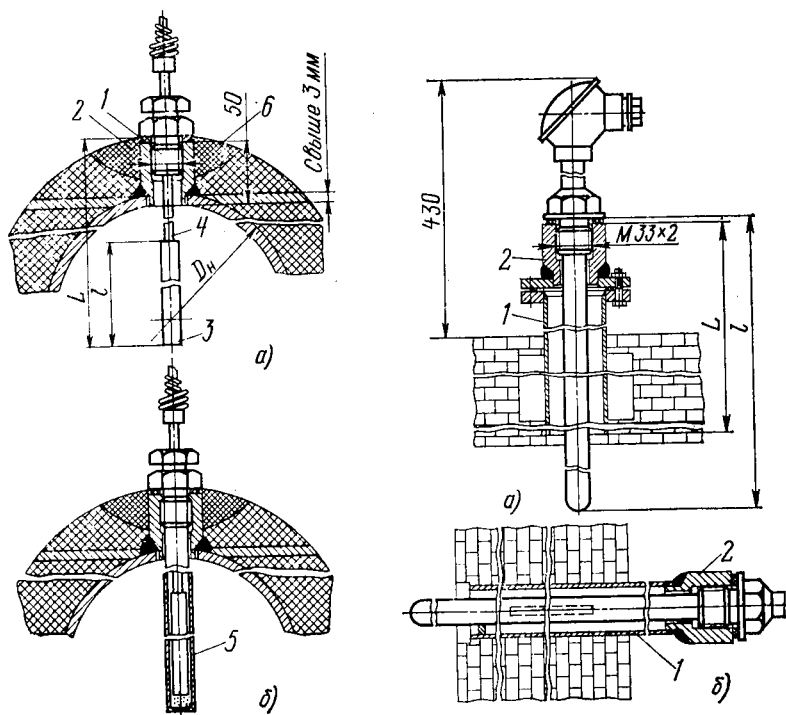


Рис. 4-23. Установка термобаллона манометрического термометра на трубопроводе диаметром $D_n > 89$ мм или прямоугольном канале на условное давление до 16 МПа.

а — без защитного чехла (гильзы); *б* — с защитным чехлом; 1 — футорка; 2 — бобышка (закладная конструкция); 3 — термобаллон длиной l ; 4 — хвостовик термобаллона; 5 — защитный чехол; 6 — легкоснимаемый слой тепловой изоляции; *а* — резьба $M27 \times 2$ или $M33 \times 2$.

Рис. 4-24. Установка термопреобразователей в кирпичной кладке.

а — в закладной трубе 1 с фланцем; *б* — в закладной трубе 1 без фланца; 2 — бобышка.

После установки термобаллона по намеченной трассе прокладывают капилляр. Излишнюю часть капилляра сматывают в бухту вблизи измерительного прибора. Радиус закругления в местах изгиба капилляра должен быть не менее 20 мм. Капилляр должен быть защищен от механических повреждений и от действия источников нагревания или охлаждения.

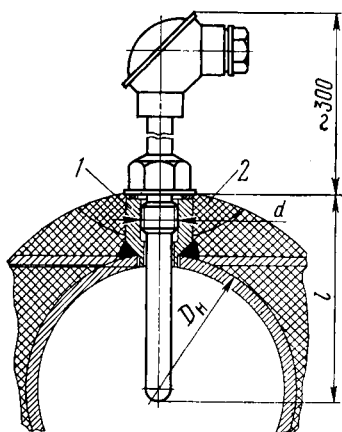


Рис. 4-25. Установка термопреобразователей в трубопроводах диаметром $D_n > 89$ мм и на металлической стенке при давлении $p_v \leq 16$ МПа.

1 — бобышка; 2 — легко снимаемый слой тепловой изоляции; d — резьба М27×2 или М33×2.

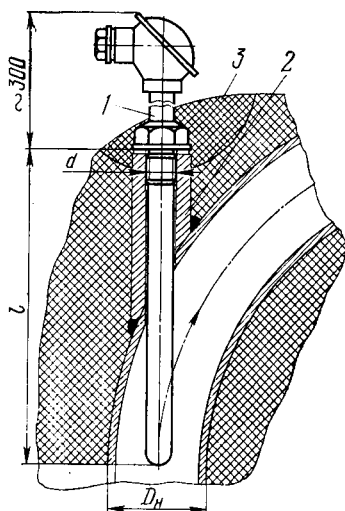


Рис. 4-26. Установка термопреобразователей в колене трубопровода диаметром $D_n > 76$ мм при $p_v \leq 25$ МПа.

1 — термопреобразователь; 2 — бобышка скошенная; 3 — легко снимаемый слой тепловой изоляции; d — резьба М27×2 или М33×2.

При большой скорости потока измеряемой среды возможно повреждение хвостовика термобаллона, поэтому его помещают в защитный чехол, приваренный к футорке (рис. 4-23,б). Чехол может иметь на боковой поверхности отверстия для непосредственного соприкосновения термобаллона с потоком среды. Допускается также применение глухих защитных гильз, устраняющих непосредственный контакт измеряемой среды с термобаллоном.

Термоэлектрические преобразователи (термопары) и термопреобразователи сопротивления для сред с давле-

нием, близким к атмосферному, устанавливают в защитных чехлах без штуцеров или со штуцерами на резьбе.

На рис. 4-24 в кладку заделана закладная труба, к которой приварена бобышка. Термометр (термопреобразователь) ввертывается в бобышку. Закладная труба для закрепления в кирпичной кладке имеет ребра и изготавливается по чертежам типовых конструкций.

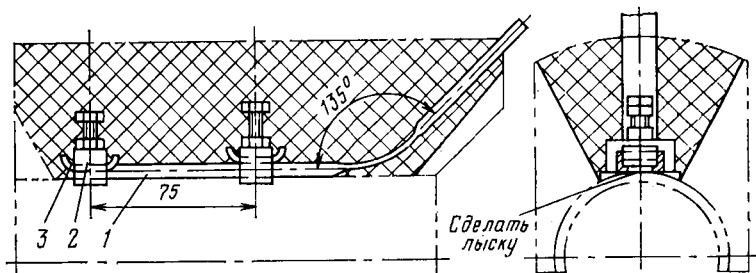


Рис. 4-27. Установка поверхностной термопары типа ТХКП-ХVIII на трубопроводе.

1 — термопара; 2 — колодка прижима; 3 — прижимная планка.

Если кладка имеет наружную металлическую обшивку толщиной не менее 3 мм, то закладная труба приваривается к обшивке. Длина закладной конструкции $L = 300 + 760$ мм.

При вынудом термометре фланец с бобышкой снимают и вместо него устанавливают глухой фланец или при бесфланцевой установке — пробку на резьбе.

При установке термометров без штуцеров в бобышку закладывают уплотнительную асбестографитную набивку и ввертывают гайку сальника.

Установка термометра на паропроводе высокого давления показана на рис. 4-25 и рис. 4-26.

Наибольшая глубина погружения l термоэлектрических преобразователей с составным защитным чехлом указывается в паспорте завода-изготовителя. Преобразователи в фарфоровой арматуре можно погружать в зону высоких температур лишь на длину фарфоровой трубки.

На рис. 4-27 показан один из распространенных способов установки поверхностной термопары на трубопроводе, покрытом тепловой изоляцией. На трубопроводе в месте измерения запиливают плоскую лыску, облег-

чающую соприкосновение термопары с поверхностью трубопровода. После этого приваривают прижимы, под которые пропускают термопару, плотно прижимаемую к трубопроводу. Термопару располагают вдоль трубопровода в постоянном температурном поле, что необходимо для уменьшения погрешности за счет отвода тепла во внешнюю среду, и покрывают слоем тепловой изоляции.

в) Особенности установки бесконтактных измерительных устройств

К числу бесконтактных устройств для измерения температуры относятся радиационные, оптические, фотоэлектрические и цветовые пирометры излучения.

Пирометры не позволяют непосредственно измерять истинные температуры, а показывают так называемую «радиационную», «яркостную» или «цветовую» температуру, соответствующую излучению абсолютно черного тела. Так как степень черноты измеряемого тела оценить трудно, то измерения температур стремятся производить в условиях, приближающихся к условиям измерения температуры абсолютно черного тела. Это особенно важно для приборов, измеряющих «радиационную» температуру, когда поправки на нечерноту излучения наименее надежны и имеют наибольшие значения.

Измерение пирометрами излучения температуры в топке затрудняется из-за неравномерности температурного поля. При этом необходимо учитывать следующие обстоятельства.

1. В случае измерения температуры непрозрачного светящегося пламени через относительно небольшое отверстие в стенке топочного устройства излучение пламени можно считать равным излучению абсолютно черного тела.

2. Измерение температуры несветящегося пламени возможно при наличии в нем раскаленных твердых частиц топлива, температура которых близка к температуре газов. Поправок на нечерноту излучения в этом случае не вводят.

3. Температуру газовой среды не следует измерять в направлении раскаленной кладки, так как температура кладки может отличаться от температуры газов, что затруднит оценку температуры газовой среды.

4. Для измерения температуры газовой среды рекомендуется применять калильные трубки, близкие по своим оптическим свойствам к абсолютно черному телу. При этом следует иметь в виду, что при неправильной установке калильной трубки возможно появление большой погрешности за счет лучистого теплообмена излучателя (калильной трубки) с более холодными поверхностями нагрева.

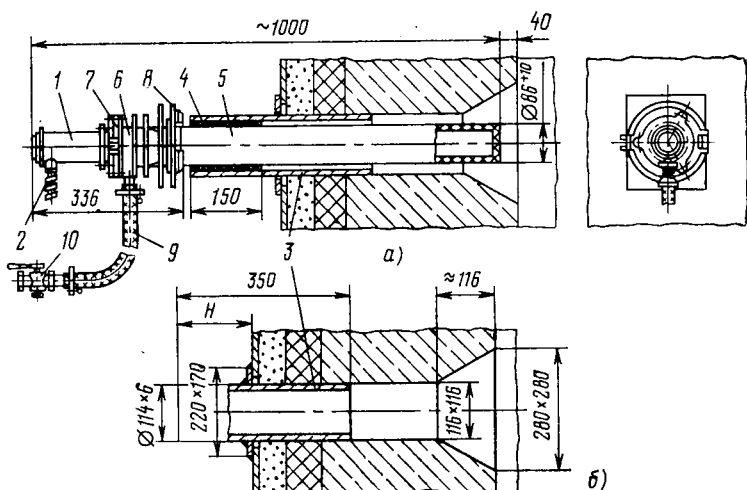


Рис. 4-28. Установка радиационного пирометра типа «Рапир» с карборундовой визирной трубкой на вертикальной стенке.

а — общий вид; *б* — установка закладной части; 1 — телескоп ТЕРА-50; 2 — шланг с электрическими проводами; 3 — закладная труба 114×6 мм с фланцем; 4 — асбестовый шнур; 5 — карборундовая труба длиной 700 мм; 6 — патрубок воздушного охлаждения; 7 — шарнирное устройство; 8 — комплект крепежных деталей; 9 — шланг воздуховода; 10 — кран.

На рис. 4-28 показана установка радиационного пирометра «Рапир» при температуре рабочего пространства не более 1200°C и температуре окружающей среды не более 100°C. Если телескоп пирометра может попасть под облучение предметами, нагретыми до высокой температуры, то следует предусмотреть экраны для защиты телескопа от таких облучений.

К патрубку воздушного охлаждения через кран и шланг подводится профильтрованный воздух с избыточным давлением не менее 1000 Па и с температурой не более 30°C. При высоких температурах телескоп помещают в специальный кожух, охлаждаемый водой.

Радиационные пирометры характеризуются показателем визирования, определяемым по формуле

$$n = D/L,$$

где D — диаметр круга (измеряемого тела) в плоскости, перпендикулярной к оптической оси телескопа; L — расстояние от плоскости (измеряемого тела) до передней линзы телескопа, при котором сфокусированное изображение круга диаметром D полностью покрывает отверстие диафрагмы перед термобатареей телескопа пирометра.

Если фактическое значение $n_{\text{ф}}$ будет меньше показателя визирования пирометра, то возникает трудно определяемая дополнительная погрешность измерения.

Телескопы пирометра с показателями визирования $n > 1/16$ называют широкоугольными, а с $n < 1/16$ — узкоугольными.

Расстояние L считают обычно оптимальным от 0,8 до 1,3 м. Если принять расстояние $L = 1$ м, то для телескопа с показателем визирования $n = 1/20$; диаметр $D = 0,05$ м, т. е. измеряемое тело должно иметь размер не меньше 50 мм.

4-5. ПРОЧИЕ УСТРОЙСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

а) Счетчики количества, индикаторы и преобразователи расхода

В энергетических установках для измерений жидких сред при небольших давлениях и температурах применяются счетчики скоростного типа (вертушки).

Счетчики количества устанавливают так, чтобы была возможность временного отключения их для ремонта или поверки. С этой целью обычно применяют байпасные линии.

Счетчики устанавливают (рис. 4-29) на прямых участках трубопроводов после промывки их и очистки от грязи. Если калибр (диаметр входного отверстия) счетчика меньше диаметра трубопровода, то допускается применение конусных переходных патрубков. Применение переходных фланцев запрещается. На основном трубопроводе до и после патрубков устанавливают запорную арматуру.

Ротаметры применяются в основном для измерения расходов жидкостей или газов, протекающих по трубопроводам диаметром 50 мм и менее. Конусная труба ротаметра должна располагаться вертикально, а поток измеряемой среды направлен обязательно снизу вверх. В месте установки ротаметра вибрация трубопровода должна отсутствовать.

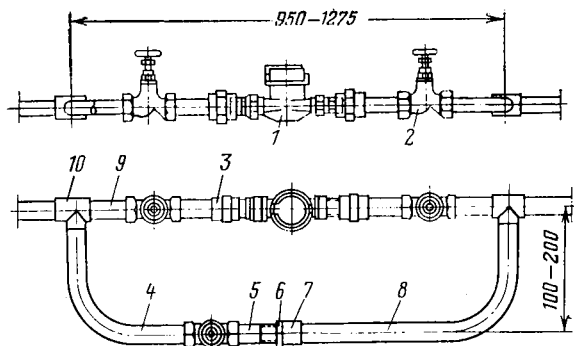


Рис. 4-29. Установка скоростного водомера типа ВК с условным диаметром 15—40 мм.

1 — водомер; 2 — запорный вентиль; 3 — соединительная гайка; 4 и 8 — трубы; 5 — сгон; 6 — контргайка; 7 — муфта; 9 — патрубок; 10 — тройник.

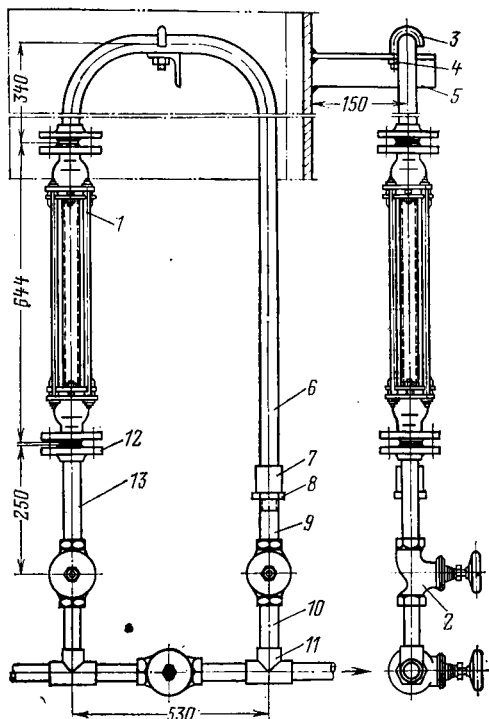


Рис. 4-30. Установка ротаметра типа РС-7 с условным диаметром 50 мм на металлической стенке.

1 — ротаметр; 2 — запорный вентиль; 3 — хомут; 4 — гайка; 5 — консоль; 6 и 13 — трубы; 7 — муфта; 8 — контргайка; 9 — сгон; 10 — патрубок; 11 — тройник; 12 — фланец.

Стеклянный ротаметр (рис. 4-30) вместе с коленом и опускной трубой подвешивается на консоли, приваренной к металлической стенке, и закрепляется хомутом. Установка рассчитана на условное давление не более 0,6 МПа. Для больших давлений ($p \leq 6,4$ МПа) приме-

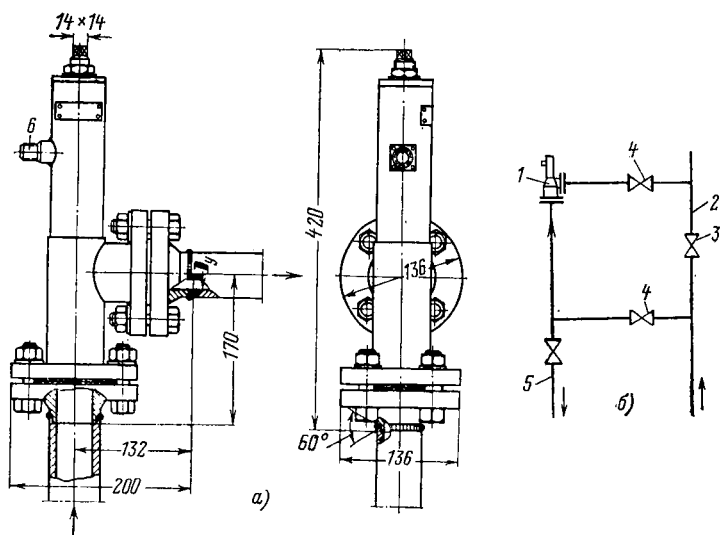


Рис. 4-31. Установка ротаметра с условным диаметром 40 мм и электрическим преобразователем.

а — общий вид; *б* — схема установки; 1 — ротаметр; 2 — технологический трубопровод; 3 — запорный вентиль; 4 — запорные вентили байпасной линии; 5 — сбросная линия; 6 — четырехштырьковый штекерный разъем.

няются металлические ротаметры с электрическим преобразователем (рис. 4-31).

Преобразователи расхода магнитных, шариковых и других расходомеров, встраиваемых в технологические трубопроводы, устанавливаются так же, как и счетчики количества, с применением байпасных линий. Для трубопроводов высокого давления байпасирования преобразователей обычно не производят.

б) Устройства информации об уровнях жидкостей

Получение сигналов об уровнях жидкостей с использованием дифференциальных манометров обычно требует установки уравнительного сосуда, позволяющего

определить уровень жидкости по разности гидростатических давлений в уравнительном сосуде и в технологическом оборудовании.

Существует несколько схем включения уравнительных сосудов. На рис. 4-32 приведена одна из возмож-

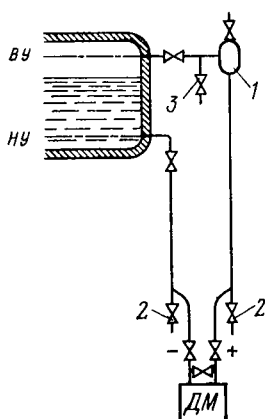


Рис. 4-32. Схема измерения уровня жидкости при давлении $p_y \leq 40$ МПа.

ДМ — дифманометр; ВУ — верхний предельный уровень; НУ — нижний уровень; 1 — уравнительный сосуд; 2 — вентили для продувки; 3 — вентиль для контроля уровня.

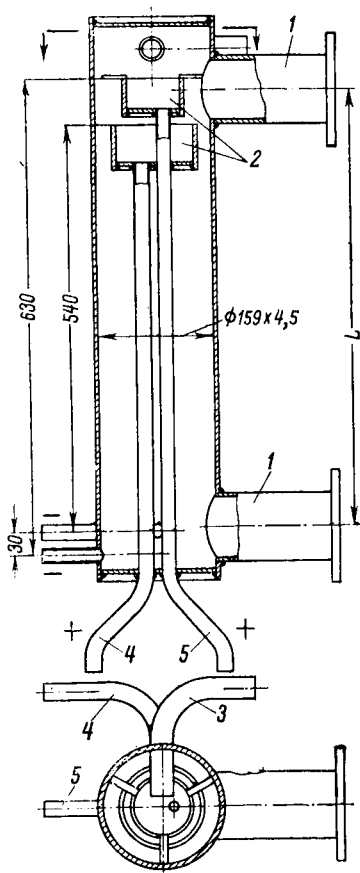


Рис. 4-33. Двойные уравнительные сосуды в вакуумной камере, присоединенной к конденсатору турбины.

1 — штуцеры для присоединения к конденсатору; 2 — уравнительные сосуды; 3 — штуцер для подпитки уравнительных сосудов; 4 — штуцера для присоединения к датчику регулятора; 5 — то же к измерительному прибору.

ных схем измерения уровня неагрессивной жидкости в случае, когда нулевое показание дифманометра соответствует верхнему предельному уровню. Присоединение к технологическому оборудованию производят с использованием тех же закладных конструкций (штуцеров), что и при измерениях давлений (см. § 4-2).

Уравнительные сосуды выполняются по ГОСТ 14319-73 (см. рис. 4-11). Присоединение импульсных линий производят сбоку и снизу или только снизу.

В некоторых случаях измерения уровня, в частности при измерениях уровня конденсата в конденсаторах турбин, приходится обеспечивать непрерывную подпитку в уравнительные сосуды из-за испарения жидкости в сосуде. Подпитка осуществляется от технологической линии, находящейся под большим давлением, чем в измеряемом объекте, в частности из линии после конденсатного насоса. Подпитка производится через верхний штуцер уравнительного сосуда. Избыток жидкости сливается в измеряемый объект.

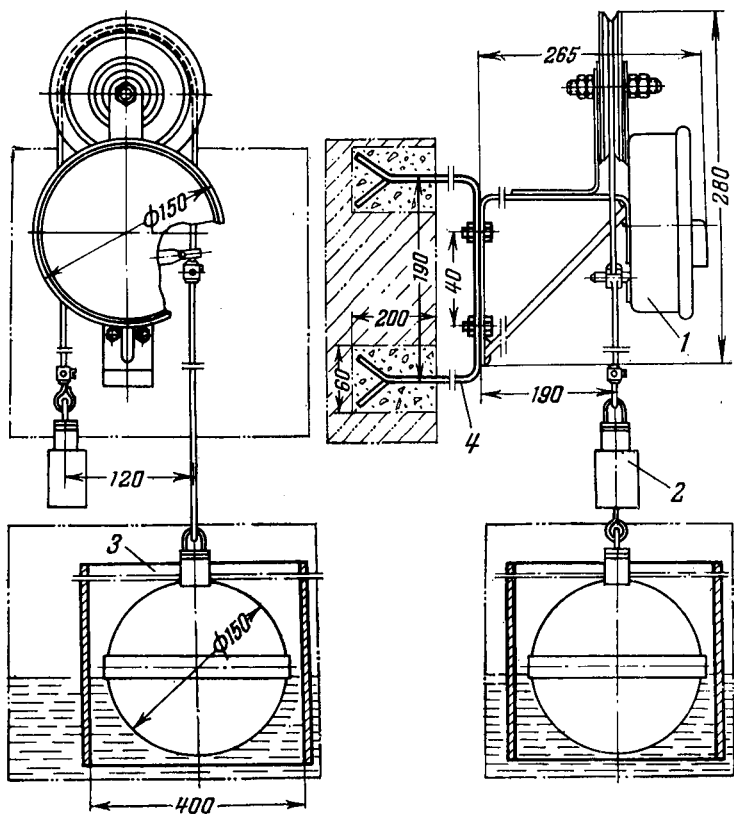


Рис. 4-34. Установка поплавкового реле типа РМ-51.

1 — реле; 2 — противовес; 3 — успокоительная камера; 4 — кронштейн.

Иногда в схемах измерения уровня применяются уравнильные сосуды специальной конструкции (рис. 4-33). Уровень в камере сосудов устанавливается на одной горизонтали с уровнем в конденсаторе. Постоянный уровень в уравнильных сосудах поддерживается за счет непрерывной подпитки через трубу 3. Верхний уравнильный сосуд, расположенный на высоте 630 мм от минусовой трубы, предназначен для подключения измерительного прибора, а нижний уравнильный сосуд на высоте 540 мм — для подключения регуляторов. Размер L равен расстоянию между патрубками конденсатора, к которым присоединяется вакуумная камера.

При изготовлении таких сосудов на монтажной площадке их сначала испытывают на прочность и плотность. Для испытаний на плотность штуцера камеры заглушают и заполняют керосином. Неплотности сварных швов обнаруживают по просачиванию керосина.

Наиболее высокие требования при эксплуатации энергетических установок предъявляются к измерению уровня воды в барабанах паровых котлов. Чаше всего уровень дистанционно измеряют по разности гидростатических давлений в уравнильном сосуде и в барабане котла. В качестве измерительного устройства применяют дифференциальные манометры различных конструкций [11, 20].

Для измерения и сигнализации изменения уровней жидкостей в открытых резервуарах находят широкое применение поплавковые реле. На рис. 4-34 показана установка поплавкового реле типа РМ-51. Поплавок помещен в успокоительную камеру, выполненную из трубы диаметром 400 мм. Реле с блоком крепится на консоли, заделанной в стену или приваренной к металлическим конструкциям. При этом ход поплавка должен несколько превосходить пределы возможного изменения уровня.

в) Устройства информации о солесодержании пара

Концентрация солей в потоке пара не одинакова. Наименьшие отклонения солесодержания от среднего значения наблюдаются в нисходящих вертикальных участках паропроводов. На этих участках обычно устанавливаются пароотборные устройства для солемеров.

Для повышения точности измерения необходимо, чтобы скорость пара во входных отверстиях пароотборного устройства равнялась скорости пара в паропроводе. В отборном устройстве обычно выполняется десять входных отверстий диаметром 2 мм, при этом скорость пара в отверстиях устанавливается близкой к средней скорости пара в паропроводе и дополнительные погрешности в этом случае практически отсутствуют.

На рис. 4-35 показана установка пароотборного устройства с применением щелевого зонда с двумя продольными пластинами, между которыми располагаются 10 входных отверстий.

Зонд устанавливается в основном паропроводе в отверстия, просверленные диаметрально, что позволяет контролировать перпендикулярность расположения зонда по отношению к оси паропровода. Зонд приваривают к соединительному штуцеру, вводят в паропровод и устанавливают в нужном положении. После этого штуцер приваривают к паропроводу, а с противоположной

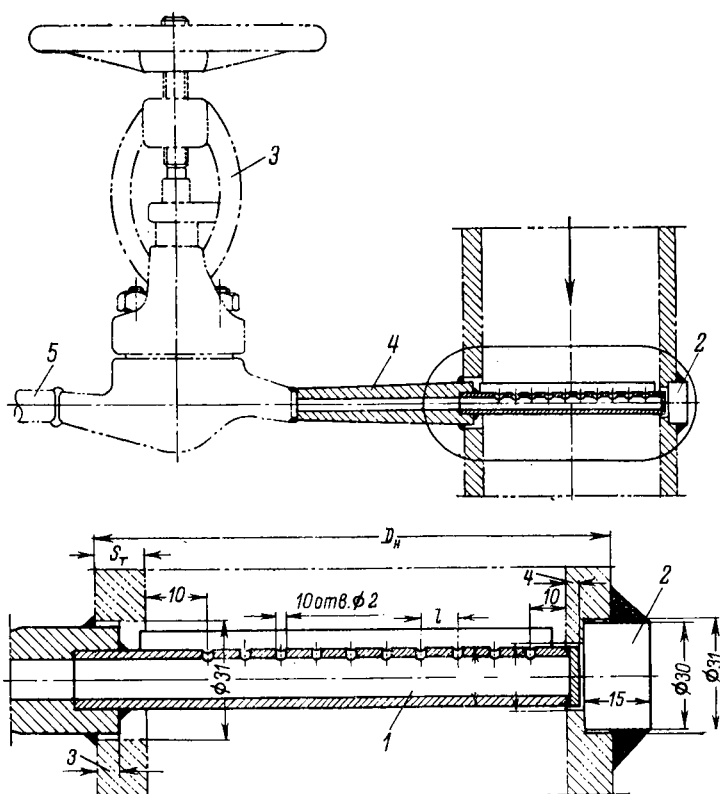


Рис. 4-35. Установка пароотборного устройства солемера в паропроводе с толщиной стенки $S_T \leq 9$ мм.

1 — пароотборный зонд; 2 — пробка; 3 — запорный вентиль; 4 — соединительный штуцер; 5 — соединительная трубка к солемеру.

стороны ставят пробку, завариваемую наглухо. К соединительному штуцеру приваривают запорный вентиль.

Пароотборное устройство (рис. 4-36) непосредственно соединяется с игольчатым вентилем. Диаметр пароотборного устройства подбирается, исходя из условия равенства скоростей пара в трубе и в самом устройстве. Конiec пароотборного зонда вставляется в отверстие опоры, приваренной к трубе или к стенке барабана кот-

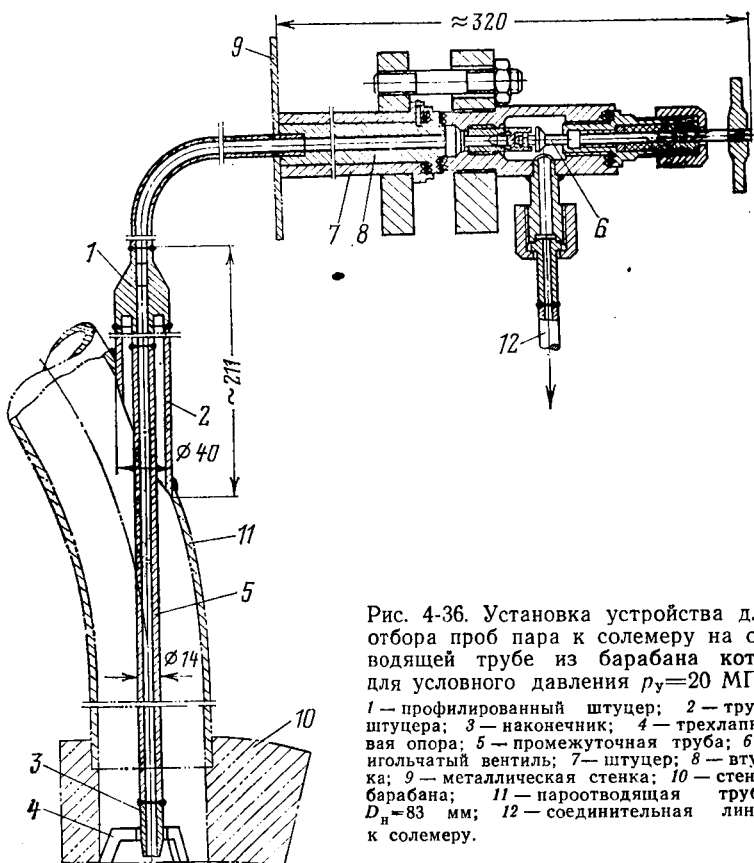


Рис. 4-36. Установка устройства для отбора проб пара к солемеру на отводящей трубе из барабана котла для условного давления $p_y=20$ МПа.

1 — профилированный штуцер; 2 — труба штуцера; 3 — наконечник; 4 — трехлапковая опора; 5 — промежуточная труба; 6 — игольчатый вентиль; 7 — штуцер; 8 — втулка; 9 — металлическая стенка; 10 — стенка барабана; 11 — пароотводящая труба, $D_n=83$ мм; 12 — соединительная линия к солемеру.

ла. Штуцер вентиля приваривают к металлической конструкции.

Для солемеров с дегазацией и обогащением системы ЦКТИ [8] пробоотборный зонд имеет одно отверстие,

располагаемое по центру трубопровода и направленное навстречу потоку.

г) Устройства информации о составе газов

Выбор места отбора отходящих газов на анализ и установки газоотборного приспособления имеют большое значение для правильной работы газоанализаторов любого типа.

Место отбора газовой пробы должно быть выбрано так, чтобы запаздывание показаний было минимальным. Однако основной источник запаздывания показаний газоанализатор, измерительное устройство, арматура (фильтры, холодильники) и соединительные трубопроводы, а не технологический объект. Уменьшение времени запаздывания достигается снижением количества арматуры и длины соединительных линий и увеличением расхода анализируемого газа.

Состав газовой пробы должен быть по возможности близким к среднему составу газа, протекающего через газопровод (проба должна быть представительной). Считают, что средний представительный состав газовой пробы обеспечивается при отборе из точки, расположенной на расстоянии одной трети диаметра поперечного сечения круглого газопровода или на расстоянии одной трети длины по диагонали от любого угла канала прямоугольного сечения.

При выборе места отбора газовой пробы и условий подачи газовой пробы к газоанализатору следует руководствоваться следующим.

1. Вблизи места отбора пробы подсосы воздуха должны отсутствовать.

2. Участок канала, на котором отбирается газовая проба, должен быть по возможности прямолинейным.

3. Оптимальная температура газа в месте отбора 200—600°C. При более низкой температуре и при наличии в газах смолистых веществ керамические фильтры газоанализаторов быстро загрязняются, а при более высоких температурах возможно частичное восстановление углекислоты (CO_2) в окись углерода CO за счет несгоревших частиц топлива, осевших в фильтрах. В результате в газовой пробе содержание углекислоты уменьшается по сравнению с содержанием ее в анализируемом газовом потоке. Поэтому при температуре вы-

ше 600°C газоотборные устройства приходится снабжать водяным охлаждением.

4. Для большинства применяемых автоматических газоанализаторов разрежение в месте отбора пробы газа на анализ не должно превышать 500—1000 Па (50—100 мм вод. ст.).

5. Соединительные линии к газоанализатору должны быть по возможности короче, а преобразователь (датчик) газоанализатора должен устанавливаться на участ-

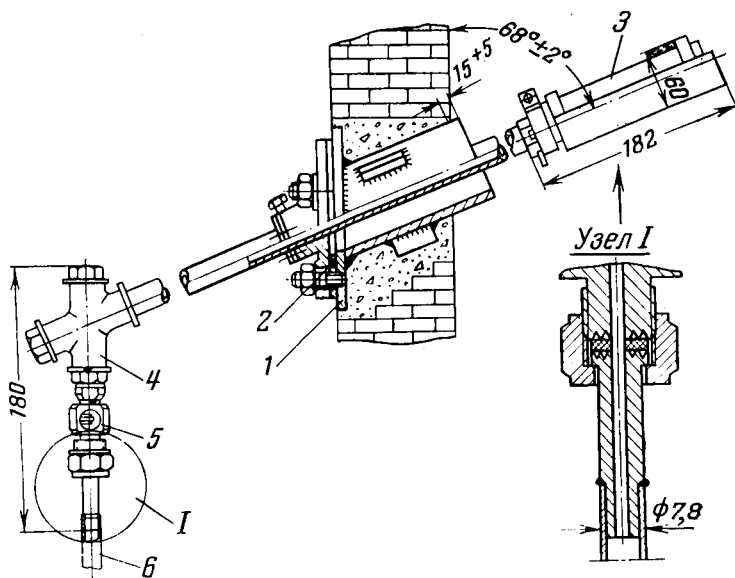


Рис. 4-37. Установка газоотборного устройства автоматического газоанализатора.

1 — фланец с закладной трубой; 2 — прокладка; 3 — керамический фильтр с защитным козырьком; 4 — крестовина; 5 — запорный кран; 6 — соединительная труба к газоанализатору.

ке с мало изменяющейся температурой, защищенном от воздействия лучистого теплообмена и воздушных потоков и не содержащем паров и газов, вызывающих коррозию. В месте установки преобразователей должна отсутствовать вибрация.

6. Газовая проба перед входом в газоанализатор очищается от механических примесей и пыли и охлаждается, образующийся при этом конденсат удаляется.

На рис. 4-37 фланец закладной трубы может быть приварен к металлической обшивке газохода. В этом

случае труба не имеет ребер. Керамический фильтр вводится в газопровод в месте, обеспечивающем получение представительной пробы газа. Фильтр снабжается защитным козырьком, закрывающим немного более половины его боковой поверхности. Защитный козырек ставится навстречу газовому потоку. Трубку, подводящую

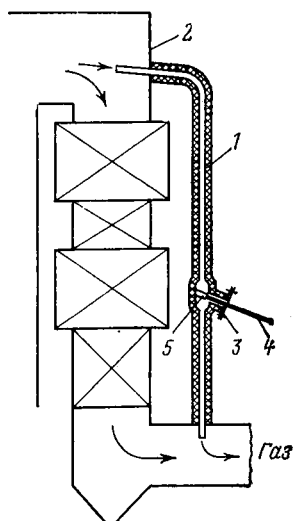
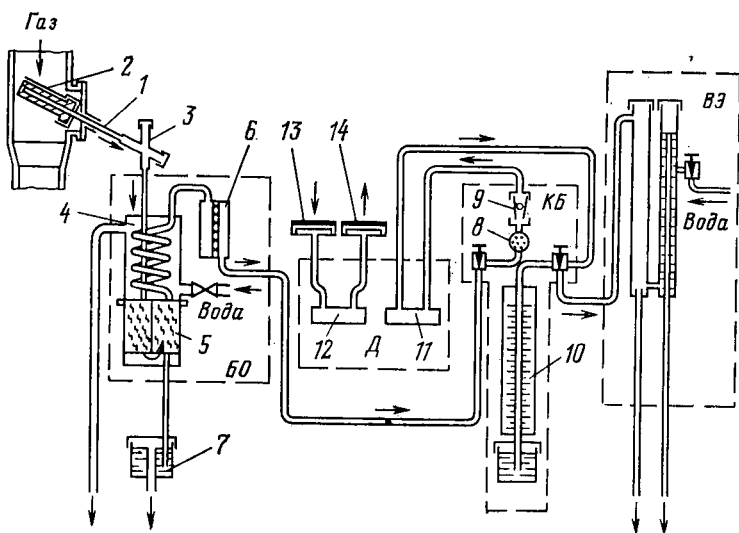


Рис. 4-38. Схема отбора газовой пробы из шунтирующего трубопровода.

1 — шунтирующий трубопровод; 2 — основной газопровод; 3 — патрубок для отборного устройства; 4 — труба к газоанализатору; 5 — керамический фильтр.

Рис. 4-39 Газовая схема газоанализатора типа МН-5106.

БО — блок очистки; КБ — контрольный блок; Д — преобразователь (датчик); ВЭ — водоструйный эжектор; 1 — труба подачи газовой пробы; 2 — керамический фильтр; 3 — крестовина; 4 — холодильник; 5 — сернистый фильтр; 6 — фильтр тонкой очистки; 7 — конденсатор-отводчик; 8 — контрольный фильтр; 9 — ротаметр; 10 — стеклянный тягомер; 11 — газовые камеры; 12 — воздушные камеры; 13 и 14 — фильтры.



газовую пробу к газоанализатору, обычно присоединяют снизу к крестовине отборного устройства. Снизу предусматривают также отвод конденсата.

На крупных котельных установках для отбора газовой пробы часто применяют шунтирующие трубопроводы с расширителями, прокладываемые параллельно с основным газопроводом. Обычно шунтируют участок водяных экономайзеров и воздухоподогревателей (рис. 4-38).

Преобразователь (датчик) газоанализатора устанавливают в непосредственной близости от места отбора газовой пробы. Газовая проба, подводимая к преобразователю, предварительно проходит блок очистки и контрольный блок, в котором контролируется давление газовой пробы, расход ее и качество очистки (по состоянию контрольного фильтра). Эжектирующее устройство, как правило, располагается после преобразователя.

Вся аппаратура схемы (или значительная ее часть) обычно собирается заводом — изготовителем газоанализаторов на специальной панели или металлической раме (рис. 4-39).

4-6. МОНТАЖ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

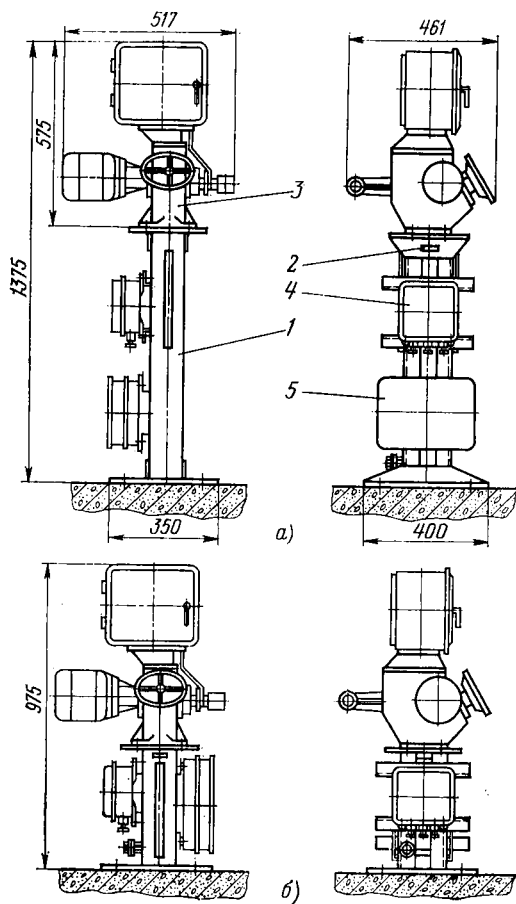
а) Особенности электрических исполнительных механизмов

Серийно выпускаемые электрические однооборотные исполнительные механизмы состоят из реверсивного электродвигателя переменного тока с постоянной частотой вращения и редукторной установки с червячными или шестеренчатыми передачами. Выходной вал исполнительного механизма чаще всего имеет ограниченный угол поворота ($90—360^\circ$) и небольшую скорость перемещения (от 1 до 360 угловых градусов в секунду). Мощность электродвигателя (за редким исключением) не превышает 1 кВт; крутящий момент на выходном валу достигает до 10 000 Н·м. Все электрические механизмы обычно имеют тормозное устройство, автоматически включаемое при изменении направления движения (при реверсировании) электродвигателя для уменьшения времени запаздывания при переключениях. Для остановки электродвигателя при достижении регулирующим органом конечных положений предусматриваются концевые выключатели, кроме того, электрические исполнитель-

ные механизмы имеют датчики положения регулирующего органа. Конечные выключатели и датчики положения размещаются в колонке дистанционного управления, которая объединяется обычно в общий блок с электродвигателем и редукторной установкой.

б) Установка исполнительных механизмов

Исполнительные механизмы чаще всего устанавливают на полу или на другой горизонтальной плоскости. Некоторые типы электрических и пневматических исполнительных механизмов требуют установки их непо-



средственно на трубопроводах, в которых встроены регулирующие органы, связанные с этими механизмами.

Отдельно стоящие исполнительные механизмы удобно размещать на стойках (рис. 4-40).

в) Регулирующие органы и их сочленение с исполнительными механизмами

Регулирующие органы монтируются по правилам и нормам монтажа технологических участков и агрегатов. Персонал, ведущий монтаж устройств контроля и управления, в установке регулирующих органов обычно не участвует, а выполняет лишь их сочленение с исполнительными механизмами.

Перед сочленением регулирующего органа с исполнительным механизмом необходимо проверить качество их монтажа. Регулирующий орган должен свободно, без заклинивания и заеданий перемещаться от одного крайнего положения до другого. Усилие, необходимое для перемещения регулирующего органа, желательно проверять при рабочем давлении и температуре потока регулируемой среды, движущейся с нормальной скоростью, так как при отсутствии потока среды это усилие обычно меньше.

Сочленение исполнительного механизма с регулирующим органом может быть жестким, осуществляемым с помощью тяг или кулачковых механизмов, и гибким — с помощью тросов или стальных лент. При гибком сочленении применяются противовесные грузы у регулирующего органа. В этом случае исполнительный механизм перемещает регулирующий орган только в одну сторону, а перемещение в обратную сторону происходит под воздействием груза. Такие сочленения следует применять лишь в тех случаях, когда исполнительный механизм не удастся расположить достаточно близко к регулирующему органу и расстояние между ними превосходит 10—15 м или когда рычаг клапана и кривошип исполнительного механизма перемещаются в разных плоскостях, что конструктивно усложняет осуществле-

Рис. 4-40. Установка исполнительного механизма типа МЭОБ-25/60 на стойках.

а — исполнение 1; б — исполнение 2; 1 — стойка; 2 — рамка для надписей; 3 — исполнительный механизм; 4 — пускатель магнитный; 5 — коробка соединительная.

ние жесткого сочленения. Форма сочленения обычно определяется проектом.

На рис. 4-41, *а* показано перемещение регулирующего органа практически пропорционально перемещению исполнительного механизма. В среднем положении рычаги регулирующего органа и исполнительного механизма установлены параллельно. При кинематической схеме сочленения, приведенной на рис. 4-41, *б*, одинаковый угол поворота кривошипного вала в начале и в конце

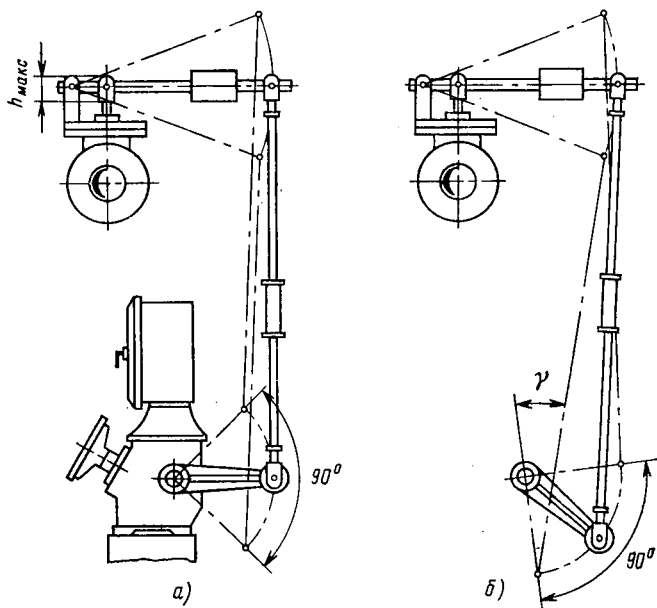


Рис. 4-41. Жесткое сочленение исполнительного механизма с регулирующим клапаном.

а — с перемещением клапана, практически пропорциональным перемещению исполнительного механизма; *б* — с непропорциональным перемещением клапана.

хода создает различные перемещения клапана. Различие в перемещениях возрастает по мере уменьшения начального угла сочленения γ . Во избежание заклинивания этот угол не должен быть менее 9°.

При монтаже сочленений необходимо использовать полный рабочий ход исполнительного механизма, полный угол поворота выходного вала — от одного крайнего положения до другого. Этого можно достичь за счет

изменения соотношения длин плеч рычагов у исполнительного механизма и у регулирующего органа. Длину соединительной тяги можно изменять за счет соединительной муфты с удлиненной резьбой и с контргайкой.

На рис. 4-42,а приведена схема сочленения исполнительного механизма с направляющим аппаратом шибрного типа. Возможны случаи, когда один исполнительный механизм управляет двумя регулирующими органами (рис. 4-42,б).

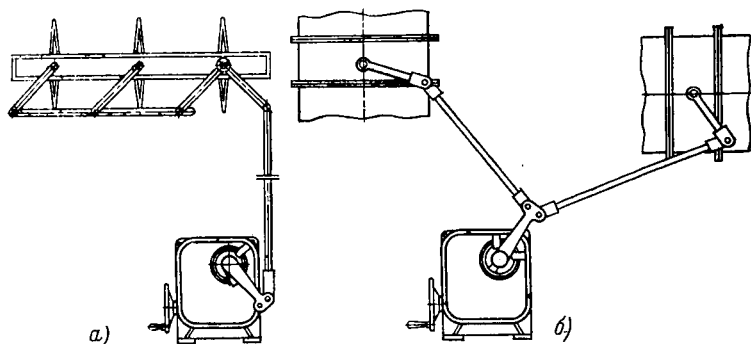


Рис. 4-42. Сочленения исполнительного механизма типа МЭО.

а — с направляющим аппаратом шибрного типа; б — с двумя поворотными заслонками.

Гибкие сочленения выполняются так, чтобы соскакивание троса или ленты с направляющих роликов было исключено, так как в этом случае регулирующий орган быстро переместится в крайнее положение под воздействием груза.

Иногда применяются двойные гибкие сочленения, когда в одном направлении регулирующий орган перемещается одним тросом или лентой, а в противоположном направлении — другим.

4-7. МОНТАЖ ПУТЕВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Путевые выключатели могут быть контактного или бесконтактного типа. Выключатели путевые контактные (ВПК) предназначены для подачи сигналов управления или сигнализации под воздействием управляющих упоров в определенных точках пути контролируемого объекта. На теплоэнергетических установках такие вы-

ключатели широко используются для автоматического управления и сигнализации систем топливоподачи и некоторых других объектов.

Выключатели путевые контактные общего промышленного применения стандартизованы и выпускаются трех серий: ВПК-1000 полумгновенного действия (ГОСТ 18134-72), ВПК-2000 прямого действия (ГОСТ 18147-72) и ВПК-3000 мгновенного действия (ГОСТ 18133-72).

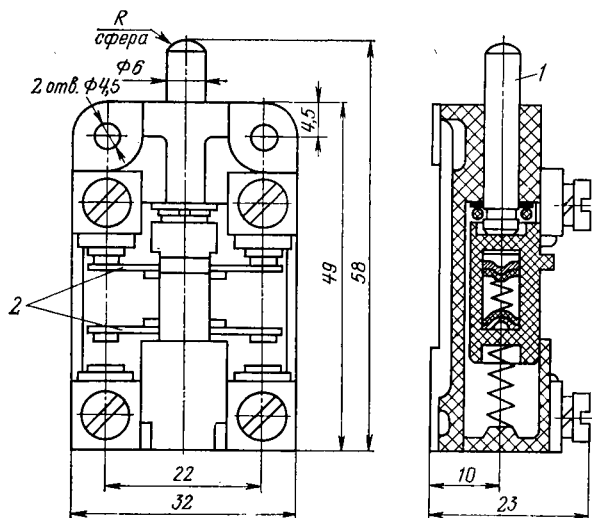


Рис. 4-43. Выключатель путевой контактный ВПК-2010.
1 — толкатель; 2 — передвижные контактные пластины.

Все выключатели предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного тока напряжением до 500 В, частотой 50 и 60 Гц или постоянного тока до 220 В; имеется большое число конструктивных вариантов выключателей: по приводным элементам (толкатели, рычаги и толкатели с роликами, селективный привод, V-образный рычаг), по способу крепления, по типу ввода электрических цепей, по способу возврата (с фиксацией или без фиксации положения), по климатическому исполнению и по категории помещения, в котором устанавливаются выключатели (ГОСТ 15150-69).

Все выключатели имеют электрически не связанные между собой контакты: один замыкающий (нормально

разомкнутый) и один размыкающий (нормально замкнутый) с двойным разрывом цепи. Номинальный ток выключателей 4—6 А.

На рис. 4-43 показан один из стандартных выключателей ВПК-2010 без внешней оболочки. Замыкание и размыкание контактов производится толкателем. Рабочий ход толкателя 5,3 мм. Для других типов выключателей рабочий ход толкателя составляет 2,4 мм или

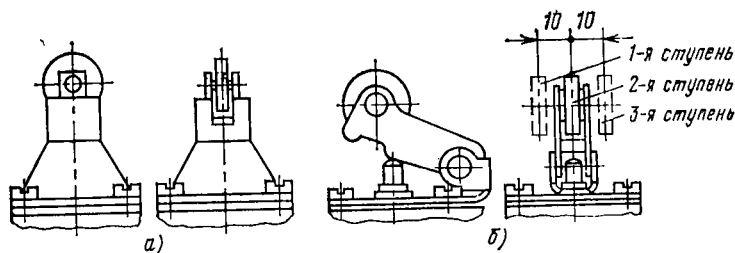


Рис. 4-44. Приводные элементы выключателей.

а — для ВПК-2111 — толкатель с роликом; *б* — для ВПК-2112 — рычаг с роликом.

6,2 мм. Толкатель может иметь ролик или получать воздействие от рычага с роликом (рис. 4-44).

На рис. 4-45 показаны путевые выключатели с поворотными рычагами различных видов. Рабочий угол поворота в различных конструкциях составляет от 8 до 16°.

Бесконтактные путевые выключатели не стандартизованы и серийно не выпускаются.

При монтаже контактных путевых выключателей необходимо обеспечить правильное воздействие на них управляющих упоров, иначе выключатель может быть либо испорчен, либо вообще не будет срабатывать. Прежде всего необходимо, чтобы управляющий упор обеспечил полный рабочий ход толкателя выключателя или полный рабочий угол поворота его рычага. В противном случае может не произойти включения (или выключения) электрической цепи выключателя. Поэтому всегда допускается небольшой дополнительный ход (перезем): для толкателей — до 3 мм, а для поворотных рычагов — на угол до 8—30°.

Движение управляющего упора должно приходиться в направлении оси толкателя. Допускается отклонение направления движения упора от оси толкателя на угол $\alpha=5^\circ$ (рис. 4-46, *а*). При больших углах отклонения (до

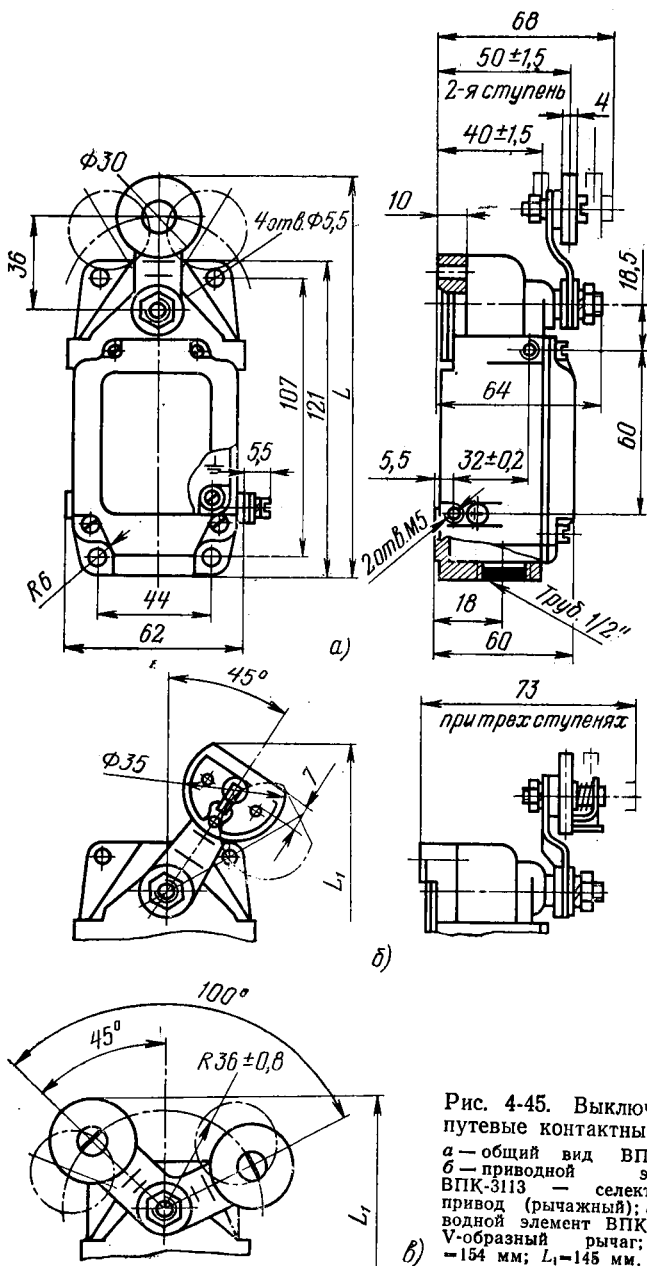


Рис. 4-45. Выключатели
путевые контактные.

а — общий вид ВПК-3112;
б — приводной элемент
ВПК-3113 — селективный
привод (рычажный); в — при-
водной элемент ВПК-3114 —
V-образный рычаг; L —
154 мм; L_1 — 145 мм.

15°) увеличивается износ механической части выключателя.

При наличии ролика воздействие на толкатель может быть осуществлено упором, перемещающимся в направлении, перпендикулярном к оси толкателя (рис. 4-46,б). При этом углы набегания упора α и сбега β должны быть не более 40° при скорости движения упора до 0,25 м/с, а при большей скорости — не более 20° . Упоры могут быть проходными реверсивными, нереверсивными или толкающими.

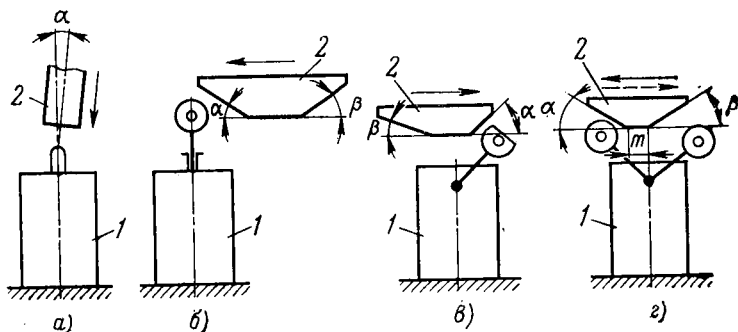


Рис. 4-46. Схемы воздействия управляющих упоров рабочих механизмов на выключатели.

1 — выключатели путевые контактные; 2 — управляющие упоры.

Выключатели с селективным приводным элементом (рис. 4-45,б) могут работать с проходным реверсивным упором. При этом угол α набегания упора (рис. 4-46,в) должен быть $45 \pm 5^\circ$, а угол сбега β — не более 25° .

Выключатели с V-образным рычагом (рис. 4-45,в) с фиксацией положения предназначены для работы с проходным реверсивным упором. При этом угол α набегания и угол β сбега упора (рис. 4-46,г) должны быть равны $30 \pm 5^\circ$. Горизонтальная площадка упора длиной m не должна быть больше 3 мм.

4-8. МОНТАЖ НЕТИПОВЫХ УСТРОЙСТВ И СКРЫТЫЕ РАБОТЫ

На современных тепловых электростанциях кроме общепромышленных измерительных устройств для измерений давлений температур, расходов жидких, паровых и газовых сред, уровней жидкостей, солесодержаний газового анализа и т. п. применяют ряд устройств индивидуального изготовления, нередко в одном-двух экзем-

плярах каждое. К таким устройствам можно отнести, например, устройства для измерения температур в различных точках корпуса и в подшипниках турбин, устройства для измерения вибраций, устройства для измерения рН различных жидкостей, устройства для измерения уровня твердого топлива в бункерах, радиоизотопные измерительные устройства и ряд других. Если такие устройства не имеют дистанционной передачи сигналов на расстояние, то их монтируют обычно одновременно с монтажом соответствующего основного оборудования.

Специфическим устройством такого рода является первичный измерительный преобразователь (датчик). При монтаже датчиков следует использовать чертежи и схемы соответствующих инструкций. Места установки первичных преобразователей часто предусматриваются заранее в конструкциях основного технологического оборудования.

Электрические и трубные проводки от преобразователей выполняются по общим правилам, изложенным в гл. 5 и 6. Вторичные приборы для таких нетиповых первичных преобразователей обычно выбирают из числа серийно изготавливаемых.

При монтаже приборов и средств автоматизации могут быть отдельные участки, которые после выполнения монтажа оказываются скрытыми для наблюдения за ними в процессе эксплуатации. Это относится:

- к установке первичных приборов на трубопроводах и аппаратах, заключаемых в дальнейшем в общие кожухи и в общую тепловую изоляцию;

- к установке регуляторов, сигнализаторов, измерителей уровня с поплавками, помещенными внутри технологических аппаратов;

- к установке измерительных сужающих устройств;

- к установке стационарных пьезометрических измерителей;

- к монтажу специальных устройств (экранов, кронштейнов и др.) внутри технологических аппаратов, предназначенных для защиты приборов от повреждений или от влияния факторов, искажающих измерительную информацию.

Все работы такого рода принимаются сразу после их выполнения, не дожидаясь завершения всех монтажных работ. На эти работы заполняются специальные акты по принятой форме [15].

МОНТАЖ ТРУБНЫХ ПРОВОДОК

5-1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРУБНЫХ ПРОВОДКАХ

Трубной проводкой называют совокупность труб и трубных кабелей, соединительных и присоединительных устройств, арматуры и относящихся к ним креплений, поддерживающих и защитных конструкций. Внутренней трубной проводкой называется проводка, проложенная в закрытом помещении, а наружной — вне помещения.

Различают три основные группы трубных проводок устройств контроля и управления:

соединительные — импульсные и командные проводки, связывающие объект с устройствами тепло-технического контроля и управления;

защитные — предназначенные для прокладки электрических проводов и кабелей;

вспомогательные — питающие, сливные, обогревающие, охлаждающие и т. п.

Трубные проводки, работающие под давлением более 10 МПа, называются проводками высокого давления и к ним предъявляются более жесткие требования.

Для трубных проводок, как правило, применяются стальные трубы, реже — трубы из цветных металлов, пластмассы, резины и других материалов.

Трубные проводки подразделяются на категории в зависимости от заполняющей среды и параметров среды [15].

К первой категории относятся трубные проводки, заполненные продуктами с токсическими свойствами; перегретым паром с температурой выше 450°C; горячей водой и насыщенным паром давлением более 18,4 МПа; горючими газами и жидкостями с температурой выше 350°C и прочими газами и жидкостями с температурой выше 450°C.

Ко второй категории относятся трубные проводки, заполненные перегретым паром давлением до 3,9 МПа, а также горячей водой или насыщенным паром давлением 8,0—18,4 МПа.

Трубы, заполняемые перегретым паром давлением до 2,2 МПа, относятся к третьей категории, а паром более низкого давления — к четвертой. Трубы, заполненные горячей водой и насыщенным паром давлением 1,6—8,0 МПа, относятся к третьей категории, а более низкого давления — к четвертой.

К пятой категории относятся проводки, заполняемые негорючими и инертными газами и жидкостями давлением менее 1,6 МПа.

Для отдельных труб, арматуры и соединительных частей трубопроводов, работающих под давлением, су-

Таблица 5-1
Условные и рабочие давления для стальной арматуры, отдельных труб и соединительных частей

Группа стали			Наибольшая температура среды t , °C									
Наименование	Обозначение	Марка										
Углеродистая ($C \leq 0,3\%$) Хромомолибденовая Хромомолибденовая и хромовольфрамовая Хромоникельтитановая и, хромоникельвольфра- мовая	C	Ст3; 10; 20; 25; 20Л; 25Л	200	300	400	435	455	—	—	—	—	—
	MX	12MX	200	450	500	515	530	—	—	—	—	—
	X5	X5МЛ; X5ВЛ	200	390	450	490	510	530	550	—	—	—
	XH	X18H10T; X18H12T; 1X14H14B2M; 10X18H9Л; 10X18H4Г4Л	200	400	520	590	630	660	690	700	—	—
Условное давление P_y , МПа			Рабочее давление $P_{раб}$, МПа									
0,4	0,4	0,4	0,4	0,32	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	0,09	—	—
1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,64	0,50	0,40	0,32	0,25	0,22	—	—
4,0	4,0	4,0	4,0	3,2	2,5	2,0	1,5	1,25	1,0	0,9	—	—
10	10	10	10	8,0	6,4	5,0	4,0	3,2	2,5	2,2	—	—
25	25	25	25	20	16	12,5	10,0	8,0	6,4	5,6	—	—
40	40	40	40	32	25	20	16	12,5	10	9	—	—
64	64	64	64	50	40	32	25	20	16	14	—	—
100	100	100	100	80	64	50	40	32	25	22	—	—

ществуют три понятия о давлении, характеризующие прочность этих устройств (ГОСТ 356-68): условное давление p_y ; рабочее давление $p_{\text{раб}}$; пробное давление $p_{\text{пр}}$.

Под условным давлением понимается наибольшее избыточное рабочее давление при температуре среды 20°C, которое обеспечивает длительную работу труб, арматуры и соединительных частей, имеющих определенные размеры, обоснованные расчетом на прочность для выбранных материалов и их характеристик прочности.

Под рабочим давлением понимается наибольшее избыточное давление, которое обеспечивает длительную работу труб, арматуры и соединительных частей при рабочей температуре заполняющей среды.

Под пробным давлением понимается избыточное давление, при котором отдельные трубы, арматура и соединительные части трубопроводов подвергаются испытанию на прочность и плотность материала водой или газом с температурой не выше 100°C.

При температурах стальных изделий от -20 до +200°C, чугунных, бронзовых и латунных — от -20 до +120°C условное давление p_y равно рабочему $p_{\text{раб}}$. При более высоких температурах рабочее давление ниже условного.

Установлены следующие нормальные значения условных давлений: $p_y = 0,1; 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,4; (8,0); 10; (12,5); 16; 25; 40; 64; 80; 100$ МПа.

Пробные давления $p_{\text{пр}}$, МПа, находятся в следующих соотношениях с условными давлениями p_y , МПа:

p_y	0,1	0,25	От 0,4 до 20	25	32	40	50	64	80	100
$p_{\text{пр}}$	0,2	0,4	1,5 p_y	35	45	56	65	80	100	125

Таблица 5-2

Условные и рабочие давления для арматуры и соединительных частей из чугуна

Чугун	Наибольшая температура среды t , °C					
	120	200	250	300	350	400
Серый Ковкий	120	200	250	300	350	400
Условное давление p_y , МПа	Рабочее давление $p_{\text{раб}}$, МПа					
	0,25	0,25	0,2	0,2	0,19	0,16
0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45	0,42
1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0
4,0	4,0	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8

Соотношения между условным и рабочим давлением в зависимости от температуры изделий из стали (ГОСТ 356-68) приведены в табл. 5-1, а для изделий из чугуна, бронзы и латуни — в табл. 5-2 и 5-3.

Таблица 5-3

Условные и рабочие давления для арматуры и соединительных частей из бронзы или латуни

Условное давление p_y , МПа	Наибольшая температура среды t , °C		
	120	200	250
	Рабочее давление $p_{\text{раб}}$, МПа		
0,25	0,25	0,2	0,17
0,6	0,6	0,5	0,4
1,6	1,6	1,3	1,1
2,5	2,5	2,0	1,7
4,0	4,0	3,2	2,7
10	10	(10)	(9,0)
25	25	(25)	(22,5)

В табл. 5-3 в скобках даны значения рабочего давления для некоторых сортов бронз, у которых кривая изменения расчетной прочностной характеристики при температуре до 250°C аналогична кривой изменения той же характеристики для углеродистой стали.

5-2. СОРТАМЕНТ ТРУБ

а) Стальные водогазопроводные трубы

Стальные водогазопроводные (газовые) трубы применяются для защитных или соединительных импульсных линий.

В соответствии с ГОСТ 3262-75 выпускаются черные и оцинкованные, обыкновенные, усиленные и легкие газовые трубы длиной от 4 до 12 м (табл. 5-4). На концах труб, как правило, имеется цилиндрическая резьба. С каждой трубой может поставляться одна муфта, даже если труба не имеет резьбы. Обыкновенные и легкие трубы испытываются гидравлическим давлением $p_{\text{пр}} = 2,5$ МПа, а усиленные — давлением $p_{\text{пр}} = 3,2$ МПа.

По установившейся традиции диаметр газовых труб часто обозначается условным размером в дюймах.

Оцинкованные трубы применяются при температуре рабочей среды до 100°C.

Таблица 5-4

Характеристики водогазопроводных труб

Диаметр условного прохода трубы		Наружный диаметр, мм	Толщина стенки труб, мм			Масса 1 м труб (без муфты), кг		
мм	дюймы		легких	обыкновенных	усиленных	легких	обыкновенных	усиленных
8	1/4	13,5	2,0	2,2	2,8	0,57	0,61	0,74
10	3/8	17,0	2,0	2,2	2,8	0,74	0,80	0,98
15	1/2	21,3	2,5	2,8	3,2	1,16	1,28	1,43
20	3/4	26,8	2,5	2,8	3,2	1,50	1,66	1,86
25	1	33,5	2,8	3,2	4,0	2,12	2,39	2,91
32	1 1/4	42,3	2,8	3,2	4,0	2,73	3,09	3,78
40	1 1/2	48,0	3,0	3,5	4,0	3,33	3,84	4,34
50	2	60,0	3,0	3,5	4,5	4,22	4,38	6,16

б) Стальные трубы бесшовные

Бесшовные трубы применяются для соединительных линий, работающих под большим давлением. Чаще всего применяются:

трубы холоднотянутые и холоднокатанные из углеродистой стали марок 10; 20; Ст3 и Ст4 с наружным диаметром 8; 10; 14 и 22 мм при толщине стенки от 1 до 2,5 мм по ГОСТ 8734-75 (предельная температура рабочей среды не выше 450°C);

трубы из низколегированных сталей: хромовых, молибденовых (для температуры рабочей среды до 475°C), хромомолибденовых марки 12МХ (для температуры до 530°C) с такими же размерами, как и трубы из углеродистых сталей;

трубы из высоколегированных (аустенитных) нержавеющей сталей (ГОСТ 9941-72) с наружным диаметром от 8 до 35 мм (для температуры рабочей среды до 600°C), трубы с наружным диаметром 8 мм имеют толщину стенки до 2 мм, а с наружным диаметром 35 мм — до 5,5 мм;

трубы из легированных сталей толстостенные (по МН 4969-63 и МН 4997-63) под резьбу и сварные соединения с наружным диаметром 15; 25 и 35 мм. Трубы диаметром 35 мм имеют толщину стенки до 9 мм.

Длина поставляемых бесшовных труб не менее 6 м. Трубы должны выдерживать гидравлическое давление,

значение которого по ГОСТ 8734-75 и ГОСТ 9941-72 определяется формулой

$$P_{\text{пр}} = \frac{2s\sigma}{D_{\text{в}}},$$

где s — минимальная толщина стенки трубы, мм; σ — допускаемое напряжение, МПа; $D_{\text{в}}$ — внутренний диаметр трубы, мм.

Таблица 5-5

Допускаемые напряжения для сталей

Марка стали	Предел прочности при растяжении $\sigma_{\text{в}}$, МПа	Допускаемые напряжения σ , МПа, при температуре t , °С							
		250	300	350	400	450	500	550	640
10	340	91	85	76	67	46	—	—	—
15	370	99	94	83	73	52	—	—	—
20	410	110	103	90	79	56	—	—	—
25	440	118	109	97	85	59	—	—	—
16М	410	—	—	—	107	100	66	—	—
12МХ	420	—	—	—	—	109	84	—	—
12Х18Н10Т	520	—	—	—	—	—	100	85	44

Допускаемое напряжение σ принимается равным 40% временного сопротивления разрыву (предела прочности при растяжении) $\sigma_{\text{в}}$ для легированной стали и 35% — для углеродистой стали (табл. 5-5).

Для труб, поставляемых без нормирования химического состава и механических свойств, принимается $\sigma = 100$ МПа (для температур до 250°C).

в) Трубы из цветных металлов

Трубы из цветных металлов применяются в соответствии с проектом для сред, не допускающих использования стали.

Для соединительных линий, работающих под давлением до 16 МПа, при температуре до 250°C могут быть использованы трубы тянутые или холоднокатаные (ГОСТ 617-72) из меди марки М2 и М3 (ГОСТ 859-66) с наружным диаметром 6; 8; 10 и 14 мм и толщиной стенки 1; 1,5 и 2 мм. Трубы поставляются мягкими отожженными (М) или твердыми без отжига (Т).

Медные трубы должны выдерживать гидравлическое пробное давление $p_{пр}$, МПа, определяемое по формуле

$$p_{пр} = \frac{110s}{D_v},$$

где s — минимальная толщина стенки трубы, мм; D_v — внутренний диаметр трубы, мм.

Медные трубы следует применять также в случаях, когда возможна механическая деформация или вибрация линий, например в транспортных устройствах.

Для некоторых агрессивных жидкостей и газов применяются трубы из алюминия и алюминиевых сплавов: дюралюминия, силумина и т. п. (ГОСТ 18489-73).

г) Трубы из пластмасс и резины

Трубы из полиэтилена, поливинилхлорида и других пластмасс могут быть использованы в качестве защитных для электрических проводок, а также как соединительные для сред при небольших давлениях и температурах.

Трубы из полиэтилена низкой плотности применяются как соединительные для воды, воздуха и других сред, к которым стоек полиэтилен, при температурах от -60 до $+80^\circ\text{C}$. В установках контроля и управления применяются трубы из полиэтилена низкой плотности $\varnothing$ 6 и 8 мм и толщиной стенки 1 и 1,6 мм на рабочее давление 0,6 МПа и трубы из полиэтилена высокой и низкой плотности (ГОСТ 18599-73) с $\varnothing$ 10, 12, 16, 20 и 25 мм и толщиной стенки 2 и 2,7 мм на рабочее давление до 1 МПа. Трубы $\varnothing$ 6 и 8 мм поставляются в бухтах не менее 250 м, а других диаметров — не менее 25 м.

Поливинилхлоридные трубы применяются как защитные для электрических проводок при температурах от -40 до $+70^\circ\text{C}$, $\varnothing$ 6×1; 9×2 и 11×2 мм, неокрашенными и окрашенными в различные цвета.

Гибкие поливинилхлоридные трубы таких же размеров могут быть использованы как соединительные для воды, воздуха, масел и других сред, к которым стоек поливинилхлорид, при температурах от -10 до $+60^\circ\text{C}$. Такие трубы выпускаются, как правило, неокрашенными и поставляются в бухтах.

Резиновые трубы (ГОСТ 5496-67) внутренним диаметром 8 мм и с толщиной стенки 1,25 мм используются в основном как переходные части для соединительных

линий низкого давления. Резиновые трубки изоляционные полутвердые (ГОСТ 3747-66) используются в качестве защитных.

д) Пневмокабели

Пневмокабели представляют собой заключенные в общую оболочку 7 или 12 полиэтиленовых трубок с наружным диаметром 6 или 8 мм и толщиной стенки 1—1,6 мм (рис. 5-1). Пневмокабель марки ТПО в оболочке из поливинилхлорида применяется для воздуха и сред, к которым стоек полиэтилен, при температурах от -40 до $+65^{\circ}\text{C}$ и давлениях до 0,6 МПа.

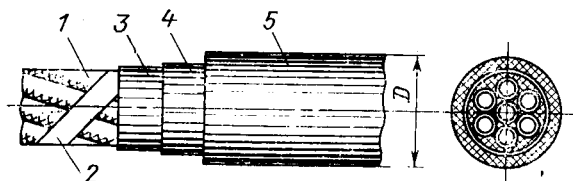


Рис. 5-1. Семитрубный пневмокабель.

1 — трубы полиэтиленовые 6×1 мм; 2 — миткалевая лента или полиамидная пленка; 3 — амортизирующая оболочка; 4 — обмотка тканевой лентой; 5 — оболочка из поливинилхлоридного пластика; $D=40$ мм.

В опытных сериях выпускаются пневмокабели марок ТПББГ — в оболочке из кабельной бумаги, бронированной стальными лентами, с противокоррозионной защитой и ТПВББГ — в оболочке из поливинилхлоридных лент, бронированной стальными лентами, с противокоррозионной защитой. Эти кабели применяются для воздуха с температурой от -40 до $+50^{\circ}\text{C}$ и давлением до 0,6 МПа при температуре окружающей среды $+20^{\circ}\text{C}$. При повышении температуры окружающей среды до $+50^{\circ}\text{C}$ давление не должно быть выше 0,16 МПа.

5-3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ТРУБНЫХ ПРОВОДОВ

а) Особенности прокладки труб

Расположение прокладки трубных соединительных проводок выбирается при рабочем проектировании и обычно отражается в чертежах проекта.

Соединительные трубные проводки обычно имеют сравнительно небольшую длину, м, которая, как правило, не должна превышать:

Импульсные линии к газоанализаторам	10
Импульсные линии низкого давления (до ± 50 Па)	30
Прочие импульсные линии	50
Маслопроводы гидравлических регуляторов:	
горизонтальные участки	150
вертикальные участки	35
Линии сжатого воздуха к пневматическим регуляторам и пневмопередачам	300

Соединительные и защитные трубные проводки прокладываются по кратчайшим расстояниям, с минимальным количеством поворотов и пересечений и в местах, не подверженных сильному нагреву или охлаждению. Линии должны быть доступны для ремонта и обслуживания и защищены от значительных вибраций и механических повреждений. Расстояние трубных проводок от стен, колонн и т. п. должно составлять не менее 25—30 мм.

Трубные проводки должны прокладываться отдельно от электрических проводок. Исключение составляют металлические трубы, заполненные воздухом или инертным газом под давлением не более 0,6 МПа.

Трубные проводки высокого давления, а также для токсичных, взрыво- или пожароопасных сред не рекомендуется прокладывать совместно с другими трубными проводками. Групповые трубные проводки монтируются блоками, а пластмассовые и пневмокабель — в коробах или на лотках. Смешанная прокладка трубных проводок (в том числе и одиночных труб) совместно с технологическими трубопроводами может быть допущена лишь при согласовании с организацией, проектирующей технологические трубопроводы.

Трубные проводки укладываются по поверхностям конструкций зданий и производственных агрегатов параллельными линиями. Прокладка соединительных трубопроводов непосредственно в земле не допускается. Вне зданий их рекомендуется прокладывать в специальных каналах или траншеях.

Места соединения труб нельзя располагать на опорах, компенсаторах и изогнутых участках. Рекомендуется помещать их на расстоянии от опоры, равном $1/5$ длины пролета между опорами. Расстояние сварного шва (или другого места соединения труб) до начала изгиба должно быть не менее 200 мм.

Необходимо, чтобы трубные линии из нержавеющей стали непосредственно не соприкасались с несущими

конструкциями и деталями из углеродистой стали, так как при этом возможно возникновение блуждающих токов. Трубы из цветных металлов, проложенные на высоте менее 2,5 м от пола, должны быть защищены от механических повреждений.

Пластмассовые трубы и пневмокабели должны прокладываться на расстоянии не менее 100 мм от поверхностей с температурой 60—100°C. Трубы должны быть предохранены от механических повреждений и от повреждений при сварочных работах, производимых поблизости.

б) Уклоны соединительных линий

Трубные проводки должны исключить возможность образования газовых мешков или гидравлических пробок. В нижних точках газо- и воздухопроводов устанавливаются устройства для удаления конденсата, а в высших точках гидравлических линий — устройства для удаления воздуха. Трубопроводы следует прокладывать с уклоном в направлениях:

в сторону сужающего устройства — при измерении расхода воздуха или газа;

в сторону дифференциального манометра — при измерении расхода жидкостей и водяного пара;

к месту измерения или к месту отбора — при измерении давления и разрежения воздуха и газов, а также при анализе газов;

в сторону измерительного прибора — при измерении давления или разрежения жидкости и водяного пара, уровня жидкостей и солесодержания.

При измерении расхода пара или жидкости дифференциальный манометр, как правило, располагается ниже сужающего устройства. В этом случае выделяющиеся из жидкости газы свободно удаляются непосредственно или через уравнительные конденсационные сосуды в основной трубопровод. Уравнительные конденсационные сосуды должны располагаться в одной горизонтальной плоскости. В обоих сосудах должен поддерживаться одинаковый уровень. Линии, соединяющие сосуды с основным технологическим трубопроводом, должны иметь уклон в сторону трубопровода для свободного слива конденсата.

По Правилам 28-64 [10] после уравнительных конденсационных сосудов устанавливаются запорные вен-

тили, а на соединительных линиях — вентили для продувки.

Если при измерении расхода пара или жидкости дифференциальный манометр располагается выше сужающего устройства, то для удаления газов на соединительных линиях применяются газосборники с продувочными вентилями.

При измерении расхода газа или воздуха уклоны соединительных линий должны быть достаточными для слива образующегося в них конденсата в основной трубопровод.

Если при изменении расхода газа или воздуха дифференциальный манометр устанавливается ниже сужающего устройства, то для сбора конденсата применяются конденсатосборники со спускными вентилями. При небольшом давлении или разрежении среды может быть установлен простейший автоматический конденсатоотводчик (рис. 5-2). Размер h должен соответствовать максимальному давлению (разрежению) в линии.

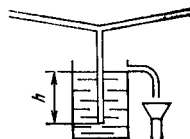


Рис. 5-2. Схема простейшего устройства для отвода конденсата из труб.

Размер h должен соответствовать максимальному давлению (разрежению) в линии.

При монтаже принимаются следующие минимальные уклоны соединительных линий в зависимости от их значения:

Линии манометров, тягомеров и газоанализаторов	0,02
Линии расходомеров и уровнемеров, импульсные линии к регуляторам уровня и гидравлическим регуляторам	0,1
Линии сливные, самотечные	0,1

Трубопроводы командных линий пневматических регуляторов и другие линии при заполнении их сухими газами могут прокладываться без уклонов.

Дренажные и сливные проводки обычно работают с частичным заполнением (по сечению трубопровода) и располагаются, как правило, с непрерывным уклоном по ходу потока до сливного колодца или канала.

5.4. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ К МОНТАЖУ ТРУБНЫХ ПРОВОДОВ

а) Обработка труб

Обработка труб включает в себя следующие операции: правку, очистку, резку со снятием заусенцев, нарезку резьбы, развальцовку, сверление отверстий, гнутье и окраску труб.

Трубы, имеющие недопустимую кривизну, выправляются. Для правки стальных труб используются специальные механизмы с электрическим приводом. Для правки водогазопроводных труб с условным диаметром до 50 мм и медных труб используются ручные приспособления.

Внутренняя поверхность труб очищается металлическими ершиками, наружная — металлическими щетками. После очистки трубы продуваются воздухом.

Резку стальных труб производят, как правило, механическим способом, на труборезных или токарных станках, приводных ножовках или на дисковых пилах. Трубы из легированных сталей режут только механическим способом. Трубы из углеродистой стали и трубы из цветных металлов можно резать вручную ножовками или труборезами (см. рис. 3-15).

Плоскости отреза труб должны быть перпендикулярны к оси трубы; допускаемые отклонения на диаметре трубы не должны превышать 0,5 мм.

Развальцовка медных труб производится так называемыми разбортовками. Перед развальцовкой на конец медной трубы надевают накидную гайку. Для резки и развальцовки медных труб небольших диаметров можно применять специальные клещи (см. рис. 3-20).

Сверление отверстий в трубах производят на станках или на приспособлениях (см. рис. 3-19). Перед сверлением делают разметку кернами. Отверстия должны быть перпендикулярны оси трубы.

Нарезка на водогазопроводных трубах резьбы производится на трубонарезных станках резьбонарезными плашками или вручную клуппом (см. рис. 3-13 и 3-14).

Нарезка резьбы на трубах высокого давления производится на станках нормализованными резьбовыми резцами. Одновременно (с одной установки) производят расточку и шлифование конической уплотняющей поверхности на торце трубы — подлинзовых гнезд (см. § 5-5). После проверки качества резьбы калибрами и по эталону чистоты на резьбу навинчивается фланец.

Внутренняя поверхность обработанных труб высокого давления должна быть тщательно очищена от смазки, грязи, стружки и т. п. Качество очистки проверяется протяжкой пыжа из белой ткани. При положительном результате проверки трубы контролер на трубу наносит

необходимые клейма и надписи. Концы принятых труб закрываются заглушками из дерева или кровельной стали.

Все обработанные трубы высокого давления подвергаются гидравлическому испытанию (см. § 5-7).

Наружные поверхности обработанных труб после их очистки и обезжиривания для защиты от коррозии окрашиваются с помощью пистолетов-краскораспылителей или ручными кистями. Если труба должна быть изогнута, то окраска трубы производится после гнутья.

Окраска труб должна соответствовать ГОСТ 14202-69 (кроме защитных). В зависимости от веществ, транспортируемых по трубопроводам (заполняющих трубопроводы), ГОСТ устанавливает следующие цвета окраски:

зеленый — вода;	оранжевый — кислоты;
красный — пар;	фиолетовый — щелочи;
синий — воздух;	коричневый — жидкости горючие и негорючие;
желтый — газы горючие и негорючие;	серый — прочие вещества.

Опознавательная окраска выполняется либо сплошной, либо на отдельных участках трубы, в наиболее ответственных местах коммуникаций (у мест присоединения к технологическим объектам, в местах прохода через стены и перекрытия, у вводов в щиты и т. п.) не реже чем через 10 м. Ширина участков опознавательной окраски должна быть не менее четырех наружных диаметров трубы.

б) Гнутье труб

Направление соединительных труб обычно изменяется путем их гнутья. Для труб высокого давления, как правило, применяются отводы и угольники заводского изготовления. Для защитных труб наряду с гнутьем широко применяются электрофитинги — соединительные коробки ГОСТ 16959-71 (§ 6-3).

В холодном состоянии обычно гнутся трубы с наружным диаметром до 60 мм. Трубы с наружным диаметром до 16 мм изгибаются вручную с подогревом газовой горелкой без приспособлений или без подогрева при помощи трубогибов (рис. 3-16). Трубы с наружным диа-

метром до 24 мм гнутся обычно при помощи ручного трубогиба (рис. 5-3).

Стальные трубы с наружным диаметром до 60 мм можно гнуть без подогрева переносным ручным гидравлическим трубогибом (см. рис. 3-17).

Шов изгибаемой водогазопроводной или электро-

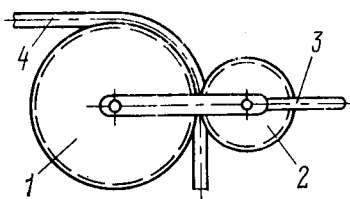


Рис. 5-3. Схема ручного трубогиба.

1 — ролик неподвижный; 2 — ролик подвижный; 3 — рукоятка; 4 — изгибаемая труба.

сварной трубы должен лежать в плоскости, находящейся под углом 45° к нейтральной. Радиус внутренней линии изгиба для стальных труб при холодном гнутье должен быть не менее четырех наружных диаметров трубы, а для медных труб — не менее двух диаметров. При гнутье в горячем состоянии радиус изгиба стальных труб может быть уменьшен до трех диаметров. При изгибании в холодном состоянии отожженных труб

из алюминия и алюминиевых сплавов радиус изгиба должен быть не менее трех диаметров.

Для полиэтиленовых труб низкой плотности, изгибаемых в холодном состоянии, радиус изгиба должен быть не менее шести наружных диаметров, а для труб высокой плотности — не менее десяти наружных диаметров. Полиэтиленовые трубы, изгибаемые в горячем состоянии (при температуре $100-130^\circ\text{C}$), должны иметь радиус изгиба не менее трех наружных диаметров.

Минимальный радиус внутренней линии изгиба пневмокабелей из полиэтиленовых труб должен быть не менее десяти наружных диаметров, а для районов с пониженными температурами (ниже -40°C) — не менее двадцати наружных диаметров кабеля.

Трубы из цветных металлов изгибаются в холодном состоянии после отжига участка в месте изгиба. Изогнутые участки медных труб нагревают до температуры $640-650^\circ\text{C}$, выдерживают при этой температуре из расчета 0,5 мин на 1 мм толщины стенки, а затем охлаждают на воздухе.

На изогнутой трубе не должно быть складок, трещин или иных дефектов. Овальность сечения трубы, определяемая отношением разности наибольшего и наимень-

шего наружных диаметров в изогнутой трубе к наружному диаметру трубы до изгиба, не должна превышать 10%.

в) Укрупненная сборка труб

Трудоемкость прокладки соединительных линий может быть существенно снижена, если трубы предварительно в мастерской собрать в блоки. Длина блоков определяется условиями транспортировки их до места установки. Блоки труб могут быть прямыми (в одной плоскости) и угловыми, с поворотом пучка труб. Блоки собирают на несущем каркасе или без каркаса, на обоях.

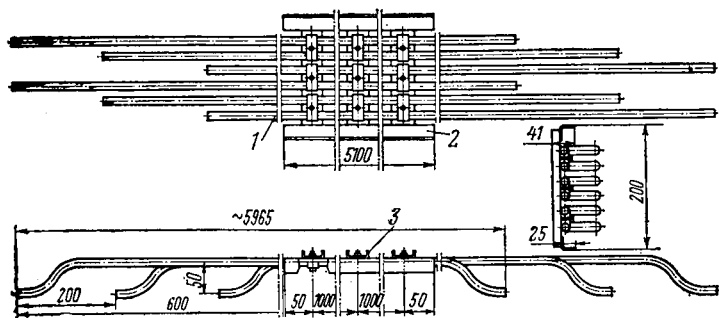


Рис. 5-4. Блок труб наружным диаметром 14 или 16 мм с несущим каркасом для прямого участка.

Укрупненная сборка в блоки должна производиться на жестких, хорошо выверенных стеллажах с помощью специальных приспособлений — кондукторов, центраторов, обеспечивающих правильное положение деталей, элементов, узлов и труб при последующем разъемном и неразъемном соединении последних.

На рис. 5-4 показан блок с каркасом из угловой стали 2 и приваренных к нему поперечных швеллеров 3. Каждая пара труб 1 крепится к швеллерам при помощи скобы. Концы труб отогнуты и сдвинуты относительно друг друга для удобства соединения с трубами смежных блоков. Трубы имеют длину 6000 мм. При сборке блока из труб с наружным диаметром 22 мм расстояние между швеллерами 3 принимается равным до 2000 мм. Максимальная ширина каркаса 600 мм, что позволяет

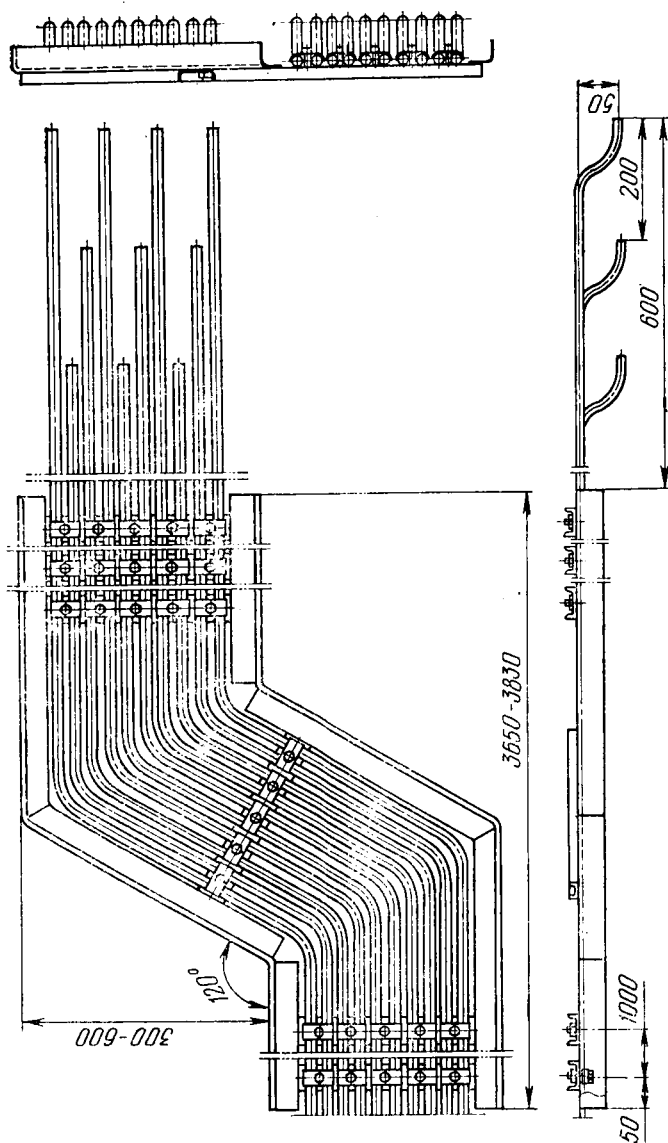


Рис. 5-5. Блок труб наружным диаметром 14 или 16 мм с несущим каркасом, соединяющий два участка, расположенных на разной высоте.

разместить на каркасе 22 трубы $\varnothing 14$ мм или 16 труб $\varnothing 22$ мм. Скобы и хомуты для крепления трубопроводов стандартизованы (ГОСТ 16684-71).

Трубы меньшего диаметра (8, 10 или 12 мм) укладываются в блоке вплотную и закрепляются общей скобой.

Крепление нескольких труб высокого давления одним хомутом или вместе с другими трубами общей скобой не допускается.

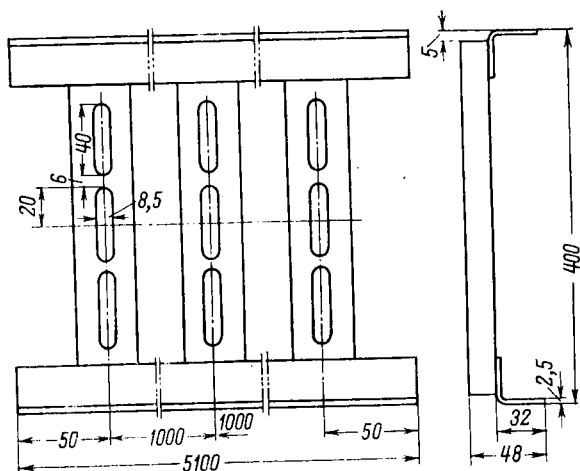


Рис. 5-6. Несущий каркас для прямоугольного участка блока соединительных труб.

На рис. 5-5 крепление труб к каркасу выполняется так же, как и на прямом участке. Ширина каркаса может быть увеличена до 400 мм. Аналогично может быть выполнен блок для труб $\varnothing 22$ мм.

Угловые вставки блоков часто делают без жесткого несущего каркаса. Вместо каркаса применяются поперечные швеллеры, на которых закрепляются скобы для труб.

Несущие каркасы выполняются на сварке; отверстия для крепления скоб имеют овальную форму, что облегчает стыковку при сборке труб соседних блоков (рис. 5-6).

Бескаркасные блоки трубных линий собираются на обоймах размером 120×120 мм или 120×200 мм (рис. 5-7). Отверстия для крепления скоб имеют оваль-

ную форму. Обойма размером 120×120 мм изготавливается из полосы такого же сечения, но не имеет диагональной распорки. Трубы могут собираться на вертикально и на горизонтально расположенных обоймах, как на прямых, так и на угловых участках. Обоймы для труб диаметром менее 16 мм располагаются на расстоянии 500 мм друг от друга, а для труб диаметром 22 мм — на расстоянии 750 и 1000 мм.

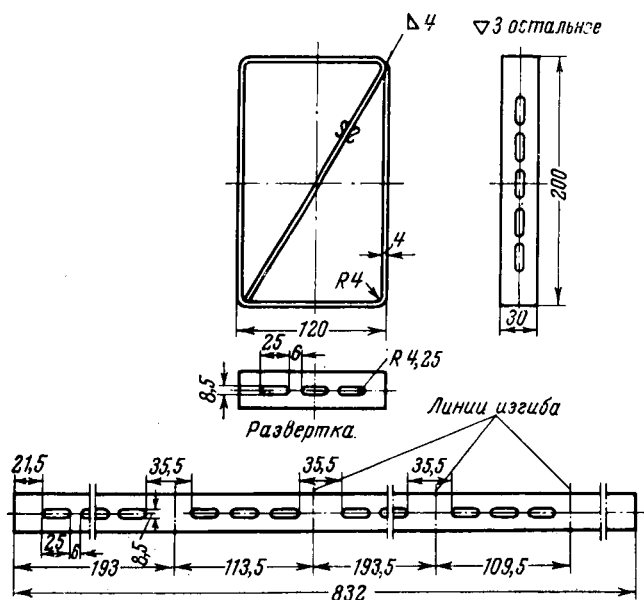


Рис. 5-7. Обойма 120×200 мм для бескаркасных блоков соединительных линий.

На рис. 5-8 показан пример сборки угловой вставки блока труб 1 наружным диаметром 14 мм на обоймах 2 размером 120×120 мм.

Блоки с водогазопроводными трубами, имеющими большой наружный диаметр, выполняются аналогично, но имеют более простой каркас.

Соединение труб смежных блоков выполняется на резьбе или на сварке, а труб из цветных металлов — с помощью пайки. Разъемные соединения могут быть выполнены на фланцах, на соединительных гайках или на ниппелях (см. § 5-6).

А-А
Трубы диаметром 14 мм

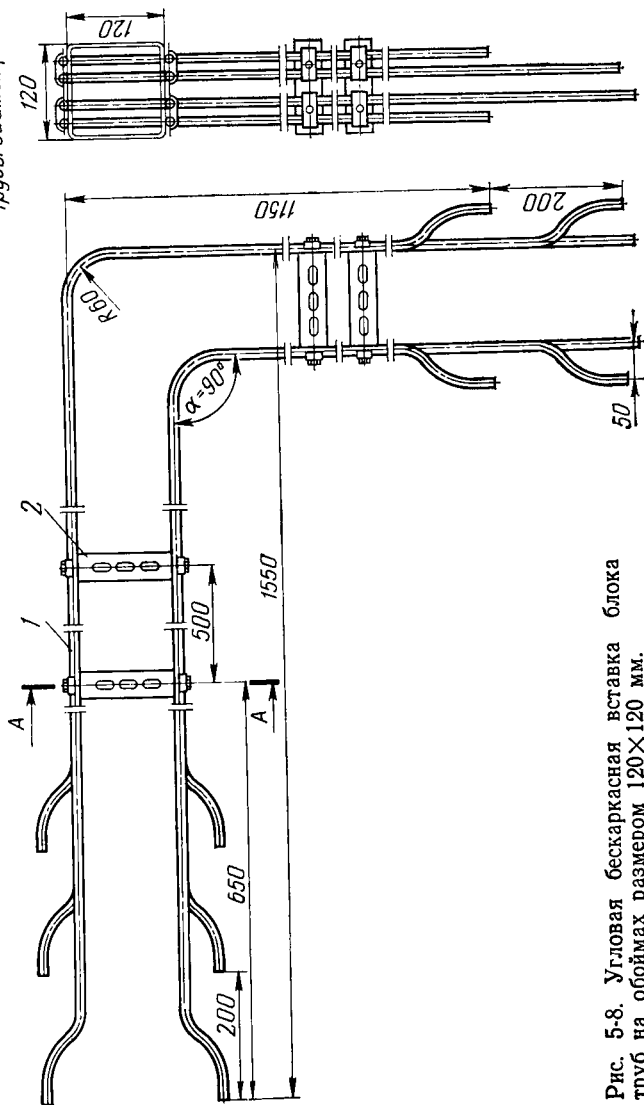


Рис. 5-8. Угловая бескаркасная вставка блока труб на обоймах размером 120×120 мм.

Изготовление и сборка блоков в мастерской производится по спецификации со ссылкой на нормализованные чертежи, которые корректируются в зависимости от длины и размещения труб.

Контрольную сборку каждого последующего блока с собранным предыдущим блоком желательно выполнить в мастерской. Это облегчает сборку всей трассы на месте монтажа. При соединении труб в блоках нельзя устранять зазоры или несоосность труб путем нагрева, натяга или искривления труб.

Пластмассовые трубы и пневмокабель в блоки не собирают. Их прокладывают, так же как электрические кабели, в коробах, на лотках или в защитных трубах (см. § 6-3).

5-5. ПРОКЛАДКА ТРУБНЫХ ПРОВОДОВ

а) Прокладка одиночных трубопроводов

Одиночные трубопроводы прокладываются по металлическим, кирпичным или бетонным поверхностям. При прокладке по металлическим конструкциям к ним предварительно приваривают опорные скобы (табл. 5-6) из стальной полосы шириной 25—30 мм и толщиной 3—4 мм. В зависимости от числа и диаметра прокладываемых труб опорные скобы привариваются с одной или двух сторон (рис. 5-9).

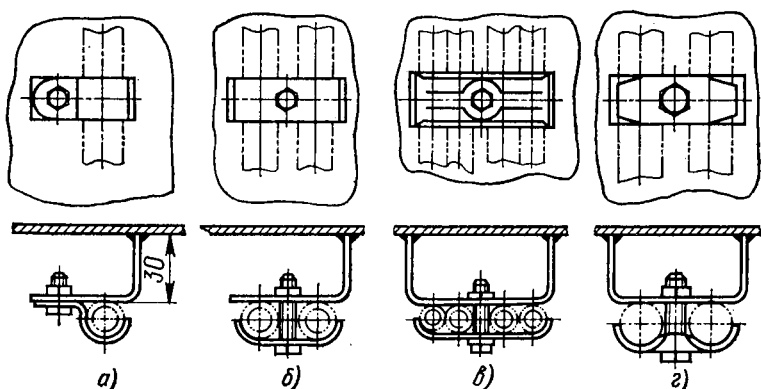


Рис. 5-9. Крепление одиночных труб на металлических конструкциях.

Для труб наружным диаметром: а и б — от 6 до 16 мм; в — 8, 10 и 12 мм; г — от 22 до 60 мм.

Одиночные трубы по кирпичным и бетонным поверхностям прокладываются также с помощью скоб. Каждая труба высокого давления крепится отдельными скобами. Две такие трубы одной скобой крепить нельзя.

Таблица 5-6

Расстояния между опорными скобами при прокладке одиночных трубопроводов, м

Вид труб	На горизонтальных участках	На вертикальных участках
Стальные трубы с наружным диаметром до 16 мм вкл.	0,75	1—1,5
То же диаметром 22 мм и более	2—3	2—4
Трубы из цветных металлов	0,6—0,8	1
Пластмассовые трубы или пучки труб диаметром 10 мм	0,3	0,5
То же диаметром до 40 мм	0,5—0,7	0,8—1,2
То же диаметром свыше 40 мм	0,9	1,5
Многотрубные пневмокабели	0,5—0,7	1

Трубопроводы должны быть закреплены скобами: с любой стороны на расстоянии не более 200 мм от ответвлений;

с обеих сторон у поворотов на расстояниях, достаточных для самокомпенсации тепловых удлинений;

с обеих сторон у отстойных и прочих сосудов, если они не закреплены, а длина линии более 250 мм;

с обеих сторон П-образных компенсаторов на расстоянии 250 мм от изгибов компенсаторов.

Не допускается закрепление труб на внешней стороне щитов, корпусов приборов и средств автоматизации.

Пластмассовые трубы в местах крепления нужно обернуть листовой резиной толщиной 1,5—2 мм. Резина должна выступать за детали крепления не меньше чем на 5 мм с каждой стороны. Резиновые прокладки устанавливаются и в местах соприкосновения пластмассовых труб с кромками металлических деталей.

Крепление пневмокабелей на прямолинейных участках, а также у соединительных коробок и щитов должно быть жестким, неподвижным. Вершина поворота пневмокабеля должна лежать на свободной опоре. На расстоянии 0,5—0,7 м от вершины поворота пневмокабель должен быть закреплен свободным креплением.

Все трубные проводки, заполняемые средой с температурой выше 60°C, проложенные на высоте менее 2,5 м от пола, должны быть ограждены.

б) Установка крепежных деталей

При прокладывании трубных линий по металлическим поверхностям крепежные детали устанавливаются обычно с помощью сварки. Более трудоемка установка крепежных деталей на строительных конструкциях из кирпича, бетона и т. п. В этом случае после разметки

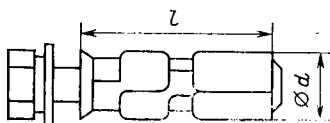


Рис. 5-10. Дюбель с распорной гайкой.

Винт	M4-35	M8×55	M12×60	M16×20
l , мм	24	48	65	85
d , мм	10	15	20	26

мест расположения крепежных деталей в кирпиче или бетоне пробивают или высверливают отверстия. При этом применяют электрические или пневматические дрели и шлямбуры с рабочим инструментом из твердых сплавов (рис. 3-12). В подготовленные отверстия с цементным раствором вмазывают болты, крепежные шпильки или винты.

Для сверления отверстий на высоте применяют лестницы с площадкой, передвижные тележки или специально сооружаемые подмости. Сверлить или пробивать отверстия с лестниц-стремянков запрещается.

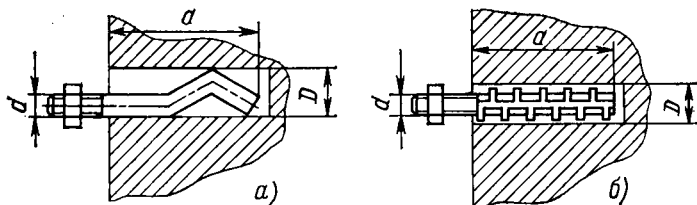


Рис. 5-11. Штыри.

a — типа ШТ:

d (резьба)	M6	M8	M10	M12
D , мм	18—20	18—20	20—25	25—30
a , мм	25—50	35—60	40—80	50—100

b — типа ШПГМ:

d (резьба)	M6	M8	M10	M12
D , мм	9—11	12—15	16—19	21—23
a , мм	25—50	35—80	40—80	50—100

Для крепления мелких деталей применяют самозакрепляющиеся дюбеля с распорной гайкой и винтами, имеющими резьбу М4 или М6. Применяются также дюбеля с болтами или шпильками, имеющими резьбу М8, М10, М12 и М16 (рис. 5-10).

Корпус дюбеля с распорной гайкой вставляют в подготовленное отверстие гайкой вперед и забивают легким ударом молотка. Затем ввинчивают болт или шпильку, при этом распорная гайка прижимает корпус к стенкам отверстия. Дюбеля с распорной гайкой и резьбой М8 требуют для выдергивания усилие около 4000 Н, а дюбеля с резьбой М16 — от 7300 до 9000 Н.

Применяются также закладные штыри типов ШТ для шлакобетонных стен и ШПМ для бетонных стен (рис. 5-11).

в) Применение строительно-монтажного пистолета

Для установки крепежных деталей широко применяется строительно-монтажный пистолет, позволяющий забивать крепежные специальные дюбеля без сверления или пробивания отверстий в кирпичные, железобетонные, стальные (толщиной до 6 мм) и другие строительные конструкции. Применение пистолета увеличивает производительность труда в 3—4 раза. Следует иметь в виду, что пистолет — огнестрельное оружие и от рабочих требуется строгое выполнение правил обращения с ним.

Действие пистолета основано на использовании энергии пороховых газов, которые с помощью поршня выталкивают при выстреле

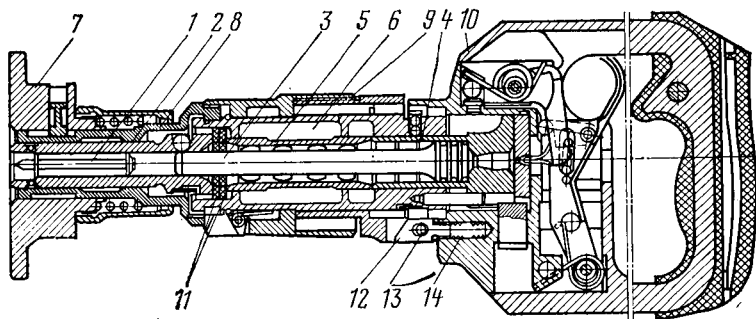


Рис. 5-12. Разрез строительно-монтажного пистолета типа ПЦ 52-1.
1 — дюбель; 2 — направитель; 3 — поршень; 4 — ствол; 5 — рассекатель; 6 — полость муфты; 7 — прижим; 8 — наконечник; 9 — кожух муфты; 10 — рукоятка; 11 — амортизаторы; 12 — упор; 13 — ось упора; 14 — пружина упора.

дюбель из ствола и забивают его в кирпичную, бетонную или металлическую конструкцию. К моменту полного заглубления дюбеля избыточная энергия поршня гасается за счет выгиба лепестков специального амортизатора.

Пистолет ПЦ52-1 (рис. 5-12) снабжается двумя сменными стволами с диаметром канала 8 и 10 мм (в зависимости от применяемого патрона); тремя поршневыми группами (в зависимости от длины и диаметра дюбеля) и двумя прижимами: магнитным — для удержания мелких стальных частей и пружинным — для уменьшения раскroшивания бетонной поверхности в месте забивания дюбелей.

Крепежные дюбеля, применяемые при работе со строительно-монтажным пистолетом, изготавливаются из легированной стали. Для повышения прочности дюбеля подвергают термической обработке.

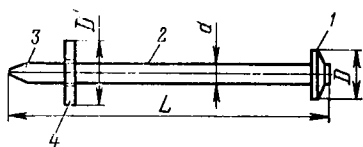


Рис. 5-13. Дюбель-гвоздь ДГП с шайбой.

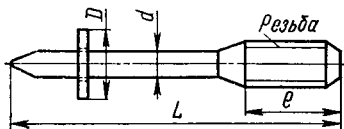


Рис. 5-14. Дюбель-винт ДВП с шайбой.

Для пистолетов применяются два типа дюбелей: дюбель-гвоздь (ДГП) для несъемного крепления и дюбель-винт (ДВП) для съемного крепления.

Дюбель-гвоздь (рис. 5-13) состоит из головки 1 и цилиндрического стержня 2 с заостренной частью 3. На гвоздь надевается шайба 4. Диаметр стержня $d=3,5\div6,8$ мм, длина $L=20\div100$ мм и диаметр головки $D=8$ или 10 мм. Диаметр шайбы $D'=10$ или 12 мм.

Дюбеля-винты имеют удлиненную головку с метрической резьбой (рис. 5-14) и стержень диаметром $d=3,5\div6,8$ мм и длиной $L=20\div70$ мм. Головка имеет резьбу М4, М8 или М10 длиной $l=8\div20$ мм. На стержень дюбеля-винта надевается шайба для направления движения дюбеля.

Для направления движения дюбелей-винтов с резьбой М4 на резьбовую часть навинчиваются цилиндрические гайки с наружным диаметром 8 или 10 мм. После забивания дюбеля цилиндрическая гайка отвинчивается и может быть многократно использована (15—20 раз).

Применяемые для пистолета патроны состоят из гильзы, заполненной порохом. Гильзы группы К для канала 8 мм имеют высоту 15 мм, а группы Д для канала 10 мм — 22 мм. Патроны выпускаются заводом с раз-

личной массой порохового заряда и выбираются в зависимости от диаметра и длины стержня дюбеля и от материала конструкции, в которую он забивается. Среднее значение массы порохового заряда определяется по специальным таблицам.

Допускаемые нагрузки на дюбеля, забитые в стены, зависят от диаметра и длины заглубляемой части дюбеля и от материалов стены. Так, дюбель-гвоздь диаметром 3,5 мм, забитый в кирпичную стену на 30 мм, допускает нагрузку в 150 Н, а в бетонную стену — 350 Н. Дюбель диаметром 4,5 мм, забитый в стальную конструкцию до выхода с другой стороны острия стержня на 4—6 мм, допускает нагрузку 500 Н.

К потолку детали крепятся не менее чем двумя дюбелями. При этом нагрузка на каждый дюбель не должна превышать 150 Н.

Дюбеля нельзя забивать в места сосредоточения арматуры железобетонных конструкций, лучше всего забивать дюбеля ближе к средней линии конструкции, где арматура обычно отсутствует. Не допускается забивание дюбелей в швы кирпичной кладки. Нельзя забивать дюбеля в хрупкие основания, дающие острые осколки (керамика, чугун и т. п.) и в особо твердые основания (гранит, закаленная сталь и т. п.), вызывающие разрушения дюбеля.

Перед началом забивки дюбелей из зоны возможного распространения осколков удаляются все рабочие, непосредственно не занятые этой работой. При толщине бетонных стен менее 150 мм, кирпичных — менее 180 мм и шлакобетонных — менее 250 мм из смежных помещений должны быть удалены все люди. Такие смежные помещения запираются или специально охраняются.

Пистолет должен вплотную прилегать к пристреливаемым деталям под прямым углом (по нормали). Если дюбель не вошел полностью и шляпка возвышается над поверхностью пристреливаемой детали, выстрел повторяется. Повторный выстрел производится без дюбеля.

Нельзя вторично забивать дюбеля в то же место, если дюбель забит непрочно, сломался или если основание в точке забивки крошится. Расстояние между точкой забивки дюбеля и краем бетонного или кирпичного основания должно быть не менее 80—100 мм для дюбелей диаметром до 5 мм и не менее 130 мм для дюбелей больших размеров. Расстояние до края стального осно-

вания должно быть не менее двух диаметров дюбеля.

При работе с пистолетом стрелок и подсобный рабочий должны надеть противושумные наушники и защитные маски или очки. При выстреле стрелок должен твердо стоять на прочном основании.

Для крепления дюбелями небольших легких деталей в кирпичных или бетонных конструкциях можно применить вместо строительно-монтажного пистолета пиротехническую оправку типа ОДП-4М, работающую также за счет энергии пороховых газов.

Пиротехническая оправка — также огнестрельное оружие и требует строгого соблюдения правил пользования.

Строительно-монтажный пистолет целесообразно применять при большом числе креплений, выполняемых поточными методами.

г) Установка и крепление блоков труб

Установку блоков труб можно подразделить на три разновидности: на вертикальных поверхностях (стенах), на потолочных перекрытиях и на колоннах здания.

Трубы, собранные в блоки, крепятся к стенам при помощи кронштейнов 1 (рис. 5-15). Кронштейны одинаковых размеров могут быть использованы для несущих каркасов различной ширины за счет передвижения нижней полки кронштейна с треугольными косынками, укрепленными на болтах.

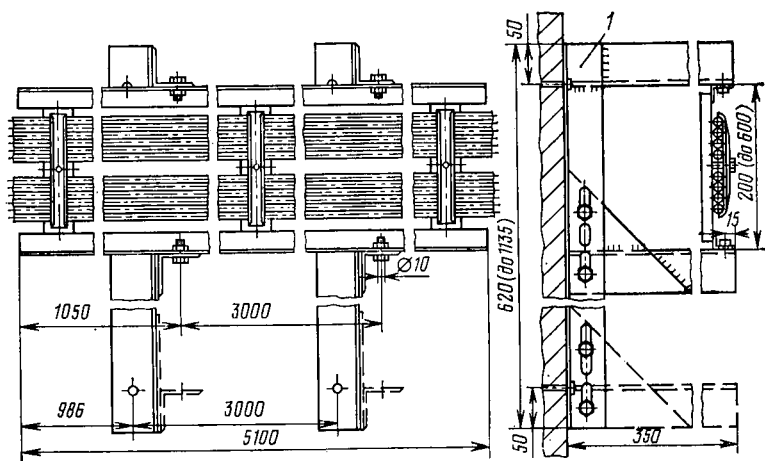


Рис. 5-15. Установка блока труб с несущим каркасом на вертикальной стене.

Аналогично на таких же кронштейнах крепятся пакеты из нескольких блоков. При прокладке одного бескаркасного блока применяются упрощенные кронштейны 1 (рис. 5-16).

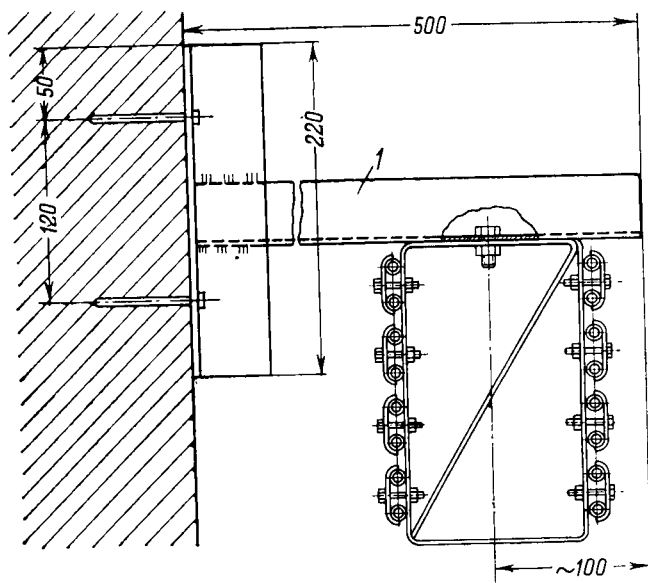


Рис. 5-16. Крепление бескаркасного блока труб к вертикальной стене.

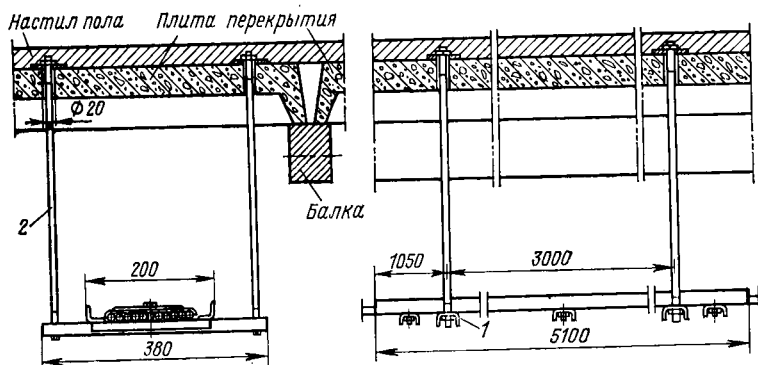


Рис. 5-17. Крепление к потолочному перекрытию блока труб на несущем каркасе.

На рис. 5-17 каркас укладывается на опорных швеллерах 1, подвешенных на тросах 2. На рис. 5-18 показано крепление блока водогазопроводных труб 1 Ø 25 мм к потолочному перекрытию. Подвески 2 прикрепляются к основным кронштейнам блока.

Для защиты от коррозии несущие конструкции должны быть окрашены.

д) Проходы трубных проводок через стены и перекрытия

Проходы трубных проводок через стены и перекрытия выполняются открытыми или уплотненными.

Открытые проходы должны иметь обрамление, исключающее разрушение проемов в процессе эксплуатации. Для одиночных труб открытые проходы выполня-

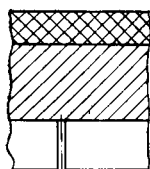


Рис. 5-18. Крепление блока водогазопроводных труб к потолочному перекрытию.

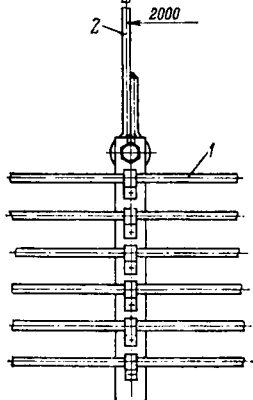
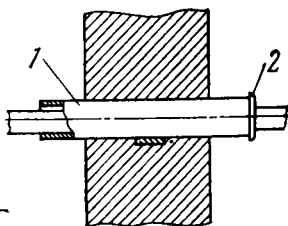


Рис. 5-19. Открытый проход для одиночной трубы.

1 — гильза с планкой; 2 — втулка пластмассовая полуразъемная.



ются обычно в форме гильз и патрубков, заделанных в стены или перекрытия, через которые проходит трубная проводка, без герметизирующего уплотнения или с уплотнением легкосъёмными замазками — мастиками (рис. 5-19). Уплотнения необходимы при проходах в по-

мещениях с различными температурами, из сырых, пыльных и помещений с химически активной средой.

Для трубных проводок из медных или пластмассовых труб с обоих концов должны быть установлены в гильзах полуразъемные пластмассовые втулки.

Характерные формы открытых проходов трубных блоков показаны на рис. 5-20.

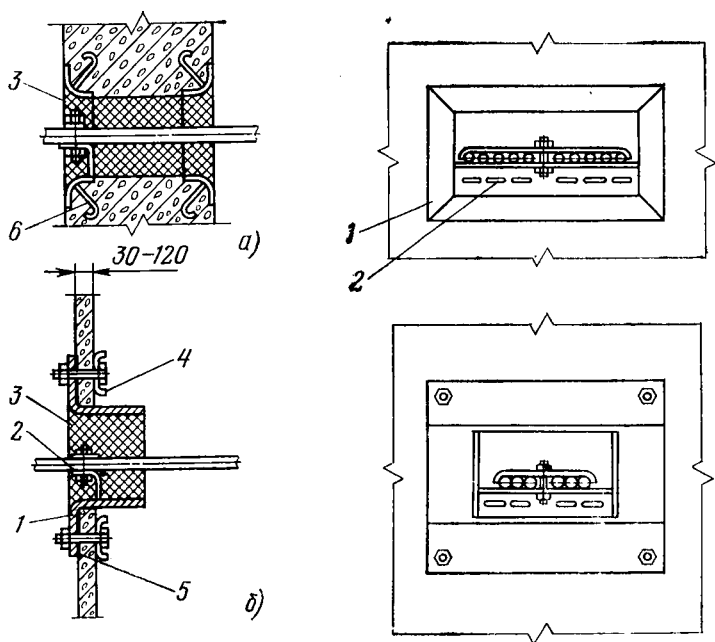


Рис. 5-20. Открытый проход трубных блоков через проемы в бетонных и кирпичных стенах.

а — толщиной более 120 мм; *б* — толщиной менее 120 мм; 1 — обрамление; 2 — уголок стальной перфорированный; 3 — уплотнение; 4 — профиль стальной монтажный перфорированный; 5 — уплотнение; 6 — анкер для крепления обрамления.

Уплотненные проходы трубных проводок выполняются в случаях:

когда по условиям эксплуатации смежные помещения не должны сообщаться друг с другом;

когда одно или оба смежных помещения являются пожаро- или взрывоопасными.

Проходы одиночных труб уплотняются с помощью гильз с сальниками (рис. 5-21). Гильза из стальной

трубы (чаще всего водогазопроводной) плотно заделывается в стену или перекрытие, а при проходах через металлические стенки (переборки) приваривается сплошным швом.

Диаметр гильз и расстояния между отдельными гильзами выбираются следующие:

Наружный диаметр трубной проводки, мм	6—10	14	22
Условный диаметр гильзы D_y , мм	15	20	25
Минимальное расстояние между осями гильз l , мм	48	62	80

Один сальник устанавливается в случаях, когда одно из смежных помещений является невзрыво- и непожаро-

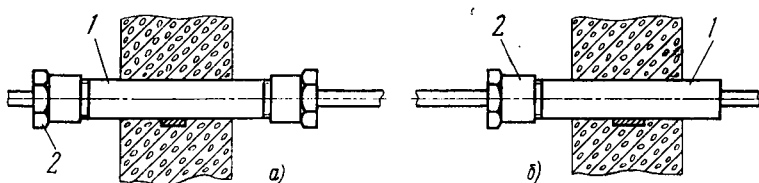


Рис. 5-21. Уплотненный проход для одиночной трубы.

а — с двумя сальниками; б — с одним сальником; 1 — гильза; 2 — сальник.

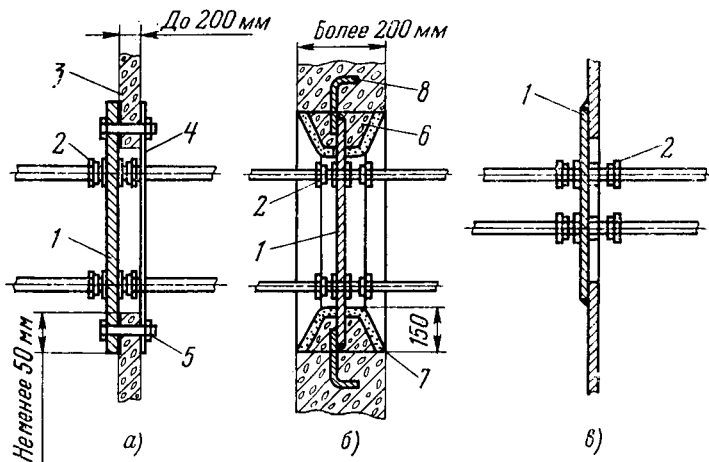


Рис. 5-22. Уплотненный проход групповых трубных проводок с переборочными соединениями через стены.

а — бетонные и кирпичные толщиной до 200 мм; б — бетонные и кирпичные толщиной более 200 мм; в — металлические; 1 — стальная плита под переборочные соединения; 2 — переборочные соединения с прокладками; 3 — уплотнение; 4 — планка; 5 — болты крепления плиты; 6 — бетонная заделка; 7 — мокрый торкрет; 8 — уголок стальной.

опасным. При этом сальник устанавливается со стороны взрыво- или пожароопасного помещения.

Уплотненные проходы групповых трубных проводок должны выполняться с помощью стальных плит с вваренными патрубками или с металлическими переборочными соединениями. Вваренные патрубки преимущественно применяются для проводок из водогазопроводных труб, а переборочные соединения в основном для стальных бесшовных или медных труб.

На рис. 5-22 стальная плита располагается со стороны взрыво- или пожароопасного помещения и уплотняется слоем герметика типа ГС-1. Прокладка между переборочными соединениями и плитой выполняется из негорючих материалов: асбестового картона, медных или алюминиевых отожженных листов и т. п.

Проходы пластмассовых труб и пневмокабеля осуществляются по схеме, представленной на рис. 5-21 и 5-22, с помощью переборочных соединений.

5-6. СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ

а) Соединения водогазопроводных труб

Водогазопроводные трубы могут соединяться на резьбе при помощи муфт, угольников, тройников прямых и переходных, крестовин с внутренней резьбой (ГОСТ 8943-59), ниппелей с наружной резьбой, футорок

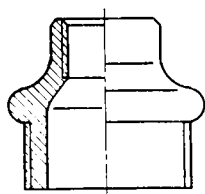


Рис. 5-23. Футорка.

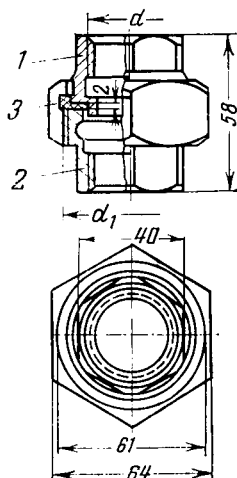


Рис. 5-24. Соединительная гайка для труб $D_y=25$ мм.

1 — полумуфта; 2 — футорка; 3 — накидная гайка;
 d — резьба трубная 1"; d_1 — резьба трубная 1 1/4".

(рис. 5-23), имеющих с одной стороны внутреннюю, а с другой — наружную резьбу, и соединительных гаек (ГОСТ 8959-59, рис. 5-24).

Соединения на резьбе могут быть разъемными и неразъемными. Разъемными называются соединения, позволяющие разобрать трубные линии без нарушения их целостности и без вращения соединяемых труб. К числу разъемных относятся соединения, осуществляемые с по-

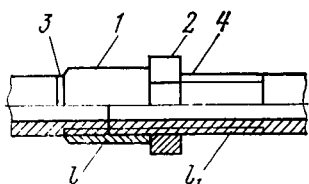


Рис. 5-25. Соединение труб на муфтах с контргайкой (на сgone)
1 — муфта; 2 — контргайка; 3 — короткая резьба длиной l ; 4 — длинная резьба длиной l_1 .

мощью соединительных гаек, а также соединения на резьбе при помощи сгона, т. е. удлиненной резьбы на трубе. На этой резьбе должны полностью помещаться соединительная муфта с контргайкой (рис. 5-25). Все остальные соединения на резьбе относятся к категории неразъемных, так как при сборке и при разборке требуют вращения трубы.

Плотность соединения обеспечивается за счет затягивания резьбы. Резьба на трубах выполняется обычно короткой, кроме труб, соединяемых с помощью сгонов.

Диаметр трубы D_n , мм . . .	13,5	26,8	48
Короткая резьба, мм . . .	7	10,5	13
Длинная резьба, мм . . .	32	42	57

Для повышения герметичности резьбу уплотняют намоткой льняной пряжи, пропитанной цинковыми белилами (для газовых сред) или свинцовым суриком (для воды). После затяжки резьбы вывертывать трубу даже на небольшой угол нельзя, так как при этом нарушается плотность соединения.

б) Разъемные соединения

Количество разъемных соединений на защитных линиях определяется условиями протягивания проводов через трубы. Соединительные линии обычно имеют не менее двух разъемов: у места присоединения к технологическому объекту и у измерительного устройства. Промежуточные разъемы выбираются по соображениям удобства сборки линий.

В качестве разъёмных для любых труб применяют также ниппельные и фланцевые соединения. На рис. 5-26,а приведена одна из конструкций проходного ниппельного соединения для медных труб. Плотность соединения достигается затяжкой двух конических поверхностей.

Для труб, изготовленных из легированных сталей, ниппельные соединения изготавливаются из того же мате-

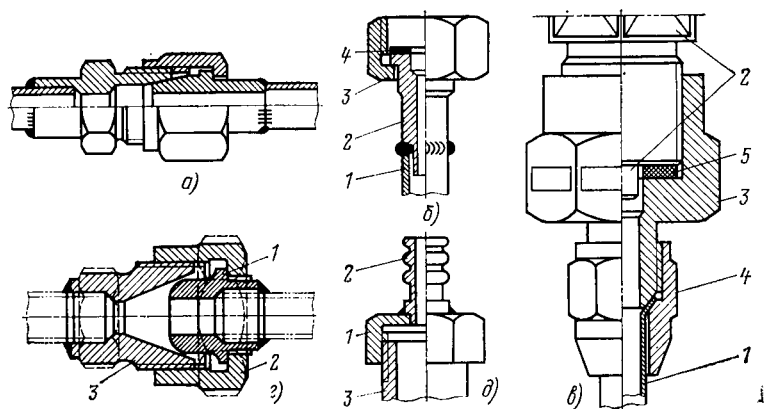


Рис. 5-26. Ниппельные соединения труб.

а — проходные для труб; б и в — для соединения с манометром; г — проходное типа «шар — конус»; д — для перехода к резиновым трубкам.

риала, что и трубы. К трубе 1 приваривается ниппель 2, прижимаемый к штуцеру манометра накидной гайкой 3. Для уплотнения соединения устанавливается прокладка 4 (рис. 5-26,б).

На рис. 5-26,в показано такое же соединение, но без применения сварки или пайки. Труба 1 из цветного металла присоединяется к штуцеру 2 манометра при помощи футорки 3 и накидной гайки 4. Труба уплотняется за счет разбортовки. Уплотнение между штуцером 2 и футоркой 3 достигается за счет прокладки 5.

В некоторых ниппельных соединениях для уплотнения применяются сочленения шаровой и конической поверхностей. Такое соединение, называемое «шар — конус», допускает не вполне точное совпадение осей труб. На рис. 5-25,г шаровой ниппель 1 соединяется с коническим штуцером 3 при помощи накидной гайки 2.

При небольшом давлении для перехода от металлической трубы к резиновой применяют соединения с пере-

ходными наконечниками (рис. 5-26,б). Накладная гайка 1 приваривается или припаявается к наконечнику 2, а конец трубы 3 снабжается резьбой.

Переборочные соединения для уплотнительных проходов через металлические перегородки или стальные плиты, как и разъемные ниппельные соединения, выполняются по типу проходных соединений с уплотнениями из конических поверхностей (рис. 5-26,а) или по типу «шар — конус» (рис. 5-26,г).

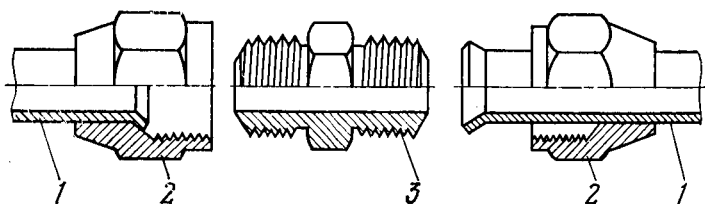


Рис. 5-27. Ниппельные соединения медных труб (до сборки).

1 — трубы; 2 — накладные гайки; 3 — штуцер.

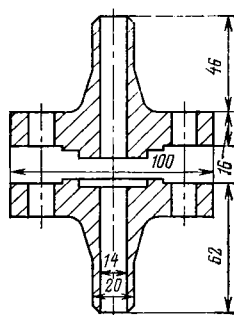


Рис. 5-28. Фланцевое соединение для приварки встык к трубам на давление $p_y \leq 10$ МПа.

Ниппельные соединения медных труб выполняются, как правило, с развальцовкой (рис. 5-27).

Фланцевые соединения различают двух типов: с уплотняющей прокладкой и с уплотнением с помощью линз.

Фланцевые соединения с уплотняющей прокладкой по ГОСТ 1234-67 (рис. 5-28) применяются обычно для сред с относительно небольшим давлением и температурами: для рабочих давлений не более 8 МПа и температур до 450°C ($p_y \leq 20$ МПа).

В качестве прокладочных материалов для водяного пара и воды широко применяются клингерит, паронит, а для более низких давлений и температур — различные прокладочные картоны, резина и другие материалы.

Фланцевые соединения с уплотнением с помощью линз (рис. 5-29) являются наиболее предпочтительной формой разъемного соединения труб для сред с условным давлением более 10 МПа. Уплотняющая линза, изготовленная чаще всего из таких же материалов, как и соединяемые трубы, располагается между обработанными на конус концами труб. Уплотняющая поверхность линзы выполнена в виде сферы, входящей в конические поверхности концов труб, т. е. по схеме «шар — конус».

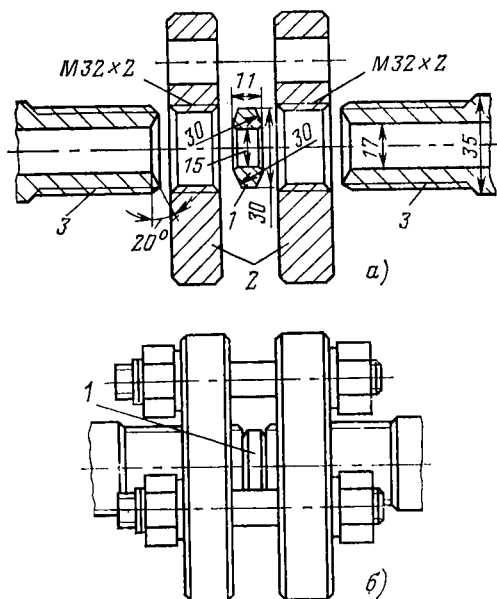
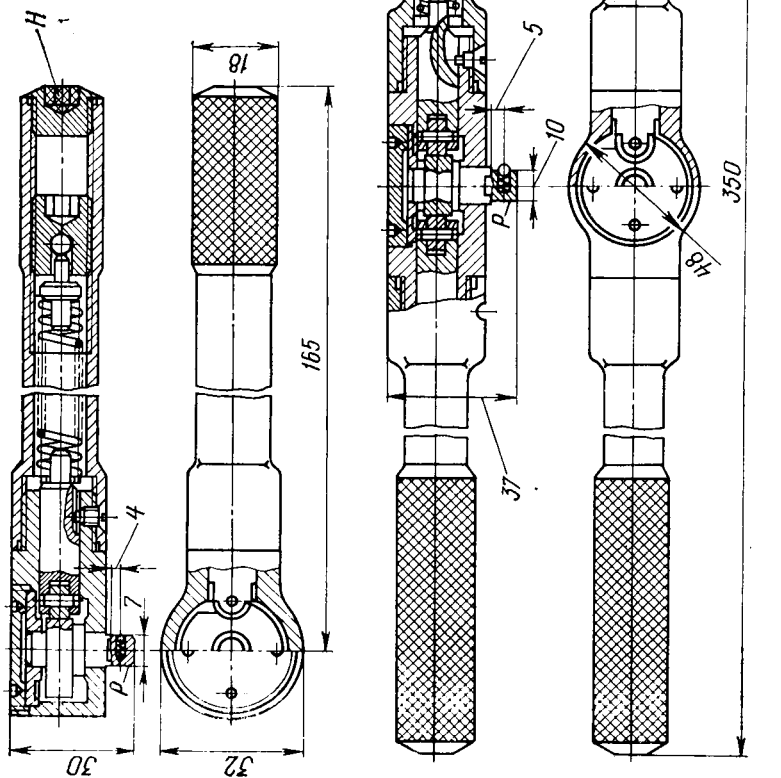


Рис. 5-29. Фланцевое соединение с уплотнением при помощи линзы для труб $D_y=15$ мм (на трех шпильках).

a — до сборки; *б* — в собранном виде; 1 — линза; 2 — фланцы с резьбой; 3 — трубы.

Фланцы обычно наворачиваются на внешнюю резьбу труб и соединяются шпильками. Перед сборкой все уплотнительные поверхности тщательно промываются и вытираются досуха. Установка линз при сборке соединения производится специальными щипцами. До установки линзы на место во фланцы предварительно вставляют одну-две шпильки. На трубных проводках с температурой среды до 200°C линзу перед установкой

Рис. 5-30. Ключи с регулируемым крутящим моментом.



смазывают тонким слоем консистентной смазки, например солидола (кроме проводов, заполняемых кислородом). Резьба шпилек покрывается маслографитной смесью. Затяжка шпилек производится равномерно специальными ключами.

Ключи с регулируемым крутящим моментом 200—1500, 1000—8000 и 7000—20 000 Н·м изготавливаются по ГОСТ 7067-54 (рис. 5-30). Настройка ключа на заданный крутящий момент создается за счет изменения натяжения пружин ключа на специальной установке с использованием индикатора завода «Калибр». После настройки ключа механизм настройки закрывается пробкой *H* и шестигранное углубление пробки заливается легкоплавким составом и на нем ставится клеймо контролера ОТК и значение установленного крутящего момента.

Для удобства подхода к затягиваемым резьбовым соединениям между ними и выходным поводком *P* ключа обычно располагают удлинители жесткого или шарнирного типа, а также сменные головки по ГОСТ 3329-54.

Усилия затяжки одной шпильки в зависимости от условного давления среды p_y и диаметра условного прохода D_y устанавливаются согласно табл. 5-7.

Таблица 5-7

Усилия затяжки одной шпильки во фланцах с уплотнением при помощи линз, *H*

Диаметр шпильки D_y , мм	Число шпилек, шт.	Давление p_y , МПа				
		20	32	50	80	100
6	3	1120	1310	1450	2150	2460
10	3	3120	3670	4050	6000	6600
15	3	7000	8200	10 000	—	—
15	4	—	—	7600	10 000	11 500

Из-за необходимости нарезки резьбы на трубах приходится использовать трубы с увеличенной толщиной стенки. При монтаже приборов теплотехнического контроля и устройств управления такие соединения используются обычно для труб с условным диаметром $D_y = 6-15$ мм. Все линзовые соединения, в том числе и более сложных форм, стандартизованы. Фланцы на резьбе изготавливаются по ГОСТ 9399-75. Концы труб, присоединяемые к линзам, обрабатываются в соответствии с требованиями ГОСТ 9400-75. Линзы изготавливаются по ГОСТ 10493-75.

С использованием линз специальной формы (МН 4989-63) можно осуществить отвод среды из трубы по другому направлению [19].

в) Сварочные работы

Сварка трубных проводок может производиться только квалифицированными сварщиками, имеющими соответствующие удостоверения, зарегистрированные в Госгортехнадзоре СССР. К сварке труб, предназначенных для работы под давлением более 10 МПа, предъявляются повышенные требования.

Сварка стальных труб применяется в тех случаях, когда иметь разъемное соединение нет смысла. Заменять предусмотренные проектом разъемные соединения сваркой запрещается.

При монтаже труб используется ручная электродуговая или газовая сварка.

Электродуговая сварка рекомендуется для соединения стальных труб обычно с толщиной стенки более 3,5 мм, а газовая — при толщине стенок менее 3,5 мм. Электрическая сварка применяется также для соединения металлических конструкций. Электрическая сварка производится электродной проволокой по ГОСТ 9467-60 и ГОСТ 10052-62. Все сварочные материалы: электроды, присадочная проволока, флюсы, аргон — проходят проверку, результаты которой (при сварке труб высокого давления) заносятся в специальный журнал и оформляются актами.

Электроды должны храниться в сухом отопляемом помещении. Перед сваркой все электроды в течение 2—3 ч прокаливаются в печах при температуре 220—250°C. Сварка непрокаленными электродами дает пористый шов.

Сварочный ток I , А, может быть приближенно определен в зависимости от диаметра электрода d , мм, по формуле $I \approx 40d$.

Газовая сварка производится обычно с использованием ацетилена и кислорода. При этом используются ацетилен в баллонах (ГОСТ 5457-60) или ацетиленовые генераторы и баллоны с кислородом, сжатым до 15 МПа. В качестве присадочного прутка при сварке углеродистых и низколегированных сталей применяют проволоку марок Св-08 или Св-08А, а для высоколегированных сталей — проволоку марок Св-08А или 12ГС по ГОСТ

2246-70. При сварке нержавеющей стали применяют флюс следующего состава: бура техническая 40%, кислота борная 50% и фтористый кальций 10%.

Газовые горелки применяются также для резки труб из углеродистой стали. Трубы из легированных сталей следует резать только механическими способами.

Разделка кромок, подготовленных к сварке стыков труб, должна:

обеспечить качественный провар корня шва;

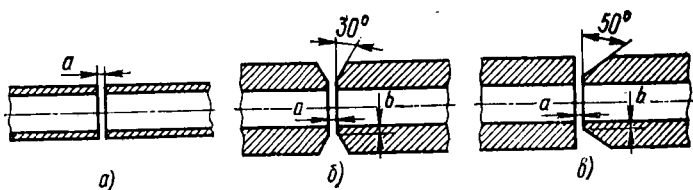


Рис. 5-31. Формы стыков труб перед сваркой.

a — без скоса кромок; *б* — со скосом двух кромок; *в* — со скосом одной кромки.

предохранить трубу от образования наплыва и грат с внутренней ее стороны;

обеспечить возможность доброкачественного выполнения сварочных работ при любом положении стыка в пространстве.

Свариваемые трубы не должны иметь расхождения по внутреннему диаметру более 2 мм. Отклонение плоскости обреза трубы от прямого угла не должно превышать 0,5 мм на диаметре трубы. Кромки должны быть очищены от ржавчины, масла, грязи и заусенцев. Для труб высокого давления кромки и прилегающие к ним поверхности на ширине 20—30 мм с внутренней и с наружной стороны очищаются до металлического блеска.

Трубы с толщиной стенки до 4 мм сваривают встык без скоса кромок (рис. 5-31, *a*). Размер $a=0,5$ мм для тонкостенных труб и до 1,5 мм — для более толстых.

Для труб с толщиной стенки 4 мм и более кромки свариваемых труб при ручной электродуговой сварке без подкладного кольца должны быть обработаны по форме, представленной на рис. 5-31, *б*, *в*, и по размерам, приведенным в табл. 5-8.

При сварке должна быть обеспечена прямолинейность труб, что проверяется линейкой длиной не менее 400 мм в трех местах по окружности стыка. Допускает-

Подготовка стыков труб с толщиной стенки более 4 мм перед ручной электродуговой сваркой

Толщина стенки трубы, мм	Диаметр электрода, мм	Размер <i>a</i> , мм	Размер <i>b</i> , мм
До 7	3	1—2	1—2
	4	2—3	1—2
Более 7	3	1,5—2	1,5—2
	4	2—3	2—3

ся отклонение от прямой не более 1 мм на расстоянии 200 мм от стыка.

Газовая сварка труб из углеродистой стали производится в один слой. Сварку труб для работы под высоким давлением производят за два прохода. После окончания сварки шов должен быть тщательно очищен от шлака, брызг и окалины.

Ручная электродуговая сварка труб производится, как правило, электродами при постоянном токе обратной полярности и короткой дуге.

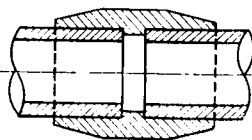


Рис. 5-32. Соединение полиэтиленовых труб с помощью приваренной муфты.

Трубные проводки высокого давления свариваются в условиях надежной защиты от атмосферных явлений. Каждый стык, выполненный на монтаже, должен быть после сварки отмечен клеймом сварщика.

После сварки труб из легированных сталей зона, прилегающая к месту сварки, подвергается термической обработке. С целью сохранения структуры материала обрабатываются участки трубы, равные пятикратной ширине сварного шва. Термическая обработка заключается в нагреве до температуры 800—900°C в зависимости от марки стали, выдержке при этой температуре и постепенном охлаждении.

Полиэтиленовые трубы свариваются в струе горячего азота при температуре 200—230°C. Нагревание должно быть местным и кратковременным. При сварке применяется присадочный пруток Ø 2—4 мм. В струе воздуха полиэтилен окисляется и прочность шва резко уменьшается.

Полиэтиленовые трубы обычно соединяются между собой при помощи ниппелей, футорок или муфт, свариваемых с трубами (рис. 5-32).

г) Пайка труб

Пайкой называют процесс соединения деталей в нагретом состоянии с помощью легкоплавкого материала — припоя. Чаще всего пайкой соединяются трубы из цветных металлов.

При твердой пайке припоем является сплав меди, серебра и цинка с температурой плавления $700-800^{\circ}\text{C}$. Мягкая пайка производится припоем, изготовленным на основе олова и свинца с температурой плавления $220-280^{\circ}\text{C}$. Припои могут применяться в виде прутков или паст в смеси с флюсом. Большинство флюсов для твердой пайки основано на применении буры. Для мягкой пайки флюсом чаще всего служит канифоль.

Обычно припои менее прочны, чем материал спаиваемых деталей, поэтому при пайке рекомендуется увеличивать площадь прилегания спаиваемых деталей. Прочность шва увеличивается с уменьшением толщины слоя. Поэтому при пайке стали медным припоем зазор между спаиваемыми поверхностями должен быть не более 0,012 мм. При пайке цветных металлов допускается зазор до 0,15 мм.

При твердой пайке обычно применяется местный нагрев с использованием сварочной кислородно-ацетиленовой аппаратуры.

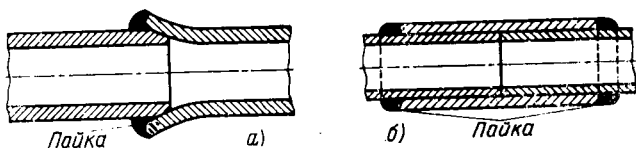


Рис. 5-33. Соединения медных труб на пайке.
а — с развальцовкой; б — при помощи муфты.

Пайка медных труб осуществляется медно-цинковым припоем марки ПМЦ-54 (с содержанием 54% меди). Соединяемые поверхности перед пайкой очищаются металлическими щетками или протравливаются 10%-ным раствором азотной кислоты. В качестве флюса при пайке применяется смесь, состоящая из 70% прокаленной буры и 30% борной кислоты.

Пайка производится путем развальцовки труб (рис. 5-33,а) или с применением муфты (рис. 5-33,б).

д) Теплоизоляция труб

В местах, где рабочее вещество, заполняющее трубы, может замерзнуть, участки труб покрывают слоем тепловой изоляции. В некоторых случаях трубопроводы устройств контроля и управления прокладывают под общим слоем изоляции вместе с технологическими линиями или со специальными тепловыми спутниками, предназначенными для обогрева.

Теплоизоляция соединительных (импульсных) труб производится по нормам машиностроения (МН).

Теплоизоляционные работы выполняются после гидравлических и пневматических испытаний линии. Для наложения тепловой изоляции необходимо, чтобы расстояние от труб до стен или металлоконструкций было не менее 200 мм. Трубы и несущие конструкции должны быть покрашены или защищены другим противокоррозионным покрытием [19].

5-7. ПРОВЕРКА И ИСПЫТАНИЯ ТРУБ, АРМАТУРЫ И ТРУБНЫХ ПРОВОДОВ

а) Испытания труб и арматуры

Все элементы трубных проводок на рабочее давление $p_{\text{раб}} > 10$ МПа, поступающие на монтаж, должны иметь паспорта или сертификаты, а также копии документов индивидуальной приемки. Кроме того, все такие элементы подвергаются внешнему осмотру [15].

Каждая труба с комплектующими деталями и арматурой на рабочее давление $p_{\text{раб}} > 10$ МПа перед выдачей на монтаж подвергается гидравлическому испытанию. Гидравлическому испытанию подвергается также и арматура на меньшее рабочее давление, гарантийный срок которой истек.

Испытания производятся пробным давлением по ГОСТ 356-68. В качестве испытательной жидкости применяется вода или масло.

Для труб и арматуры, предназначенных для работы на кислороде, применение масла запрещается. Гидравлические испытания заготовок, труб, деталей и арматуры на давлении $p_{\text{пр}} > 20$ МПа должны производиться на специально оборудованных площадках, удаленных от мест возможного скопления людей.

Трубы или арматура выдерживаются под пробным давлением в течение 5 мин. При отсутствии падения давления пробное давление снижают до рабочего, после чего осматривают трубы и арматуру с целью выявления дефектов. Если при выдержке пробное давление падает, то выясняются причины неисправности и давление снижают до нуля, дефекты исправляются и испытание повторяют. Производить какие-либо исправления под давлением запрещается.

Арматура на условное давление $p_y > 10$ МПа, а также арматура, гарантийный срок которой истек, помимо общего гидравлического испытания подвергается испытанию на плотность закрытия путем подачи давления, равного рабочему. По ГОСТ 9544-60 при испытании на плотность водой или керосином арматуры на $D_y \leq 150$ мм допускается образование на краях уплотнительных поверхностей росы, не превращающейся в течение времени испытаний в стекающие капли.

После гидравлического испытания арматуру и трубы продувают, очищают от смазки, грязи и стружки. Качество очистки труб проверяют протяжкой пыжа из белой ткани.

Обработанные поверхности труб и уплотнительные поверхности арматуры высокого давления (более 10 МПа), кроме кислородных, покрывают для консервации консистентной смазкой. Трубы высокого давления транспортируются к месту монтажа с навернутыми фланцами. С обоих концов трубы заглушают деревянными пробками.

Перед сборкой трубных проводок консервирующая консистентная смазка должна быть удалена.

б) Испытания трубных проводок

После монтажа трубные проводки осматривают и производят гидравлическое или пневматическое испытание на прочность и плотность. При внешнем осмотре проверяют соответствие проводок проекту и техническим условиям монтажа; контролируют надежность закрепления несущих конструкций и крепежных деталей; проверяют соединения отдельных узлов между собой, уплотнения, покраску, антикоррозионные покрытия и маркировку линий.

Перед испытаниями до присоединения трубопроводов к приборам и аппаратуре проводки продувают сухим и

чистым воздухом или инертным газом. Продувка сопровождается легким постукиванием. В случае необходимости линии промывают водой.

Можно испытывать соединительные проводки вместе с технологическими трубопроводами. Пластмассовые линии испытываются не раньше чем через 2 ч после последней сварки труб.

Испытания ведутся после закрепления трубопроводов в неподвижных и промежуточных точках до наложения тепловой изоляции и защитных ограждений. Перед приборами и другой аппаратурой на соединительных трубопроводах устанавливаются заглушки или пробки.

Обычно прочность и плотность проводок определяют гидравлическими испытаниями. При наружном диаметре труб до 10 мм и пробном давлении до 0,25 МПа допустимо осуществлять проверку на прочность и плотность трубных проводок проведением пневматических испытаний. Трубные проводки, предназначенные для кислорода при давлении менее 0,07 МПа, а также пластмассовые трубы при рабочем давлении до 0,14 МПа испытываются сжатым воздухом. Прочность линий, заполняемых горючими и токсическими газами, а также кислородом при $p_{\text{раб}}$ более 0,07 МПа, определяется гидравлическими, а плотность — пневматическими испытаниями.

Испытания должны производиться, как правило: при рабочих давлениях $p_{\text{раб}} \leq 0,5$ МПа — пробным давлением $p_{\text{пр}} = 1,5 p_{\text{раб}}$, но не менее 0,2 МПа; при рабочих давлениях $p_{\text{раб}} > 0,5$ МПа — пробным давлением $p_{\text{пр}} = 1,25 p_{\text{раб}}$, но не менее $p_{\text{раб}} + 0,3$ МПа.

Приняты следующие отступления:

проводки, работающие под вакуумом, испытывают пробным давлением $p_{\text{пр}} = 0,15$ МПа;

проводки с пластмассовыми трубами испытывают пробным давлением $p_{\text{пр}} = 1,5 p_{\text{раб}}$, но не ниже 0,3 МПа;

кислородные линии при рабочем давлении менее 0,07 МПа испытывают пробным давлением $p_{\text{пр}} = p_{\text{раб}} + 0,03$ МПа.

Испытания на плотность проводятся в случаях, когда это предусматривается проектом. Трубопроводы, заполняемые кислородом, испытываются на плотность во всех случаях.

Для пневматических испытаний на плотность после испытаний на прочность давление принимается либо

равным рабочему, либо равным следующим значениям:

$p_{\text{раб}}$, Па . . .	До 5000	До 50 000	Более 50 000
$p_{\text{пр}}$, Па . . .	20 000	$p_{\text{раб}} + 30\,000$	$1,25 p_{\text{раб}}$ (но не менее 100 000)

Плотность кислородных линий, работающих под давлением более 0,07 МПа, проверяется давлением, равным рабочему.

Для гидравлических испытаний применяется вода с температурой ниже 100°C. Испытания при отрицательной температуре производят раствором хлористого кальция в воде или маслом. Для кислородных линий применять масло категорически запрещается.

Трубопроводы, подводящие испытательную жидкость, воздух или инертные газы от насосов, компрессоров, баллонов и т. п. к трубным проводкам, должны быть предварительно проверены в собранном виде гидравлическим давлением.

Испытания на плотность проводок при рабочем давлении $p_{\text{раб}}$ разрешается проводить только после окончания испытаний на прочность и оформления соответствующего акта.

Испытательная жидкость подводится к низшей точке линии, а воздух удаляется из высшей точки.

При гидравлических испытаниях рекомендуется давление поднимать следующими ступенями:

Первая ступень	До 0,2 МПа
Вторая ступень	$0,5 p_{\text{пр}}$
Третья ступень	$p_{\text{раб}}$
Четвертая ступень . . .	$p_{\text{пр}}$

На каждой промежуточной ступени давление выдерживается в течение 1—3 мин. Отсутствие падения давления в это время проверяют по манометру.

Пробное давление выдерживается в течение 5 мин, после чего его снижают до рабочего. При рабочем давлении трубопровод осматривают с обстукиванием сварных швов молотком массой не более 0,5 кг. Результаты гидравлического испытания считаются удовлетворительными, если давление не снизилось, а в сварных швах, трубах, корпусах арматуры и других частях не обнаружено признаков разрыва, течи и отпотевания.

Для пневматических испытаний применяется сжатый воздух или инертный газ. При испытаниях на прочность давление поднимают также ступенями до пробного и выдерживают 5 мин (для горючих газов 30 мин), а за-

тем снижают до рабочего для осмотра проводки. Обстукивание проводки при пневматических испытаниях не допускается. Места соединений и возможных неплотностей покрывают пенообразующим раствором. Неплотности обнаруживают по появлению мыльных пузырей в дефектных местах.

При пневматических испытаниях на плотность давление поднимают до испытательного, после чего проводку осматривают.

Проводки, заполняемые взрывоопасными и токсическими газами, а также кислородом, должны испытываться на плотность с определением падения давления. При этом проводку выдерживают под пробным давлением в течение 12—24 ч. Для трубных проводок, расположенных в помещениях и каналах, допускается падение давления в трубопроводе внутренним диаметром 50 мм:

для проводок, заполняемых горючими газами или кислородом, 1% в час;

для проводок, заполняемых токсическими газами, 0,5% в час.

Для трубопроводов иного диаметра допустимые нормы падения давления, указанные выше, умножаются на поправочный множитель

$$k = \frac{50}{D_y},$$

где D_y — диаметр условного прохода испытываемой трубной проводки, мм.

Измерительные приборы, применяемые при испытаниях, должны иметь класс точности не ниже 1,6 и шкалу, примерно равную $4/3 p_{пр}$.

При испытании на прочность и плотность воздухом необходимо иметь в виду, что при колебаниях температуры воздуха давление в соединительной линии изменяется. Так, например, при начальном избыточном давлении 40 000 Па изменение температуры воздуха с 10 до 20°C приводит к повышению давления примерно на 5000 Па. Поэтому проверку надо начинать после выравнивания температуры воздуха внутри трубы с температурой окружающей среды.

При длительных испытаниях на плотность учитывается температура воздуха в линиях в начале и в конце испытаний. Часовое процентное падение давления,

% · ч⁻¹, определяется в этом случае по формуле

$$\Delta p = \frac{100}{t} \left(1 - \frac{p_k T_n}{p_n T_k} \right),$$

где t — длительность испытания, ч; p_n и T_n — абсолютное давление и абсолютная температура (К) в начале испытания; p_k и T_k — то же в конце испытания.

Все испытания трубопроводов оформляются специальными протоколами [15].

ГЛАВА ШЕСТАЯ

МОНТАЖ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

6.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В системах контроля и управления электрические проводки выполняются:

проводами и кабелями в производственных помещениях на кабельных стойках, полках и лотках, по стенам и перекрытиям зданий; в стальных коробах и в защитных трубах;

кабелями в каналах и туннелях;

кабелями, уложенными в земле (сравнительно редко);

проводами в щитах и пультах — коммутационные проводки (чаще всего на заводах, изготавливающих щиты и пульты).

Во взрывоопасных помещениях электрические проводки выполняются в трубах или бронированным кабелем.

Изолированные провода и кабели изготавливаются с медными или алюминиевыми жилами. Алюминиевые жилы не применяются в измерительных цепях приборов и регуляторов, для коммутации щитов и пультов, в устройствах телемеханики и автоматического управления, во взрывоопасных помещениях, для питания переносного освещения и электрифицированного инструмента и для открытых проводок в чердачных помещениях со сгораемыми конструкциями.

Минимальное сечение алюминиевых жил 2,5 мм²; минимальное сечение медных жил может составлять:

При напряжении менее 60 В и при условии присоединения проводов к приборам и зажимам посредством пайки . . . 0,2 мм²
При напряжении менее 60 В и при условии оконцевания проводов наконечниками для присоединения под зажим 0,75 мм²

При напряжении выше 60 В 1 мм²
 Для наружных установок, во взрывоопасных помещениях
 и для питания освещения и электрифицированного инстру-
 мента 1,5 мм²

Сечение жил проводов, прокладываемых в защитных трубах, должно быть не менее 1,5 мм².

Напряжение в электрических проводках обычно не превышает 400 В.

При большой токовой нагрузке температура проводов и кабелей может достичь высоких значений. Для проводов и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией температура жил, как правило, не должна превышать 65°C, а для кабелей с бумажной изоляцией 80°C.

Для всех проводов и кабелей установлены предельно допустимые токовые нагрузки в зависимости от типа проводов и кабелей, их сечения и условий работы: на воздухе, в земле, в защитных трубах, при горизонтальном или вертикальном расположении [19].

6-2. РАЗНОВИДНОСТИ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ

а) Изолированные провода

Для электрических проводок чаще всего применяют изолированные одножильные провода с медными или алюминиевыми жилами, в резиновой или поливинилхлоридной изоляции (рис. 6-1), рассчитанные на напряжение до 500 В переменного тока или до 1000 В постоянного тока.

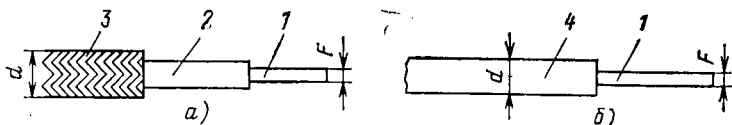


Рис. 6-1. Конструкция проводов.

а — типов ПР и АПР; б — типов ПВ и АПВ; 1 — медная или алюминиевая жила; 2 — резиновая изоляция; 3 — хлопчатобумажная оплетка, пропитанная противогнилостным составом; 4 — поливинилхлоридная изоляция.

Провод типа ПР или АПР имеет жилу из одной проволоки, а провод типа ПРГ — жилу из нескольких проволок $\varnothing$ 0,38—0,52 мм. Аналогичное различие имеется между проводами типа ПРЛ и ПРГЛ, ПВ или АПВ и ПГВ (рис. 6-1).

Расчетные наружные диаметры проводов сечением 1,5 мм² составляют 3,7—4,7 мм, а сечением 4 мм² составляют 4,9—5,7 мм.

Таблица 6-1

Изолированные одножильные провода для соединительных линий

Марка провода	Характеристика	Область применения
ПР	С медной жилой сечением 0,75—10 мм ² , в резиновой изоляции и в оплетке, протитанной противогнилостным составом	Для неподвижных проводов в сухих и сырых помещениях
АПР	То же с алюминиевой жилой сечением 2,5—16 мм ² и более	То же
ПРЛ	С медной жилой сечением 0,75—6 мм ² , в резиновой изоляции и в оплетке, покрытой лаком	Для коммутации панелей щитов
ПРГ	Гибкий, с медной жилой сечением 0,75—10 мм ² и более, в резиновой изоляции и в оплетке, пропитанной противогнилостным составом	Для неподвижной проводки в местах, где требуется гибкость провода, в сухих и сырых помещениях
ПРГЛ	Гибкий, с медной жилой, в резиновой изоляции и в оплетке, покрытой лаком	Для коммутации панелей щитов
ПВ	С медной жилой сечением 0,5—10 мм ² и более, в поливинилхлоридной изоляции	Для вторичных цепей при прокладке в трубах, в каналах несгораемых строительных конструкций, для силовых и осветительных цепей, в машинах, станках, щитах и пультах
ПВГ	То же с гибкой жилой	Для вторичных цепей и гибких соединений при скрытой и открытой прокладке, в том числе в щитах и пультах
АПВ	С алюминиевой жилой сечением 2,5—16 мм ² и более, в поливинилхлоридной изоляции	Для прокладки в трубах, пустотных каналах несгораемых строительных конструкций, для силовых и осветительных цепей, в машинах и станках

Для коммутационных линий на щитах и пультах на напряжение до 220 В применяются разноцветные одножильные медные монтажные провода с пленочной изоляцией (ГОСТ 10349-63), с сечением жил от 0,2 до 6 мм².

Провода марок ПР и АПР изготавливаются многожильными, специально для прокладки в защитных трубах; провода типа ПРТО с числом жил до 14 и сечением каждой жилы 1—2,5 мм² и типа АПРТО с числом жил до 14 и сечением каждой жилы 2,5 мм². Многожильными на 2—3 жилы могут быть также провода в поливинилхлоридной изоляции марок ППВ и ППВС с жилами сечением 0,75—4 мм², провода марок АППВ и АППВС с жилами сечением 2,5—6 мм² (рис. 6-2).

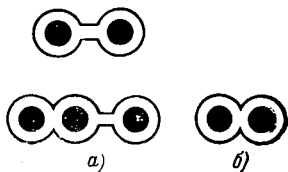


Рис. 6-2. Сечение двух- и трехжильных проводов.

a — марок ППВ и АППВ с разделительным основанием; *б* — марок ППВС и АППВС без разделительного основания.

Кроме того, может быть применен провод марки ПРРП с медными жилами, резиновой изоляцией, в общей резиновой оболочке и в оплетке из стальных оцинкованных проволок с числом жил до 30 (сечение каждой жилы 1—2,5 мм²). Такие провода правильнее было бы относить к группе кабелей.

б) Термоэлектродные (компенсационные) провода

Термоэлектродные (компенсационные) провода (рис. 6-3 и табл. 6-2) применяются для удлинения термоэлектродов термопар из головки либо к устройству автоматической компенсации температуры свободных концов, либо просто в зону более низкой и по возможности более стабильной температуры. Так как термоэлектродные провода находятся при значительно более низких температурах, чем термоэлектроды термопар, то провода можно выполнять из иных материа-

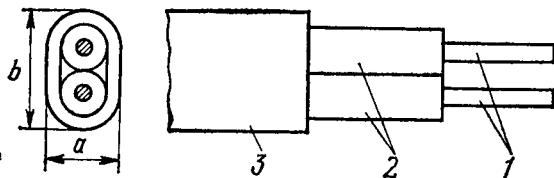


Рис. 6-3. Конструкция термоэлектродного (компенсационного) провода марки ПКВ.

a—5,5 мм; *b*—9 мм; 1 — жилы; 2 — поливинилхлоридная изоляция; 3 — поливинилхлоридная оболочка.

лов, чем термоэлектроды. Очевидно, что плюсовая жила (+) термоэлектродного провода должна присоединяться к плюсовому термоэлектроду термопары, а минусовая жила (—) к минусовому термоэлектроду.

Для стандартных платинородий-платиновых термопар выпускаются термоэлектродные провода марки П с жилами из меди (+) и из сплава ТП (99,4% меди и 0,6% никеля).

Таблица 6-2

Основные разновидности термоэлектродных (компенсационных) проводов

Марка провода	Характеристика	Область применения
ПКВ	Двухжильный, с жилами марок П, М и ХК, с сечением каждой жилы 2,5 мм ² , в поливинилхлоридной изоляции и в поливинилхлоридной оболочке	Для прокладки в сухих и сырых помещениях, также в местах, где возможно воздействие химических реагентов, при температурах от —40 до +70°С
ПКГВ	То же гибкий с сечением каждой жилы 1; 1,5 или 2,5 мм ²	То же
ПКВО	Одножильный, с жилами марок П, М и ХК, сечением 0,2 мм ² , в поливинилхлоридной изоляции	То же (преимущественно для прокладки внутри приборов)
ПКЛ	Теплостойкий, двухжильный, с жилами марок М и ХК, с сечением каждой жилы 1,5; 1,8 и 2,5 мм ² , с изоляцией из полиэтилентерефталатной пленки, с обмоткой стекловолокном или шелком (лавсаном), в общей оплетке из шелка (лавсана), пропитанного клеем	Для прокладки в сухих и сырых помещениях при температурах от —60 до +120°С
ПКЛЭ	То же с экранированием медной луженой проволокой	То же в условиях больших внешних помех

Для хромель-алюмелевых термопар применяются термоэлектродные провода марки М с жилами из меди (+) и константана.

Хромель-копелевые термопары соединяются термоэлектродными проводами марки ХК с жилами из хромеля (+) и копеля.

Каждому материалу жил термоэлектродных проводов соответствует определенная расцветка изоляции.

Для стандартных термопар типа ТПР (ПР 30/6) применять термоэлектродные (компенсационные) провода нет необходимости [20]. Такие термоэлектрические преобразователи присоединяются медными соединительными проводами.

В настоящее время осваивается изготовление многожильных (на несколько пар) термоэлектродных проводов в виде кабеля.

в) Кабели

К а б е л и, применяемые для электрических проводов в системах контроля и управления подразделяются на три основные группы:

кабели контрольные — для цепей контроля и управления на напряжение до 600 В переменного тока или до 1000 В постоянного тока;

кабели силовые — для цепей питания силовых и осветительных установок на различные напряжения, включая и высокие;

кабели управления — для цепей дистанционного и автоматического управления и релейной защиты на напряжение до 250 В переменного или до 350 В постоянного тока.

Все кабели различаются:

по числу, сечению и материалу жил;

по материалу электрической изоляции (резиновая, поливинилхлоридная, полиэтиленовая, из кабельной бумаги, пропитанной специальным составом, фторопластовая, с электрическим экраном или без него);

по виду защитной оболочки (свинцовая, резиновая, поливинилхлоридная или алюминиевая);

по типу внешнего покрытия.

Кабели могут быть выполнены без внешнего покрытия защитной оболочкой (голые) или иметь броню из стальной ленты, а также из стальной или медной проволоки. Броня может иметь покров из пропитанной кабельной пряжи или может быть покрыта противокоррозионным слоем из битумного состава.

Контрольные кабели с медными жилами содержат 4, 5, 7, 10, 14, 19, 27 и 37 жил сечением 1; 1,5 и 2,5 мм² или 4, 7 и 10 жил сечением 4 и 6 мм². Выпускаются также кабели с числом жил от 4 до 52, сечением 0,75; 1 и

Таблица 6-3

Основные разновидности контрольных кабелей

Марка кабеля		Характеристика	Область применения
с медными жилами	с алюминиевыми жилами		
КРСГ	—	С резиновой изоляцией, в свинцовой оболочке (голые)	Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, в местах, не подверженных вибрации, при отсутствии механических воздействий, в среде, нейтральной по отношению к свинцу
КРСБ	—	С резиновой изоляцией, в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с защитным наружным покрытием	Прокладка в земле (в траншеях)
КРСБГ	—	С резиновой изоляцией, в свинцовой оболочке, бронированный двумя стальными лентами, с противокоррозионным покрытием	Прокладка внутри помещений, в каналах и туннелях
КРВГ	АКРВГ	С резиновой изоляцией, в оболочке из поливинилхлоридного пластика (голые)	Прокладка внутри помещений, в каналах, туннелях, при отсутствии механических воздействий, в условиях агрессивной среды
КРВБ	АКРВБ	С резиновой изоляцией, в оболочке из поливинилхлоридного пластика, бронированный двумя стальными лентами, с наружным покрытием	Прокладка в земле (в траншеях)
КРВБГ	АКРВБГ	С резиновой изоляцией, в оболочке из поливинилхлоридного пластика, бронированный двумя стальными лентами, с противокоррозионным покрытием	Прокладка в непожароопасных помещениях, каналах и траншеях

1,5 мм². Контрольные кабели с алюминиевыми жилами имеют 4, 5, 7, 10, 14, 19, 27 и 37 жил сечением 2,5 мм² или 4, 7 и 10 жил сечением 4, 6 и 10 мм² (ГОСТ 1508-71).

Марка контрольных кабелей включает 4—6 букв. Первая буква К — для кабелей с медными жилами или АК — с алюминиевыми; далее — материал изоляции жил: Р, В, П, Ф; затем — вид защитной оболочки: С, Р, Н, В; обозначение внешнего покрытия: Г, Б или БГ (табл. 6-3).

Для силовых кабелей буква К не ставится, например, РСБ вместо КРСБ или АРВГ вместо АКРВГ. Для кабелей управления вместо К (или АК) ставятся буквы КУ.

К основным разновидностям контрольных кабелей следует отнести также кабели марок:

КРНГ, АКРНГ — с резиновой изоляцией, в оболочке из негорючей резины (толые);

КРНБ, АКРНБ — с такой же изоляцией и оболочкой, бронированные, с наружным покровом;

КРНБГ, АКРНБГ — такие же бронированные, с противокоррозионным покрытием;

КВВГ, АКВВГ — с изоляцией и оболочкой из поливинилхлоридного пластика (голые);

КВВБ, АКВВБ — с той же изоляцией и оболочкой, бронированные, с наружным покровом;

КВВБГ, АКВВБГ — такие же, бронированные, с противокоррозионным покрытием;

КПВГ, АКПВГ — с полиэтиленовой изоляцией, в оболочке из поливинилхлоридного пластика (голые);

КПВБ, АКПВБ — с такой же изоляцией и оболочкой, бронированные, с наружным покровом;

КПВБГ, АКПВБГ — такие же, бронированные, с противокоррозионным покрытием;

КРСК — с резиновой изоляцией, в свинцовой оболочке, бронированный круглыми стальными оцинкованными проволоками, с наружным покровом, для прокладки под водой и в местах, где кабель подвергается значительным растягивающим усилиям.

По ГОСТ 1508-71 предусматривается изготовление ряда других марок контрольных кабелей.

Наружный диаметр голых контрольных кабелей марок КРСГ, КРВГ и т. п. с 10 медными жилами сечением 2,5 мм² составляет 17,5—19,5 мм, а с 37 жилами составляет 29—33 мм. Диаметр кабелей с броней и наружным покровом марок КРСБ, КРВБ и т. п. с такими же жилами равен соответственно 26,5—28,5 мм и 38—42 мм.

Кабели с алюминиевыми жилами имеют примерно такие же диаметры.

Силовые кабели выпускаются с одной, двумя или тремя основными медными или алюминиевыми жилами сечением от 1 мм² и более. Кроме основных может быть

дополнительная заземляющая или зануляющая жила обычно меньшего сечения.

Силовые кабели изготавливаются также с изоляцией медных или алюминиевых жил пропитанной кабельной бумагой. Контрольные кабели с бумажной изоляцией сняты с производства.

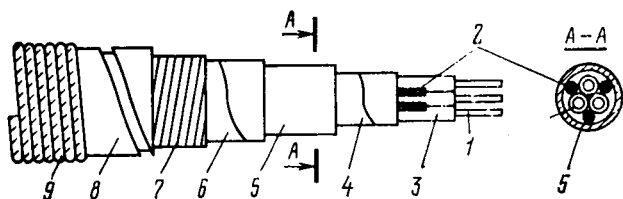


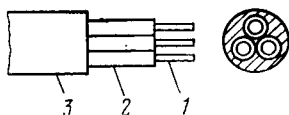
Рис. 6-4. Конструкция кабелей типов РСБ и СБ.

1 — медная жила; 2 — наполнитель из кабельной пряжи; 3 — резиновая или бумажная изоляция; 4 — кабельная бумага или прорезиненная хлопчатобумажная лента; 5 — свинцовая оболочка; 6 — подушка из кабельной бумаги; 7 — подушка из кабельной пряжи; 8 — броня из двух стальных лент; 9 — наружный покров из кабельной пряжи.

Конструкция трехжильных силовых кабелей марок РСБ и СБ на номинальном напряжении 1 кВ и аналогичных им контрольных кабелей КРСБ приведена на рис. 6-4. У кабелей марок РСБГ, СБГ и КРСБГ верхний наружный покров отсутствует; у кабелей марок РСГ, СГТ и КРСГ отсутствуют все верхние слои до свинцовой оболочки.

Рис. 6-5. Конструкция кабеля типа РВГ.

1 — медная жила; 2 — резиновая изоляция; 3 — оболочка из поливинилхлоридного пластика.



На рис. 6-5 показана конструкция кабелей в поливинилхлоридной оболочке. Броня и наружный покров этих кабелей выполняются так же, как и у кабеля со свинцовой оболочкой.

Кабели с полиэтиленовыми оболочками применять на электростанциях запрещается из-за пожарной опасности.

Кабели управления выпускаются с медными жилами небольших сечений — от 0,2 до 1,5 мм² (по ГОСТ 18404-73).

Кабели марки КУДФЭРУ — для работы при внутреннем избыточном давлении, с изоляцией жил из фторо-

пласта в общем экране, в усиленной резиновой оболочке с жилами сечением 0,20 и 0,35 мм², до 52 жил.

Кабели изготавливают с неэкранированными жилами, с частью и со всеми экранированными жилами марок:

кабели марки КУДФРУ — с фторопластовой изоляцией жил, в усиленной резиновой оболочке, с жилами сечением 0,20; 0,35; 1,0 и 1,5 мм² общим числом до 61, для работы при внешнем гидравлическом давлении до $5,88 \cdot 10^5$ Па в течение 48 ч или при внутреннем избыточном давлении до $8,33 \cdot 10^5$ Па в течение 2 ч;

кабели марки КУПР — с полиэтиленовой изоляцией жил, в резиновой оболочке, с жилами сечением 0,35 и 0,5 мм² общим числом до 115 и сечением 0,75; 1,0 и 1,5 мм² общим числом до 37;

кабели марок КУПР-Пн, КУПР-П, КУПР-Пм — то же, в панцирной оплетке из стальных нержавеющей, стальных оцинкованных или из медных луженых проволок;

кабели марки КУПВ — с полиэтиленовой изоляцией жил, в поливинилхлоридной оболочке, с жилами сечением 0,35 и 0,5 мм² общим числом до 115;

кабели марок КУПВ-Пн, КУПВ-П, КУПВ-Пм — то же, в панцирной оплетке из стальных нержавеющей проволок, из стальных оцинкованных или медных проволок.

Наружный диаметр кабелей управления зависит от сечения и наличия экранов у жил и составляет от 6—9 до 35 мм.

6.3. ПРОКЛАДКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

а) Общие условия

Кабели и провода с пластмассовой изоляцией жил или пластмассовой оболочкой не должны транспортироваться при температуре ниже —50°C. Размотка и прокладка кабелей при отрицательных температурах должны производиться после прогрева их электрическим током по особым правилам [13]. Размотка и прокладка кабелей без прогрева допускаются, если в течение предшествующих 24 ч температура окружающего воздуха не опускалась, даже временно, ниже следующих значений:

Для бронированных и небронированных кабелей с бумажной изоляцией	: : 0°C
Для бронированных кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией	—7°C

Для небронированных кабелей в резиновой или пластмассовой оболочке —15°C
Для небронированных кабелей в свинцовой оболочке —20°C

При прокладке кабелей в производственных помещениях, туннелях и каналах наружный покров из пряжи должен быть удален. Исключение допускается только для сырых и особо сырых помещений, а также при наличии химически активной по отношению к оболочкам кабеля среды.

Кабели, прокладываемые открыто, должны быть защищены от тепловых излучений, а кабели в небронированных оболочках из пластмасс — кроме того, и от солнечных лучей.

Заделка кабелей наглухо в строительные конструкции не разрешается.

Радиус изгиба по внутренней кривой для кабеля с бумажной изоляцией должен быть не менее $15 D_0$; для бронированных кабелей в свинцовой оболочке радиус изгиба не менее $12 D_0$; для таких же небронированных кабелей $10 D_0$, а для всех других кабелей $7 D_0$ (D_0 — наружный диаметр кабеля).

Разность по высоте между концевыми заделками кабеля с бумажной пропитанной изоляцией не должна превышать при сухих заделках 10 м, при заделках в воронках 5 м и при заделках с применением эпоксидной смолы 25 м. При большей разности уровней возможны вытекание пропиточного состава, подсыхание бумаги и ухудшение ее изоляционных свойств.

б) Прокладка кабелей открыто в зданиях, туннелях и каналах

Кабели, в том числе и бронированные, проложенные на высоте до 2 м от уровня пола, должны быть защищены от механических повреждений. Для этого допускается прокладывать кабели в защитных трубах. Внутренний диаметр защитной трубы должен быть в 1,5 раза больше наружного диаметра кабеля. Труба может иметь не более одного поворота на угол 90° .

В качестве опорных конструкций для кабелей по нормам предусматривается применение сборных кронштейнов. Для прокладки кабелей вдоль стен (рис. 6-6) кронштейн собирается из стойки 1 и ряда полок 2.

Расстояние h по вертикали между опорными конструкциями для контрольных кабелей принято не менее

100 мм, а для силовых — не менее 150 мм. При прокладке под перекрытиями (рис. 6-7) применяются такие же нормализованные полки 2, укрепляемые на подвеске, состоящей из стойки 1, приваренной к основанию 3. Если для прокладки кабелей достаточно иметь одну полку, то кронштейн собирается из основания 1 и нормализованной полки 2 (рис. 6-8).

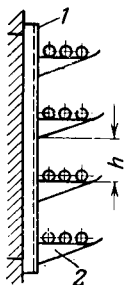


Рис. 6-6. Прокладка кабелей вдоль стен.

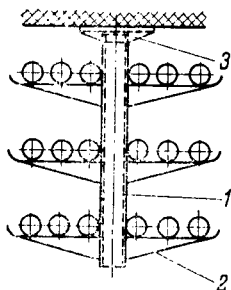


Рис. 6-7. Прокладка кабелей под перекрытием.

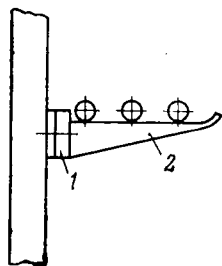


Рис. 6-8. Прокладка кабелей на одиночной полке.

Элементы нормализованных кабельных кронштейнов штампуются из листовой стали толщиной 2,5 мм. Конструкция кабельной стойки показана на рис. 6-9. Стойка

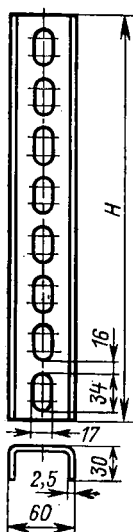
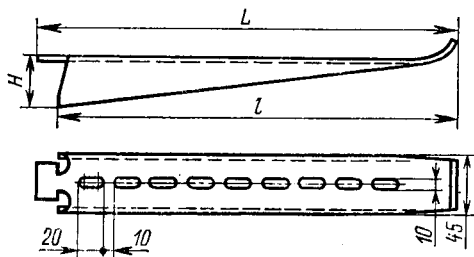


Рис. 6-9. Нормализованная кабельная стойка СК.

Рис. 6-10. Нормализованная кабельная полка ПК.



выполняется высотой $H=400, 600, 800, 1200$ или 1800 мм. Нормализованная кабельная полка (рис. 6-10) имеет длину $l=160, 250, 360$ или 450 мм. Размеры: $L=l+18$ мм и $H=28$ или 40 мм.

Для защиты кабелей от температурных воздействий кабельная полка оснащается нормализованной подвеской 1 (рис. 6-11) для укладки асбоцементной или иной

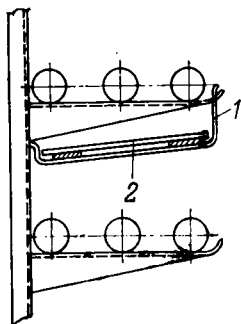


Рис. 6-11. Установка защитных перегородок под кабельной полкой.

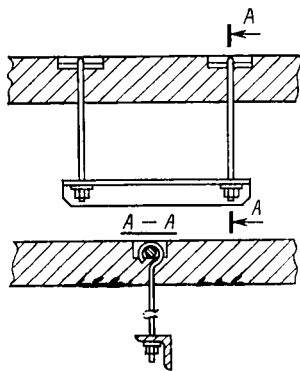


Рис. 6-12. Подвески для прокладки кабелей под перекрытием.

защитной перегородки 2. Для прокладки кабелей под перекрытием применяются подвески, изображенные на рис. 6-12.

В местах креплений небронированного кабеля следует предусматривать эластичные прокладки шириной на 6—8 мм больше ширины опор и скоб.

Бронированные и небронированные кабели с наружным диаметром более 18 мм при вертикальной и горизонтальной прокладке должны иметь опоры на расстоянии не более 1 м одна от другой. Опоры для небронированных кабелей меньшего диаметра должны располагаться на расстоянии не более 0,5 м. При вертикальной прокладке кабели закрепляются на каждой опоре. Закрепление кабеля на прямолинейных участках при горизонтальной прокладке не обязательно. На горизонтальных участках кабели закрепляются в конечных точках прямолинейного участка, на поворотах (не обязательно), на расстоянии не более 0,5 м от соединительных коробок муфт и концевых заделок, а также по обеим сторонам температурных швов здания.

Кабели должны быть уложены «змейкой» с запасом, достаточным для компенсации температурных и других деформаций самих кабелей и конструкций, по которым они проложены.

В сухих производственных помещениях кабели можно прокладывать в полу под защитными стальными швеллерами (рис. 6-13).

При горизонтальном расположении кабелей в сухих помещениях можно прокладывать кабели на лотках. Металлические лотки изготавливаются в соответствии с ГОСТ 20783-75 в виде готовых для сборки элементов шириной в 50, 100, 200, 300 или 400 мм. Длина прямой

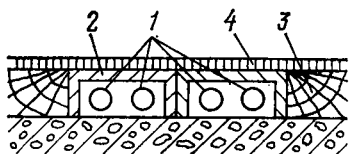


Рис. 6-13. Прокладка кабелей в полу сухих помещений.

1 — кабели; 2 — стальной швеллер; 3 — деревянные бруски; 4 — чистый пол.

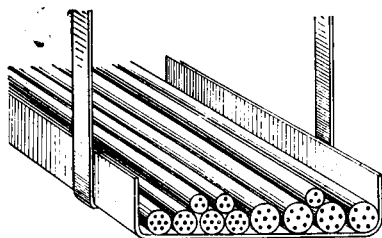


Рис. 6-14. Прокладка кабелей с металлическими оболочками на лотках.

секции 2000, 3000 или 6000 мм. Высота бортов не нормируется. Кроме прямых секций лотки могут быть в виде угла (для поворота), ответвления (для присоединения ответвлений к лоткам) и перехода (для перехода от одной ширины лотка на другую). Конструкция лотков должна обеспечивать крепление электрических проводов. Соединение лотков между собой должно обеспечивать надежный электрический контакт и возможность присоединения их к линии заземления.

Лотки крепятся к междуэтажным или другим конструкциям при помощи подвесок или иными способами. Кабели укладываются на лотках свободно, обычно без закрепления. Кабели в стальной броне могут укладываться вплотную друг к другу и даже не в один ряд (рис. 6-14). Кабели без брони по условиям совместной прокладки цепей различного назначения (см. § 2-4) укладывать в одном лотке часто нецелесообразно.

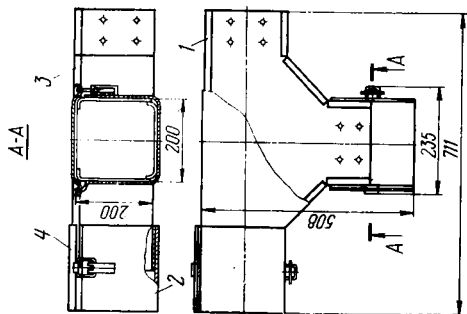
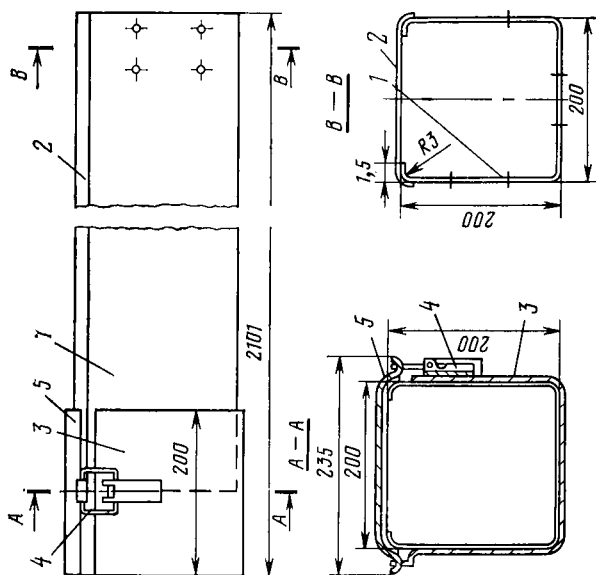


Рис. 6-15. Короб для прокладки кабелей.

Рис. 6-16. Короб-тройник для прокладки кабелей в горизонтальном направлении.

1 — основной короб; 2 — скоба нижняя с замком; 3 — крышка; 4 — скоба верхняя (на плане показана частично снятая крышка).



В лотках можно укладывать также отдельные пучки проводов, пневмокабели и пластмассовые трубы.

Между производственными цехами кабели часто прокладываются в туннелях проходного и непроходного типа (каналах). В больших туннелях проходного типа кабели обычно укладывают параллельно с различными трубопроводами. Прокладывать их в одном туннеле вместе с газопроводами и трубопроводами горючих жидкостей запрещается.

Расстояние между кабелями и трубопроводами при параллельной прокладке в производственных помещениях и туннелях, как правило, должно быть не менее 250 мм. В туннелях кабели должны располагаться выше труб и быть защищены от механических повреждений. При прокладке кабелей в туннелях параллельно с теплопроводами они должны быть защищены от нагрева.

Ширина прохода в туннелях должна быть равна 1000 мм при двустороннем и 900 мм при одностороннем расположении опорных конструкций. Проходы в кабельных каналах должны иметь ширину не менее 300 мм.

в) Прокладка кабелей в коробах

Большое распространение получил способ прокладки кабелей, а также пластмассовых труб и пневмокабелей в защитных стальных коробах как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

Короба изготавливаются в соответствии с ГОСТ 20803-75 сечением от 50×30 мм и до 400×200 мм. Наиболее употребительны короба сечением 100×100 , 150×150 и 200×200 мм. Длина прямой секции должна быть 2000 и 3000 мм.

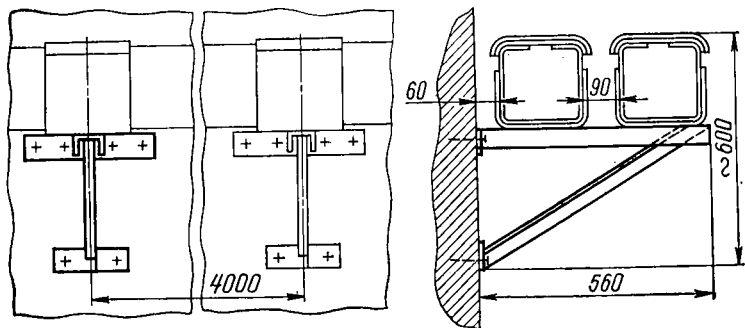


Рис. 6-17. Установка коробов 200×200 мм в горизонтальном направлении.

Основание короба представляет собой (рис. 6-15) открытый лоток 1, закрывающийся крышкой 2. На стыке двух смежных оснований — лотков располагается нижняя скоба 3, скрепленная жестко с основаниями. На нижней скобе укреплен накидной замок 4. Верхняя часть скобы 5 накладывается на крышки и прижимает их к основаниям с помощью замка. Для изменения направления коробов применяются специальные фасонные изделия в форме угольников, тройников (рис. 6-16) и

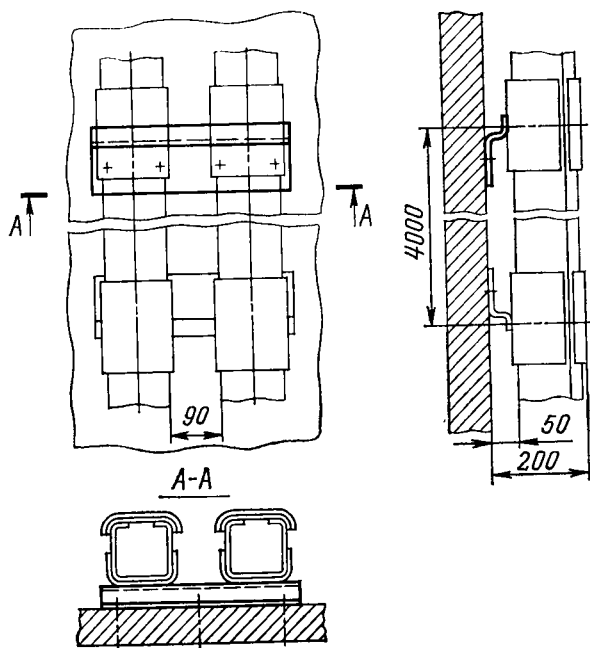


Рис. 6-18. Установка двух коробов 150×150 мм в вертикальном направлении.

крестовин. На отдельных участках могут встречаться звенья глухих коробов — без крышек. Допускается двухканальное использование коробов при помощи продольной перегородки во всю высоту короба.

На горизонтальных участках короба устанавливаются обычно на кронштейнах (рис. 6-17). Кронштейны располагают на расстоянии не менее 3000 мм друг от друга.

На вертикальных участках короба крепят к стене с помощью Z-образных кронштейнов (рис. 6-18). При больших пролетах короба прокладывают с применением промежуточной стойки и троса (рис. 6-19).

Перед укладкой кабелей короба тщательно очищают, протирают от влаги и просушивают потоком воздуха. Кабели укладывают свободно, без обязательных просветов между ними. Иногда из-за недопустимости совместной прокладки (§ 2-4) приходится раскладывать кабели не в одном, а в двух параллельно идущих коро-

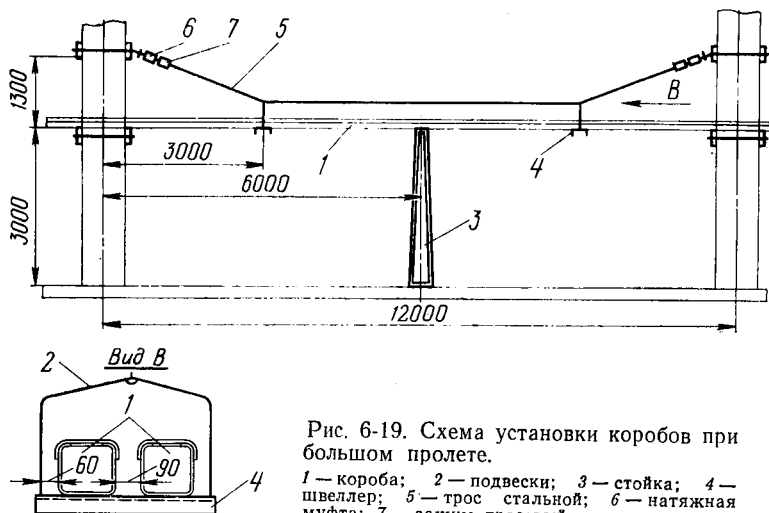


Рис. 6-19. Схема установки коробов при большом пролете.

1 — короба; 2 — подвески; 3 — стойка; 4 — швеллер; 5 — трос стальной; 6 — натяжная муфта; 7 — зажим тросовый.

бах или устанавливать в коробе продольную перегородку для создания двух отдельных каналов. Кабели в коробе не должны пересекаться или перекручиваться.

Общая сумма сечений кабелей и проводов (по наружному диаметру, включая изоляцию и покровы) не должна превышать 60% сечения короба в свету, а для глухих коробов — 45%. На вертикальных участках кабели прижимают ко дну короба прижимной планкой (рис. 6-20).

Один из возможных вариантов расположения трассы, составленной из коробов, показан на рис. 6-21.

Вывод отдельных кабелей из короба может производиться либо через защитную трубу, либо через металлический рукав диаметром 12, 15 или 18 мм (рис. 6-22). В последнем случае в отверстие в стенке короба изнутри вставляется корпус соединителя, на вы-

ступающий конец которого навертывается гайка. Стенка короба и втулка соединителя прижимаются гайкой к корпусу соединителя. Гайку и корпус изготовляют из пенопласта или полиэтилена высокой плотности.

Рис. 6-20. Крепление кабелей в вертикальном коробе.

1 — прижимная планка; 2 — шпилька М8; 3 — киперная или изоляционная лента; 4 — кабели.

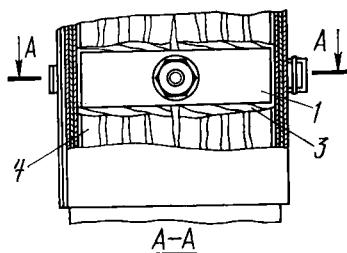
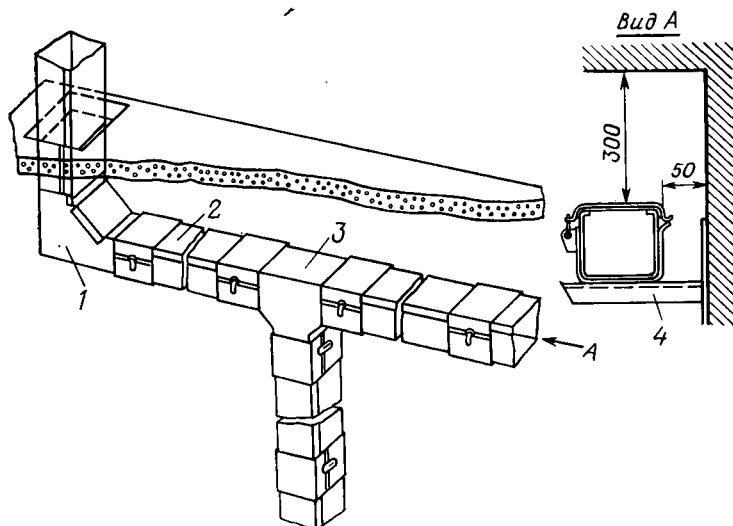


Рис. 6-21. Пример расположения трассы коробов.

1 — короб-угольник; 2 — прямой короб; 3 — короб-тройник; 4 — кронштейн.



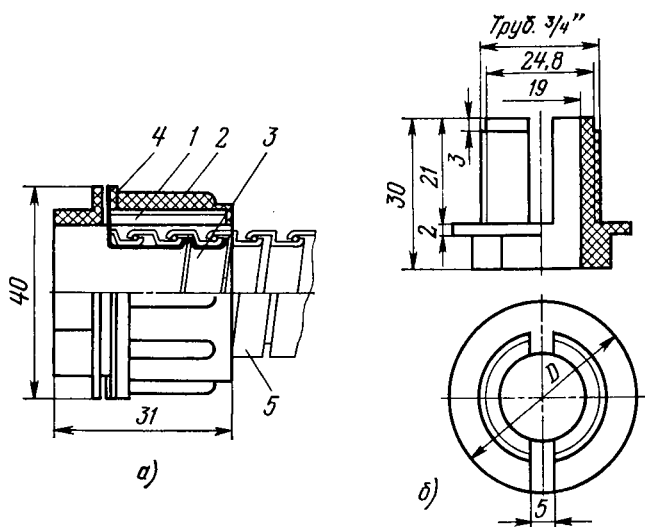


Рис. 6-22. Соединитель короба с металлорукавом, $D_y=15$ мм.

a — общий вид; 1 — корпус; 2 — гайка; 3 — втулка; 4 — шайба; 5 — металлический рукав; *б* — корпус (деталь 1).

Если из металлического рукава $D_y=12, 15$ или 18 мм кабель вводится в водогазопроводную защитную трубу $D_y=15, 20$ или 25 мм, то присоединение к последней производится с помощью аналогичного соединителя [19].

г) Прокладка проводов, кабелей и труб в защитных трубах

В защитных трубах чаще всего прокладывают изолированные и термоэлектродные (компенсационные) провода, а также пневмокабели и пластмассовые трубы. Реже защитные трубы применяют для прокладки кабелей.

Защитные трубы предохраняют проводки от механических повреждений и позволяют сократить длину линий.

Защитные трубы можно прокладывать открыто, по стенам и конструкциям зданий и агрегатов. При этом не следует располагать защитные трубы вплотную к неутепленным кровлям отапливаемых помещений.

Электрические линии, проложенные в защитных трубах, должны быть разбиты на участки, начинающиеся и заканчивающиеся соединительными и протяжными

коробками или электрофитингами. Каждый участок должен иметь не больше двух или, как исключение, трех пологих поворотов. Радиус изгиба при открытом расположении трубы должен быть не меньше четырех, а при закрытом — не меньше десяти наружных диаметров трубы. Длина участка, имеющего один поворот, не должна превышать 50 м, при двух поворотах — 40 м, а при трех — 20 м.

В местах перехода с одного вида электрических линий на другой, например с термоэлектродных проводов на обычные, устанавливаются соединительные коробки с коммутационными зажимами (рис. 6-23). Герметичность соединения между крышкой и корпусом коробки достигается путем установки резиновой прокладки.

Вместо соединительных могут применяться сварные и проходные (протяжные) коробки, не имеющие коммутационных зажимов (рис. 6-24). Такие коробки применяются не только для разветвления проводов, но также для облегчения процесса затяжки кабелей и проводов в трубы. Присоединение защитной трубы к протяжной или соединительной коробке может быть осуществлено либо на сварке (рис. 6-24), либо с помощью штупера с резьбой (рис. 6-25).

В качестве проходных и протяжных коробок могут быть использованы литые металлические коробки — электрофитинги. Такие электрофитинги стандартизованы, и их принято называть «коробки соединительные для электропроводок» (ГОСТ 16959-71). Коробки изготавливаются из чугуна или из алюминиевых и других сплавов.

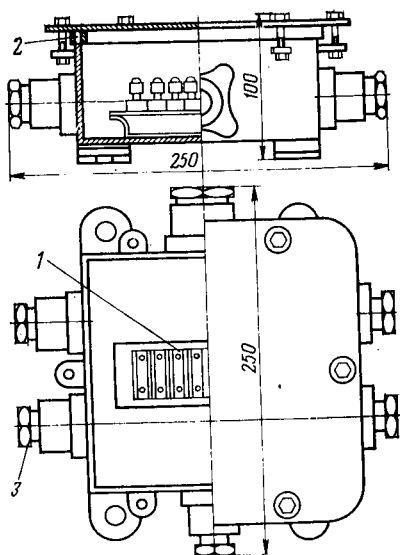


Рис. 6-23. Соединительная коробка с коммутационными зажимами.
1 — зажимы; 2 — резиновая прокладка;
3 — сальниковые вводы.

Провода, проложенные в защитных трубах, смонтированных вертикально или под углом 45° к горизонтали, при длине вертикального участка более 20 м, должны быть закреплены в протяжных коробках или электрофитингах.

Концы защитных труб должны снабжаться специальными пластмассовыми втулками, предохраняющими изоляцию проводов и кабелей от повреждения. Втулки устанавливаются перед протягиванием проводов через трубы.

В качестве защитных обычно применяют стальные легкие водогазопроводные трубы, соединяемые на

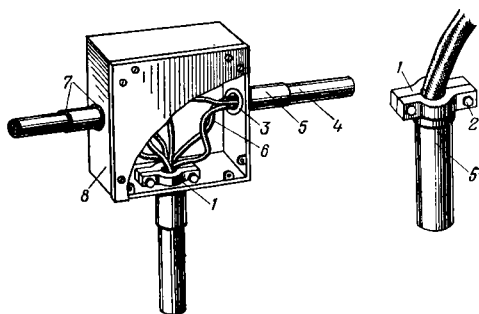


Рис. 6-24. Протяжная (переходная) коробка проводов из вертикальной защитной трубы.

1 — зажим; 2 — болт зажима; 3 — защитная втулка; 4 — защитная труба; 5 — патрубок стальной; 6 — провода; 7 — сварной шов; 8 — протяжная коробка.

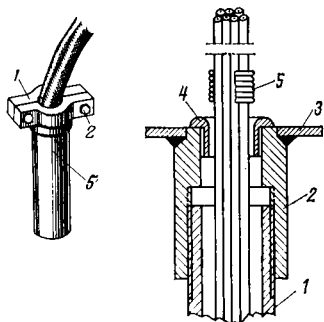


Рис. 6-25. Ввод пучка проводов из защитной трубы в коробку.

1 — труба; 2 — корпус сальника; 3 — стенка коробки; 4 — защитная втулка; 5 — бандаж.

резьбе, втулках или специальных клиновых муфтах. Сварка защитных труб встык не допускается, так как в этом случае внутри трубы могут остаться наплывы от сварки. На каждом участке трубопровода должно иметься по крайней мере одно соединение с удлиненной резьбой на сгон или какое-либо другое соединение, допускающее разборку линии.

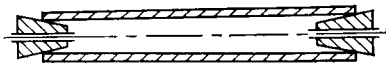
Внутренний диаметр d защитных труб должен быть равен или больше $1,5D$ (D — наружный диаметр провода, пучка проводов или кабеля). Трубы, прокладываемые скрыто, должны иметь внутренний диаметр не менее 20 мм. Защитные трубы с диаметром условного прохода более 50 мм обычно не применяются, так как это усложняет монтажные работы.

Защитные трубопроводы крепятся по правилам крепления трубных проводок. Расстояние между креплениями открыто проложенных труб на горизонтальных и на вертикальных участках не должны превышать:

Для труб диаметром D_y до 20 мм	2,5 м
Для труб $D_y=40$ мм	3 м
Для труб $D_y=50$ мм	4 м

Защитные трубы должны быть закреплены на расстоянии не более 0,3 м от соединительных и протяжных коробок и не более 0,8 м от приборов. Гибкие метал-

Рис. 6-26. Схема подготовки трубы для вдувания талька.



лические рукава закрепляются через 0,5—0,75 м. Допускается приварка защитных труб к металлическим конструкциям здания.

При переходах электрических проводок в защитных трубах из отапливаемых помещений в неотапливаемые возможно образование конденсата. Трубы для стока конденсата прокладываются с уклоном не менее 1:100. Водоотводное устройство может быть выполнено в виде устройства для отвода конденсата с водяным затвором по типу приведенного на рис. 5-2.

При прокладке должна быть обеспечена компенсация температурных удлинений защитных труб. Провода и кабели укладываются с запасом по длине и присоединяются к переходным коммутационным зажимам без натяжений.

Перед затяжкой проводов и кабелей трубы должны быть очищены и продуты сжатым воздухом. Температура продуваемого воздуха должна быть выше температуры труб, чтобы избежать отпотевания поверхности труб.

После продувки в трубы вдувают тальк, уменьшающий трение при протягивании проводов. Для этого оба конца трубы закрывают деревянными пробками с небольшим отверстием. Тальк вдувают при помощи мехов через одно из отверстий. Второе отверстие в это время остается открытым (рис. 6-26).

Наружную поверхность проводов или кабеля также натирают тальком. Применять вместо талька мыло или

минеральное масло не разрешается, так как это ухудшает электрическую изоляцию проводов (кабелей).

Для затягивания проводов и кабелей в трубы применяется стальная проволока или трос, предварительно пропущенный через участок трубопровода. Концы проводов или кабелей перед протягиванием скручиваются на длине 0,2—0,3 м и связываются в пучок бандажами.

По окончании протягивания проводов или кабеля концы труб уплотняются на глубину не менее их внутреннего диаметра. Для уплотнения применяют шнуры, пропитанные битумом или специальными кабельными массами, и кабельную замазку.

д) Прокладка кабелей в земле

Кабели устройств контроля и управления прокладываются между отдельными производственными зданиями обычно в каналах или туннелях и очень редко непосредственно в земле. Для прокладки намечают кратчайшее направление трассы. При этом необходимо учитывать возможность изменения планировки территории и постройки новых зданий.

Участки с землей, пропитанной щелочами или кислотами или содержащей гниющие остатки, известь, золу, а также участки, подверженные вибрации и т. п., трасса должна обходить. Предельно допустимый подъем для кабелей, проложенных в земле, составляет 0,3 м на 1 м длины трассы.

Основные приемы техники прокладывания кабелей в земле изложены в [13, 19].

е) Маркировка электрических линий

Кабели, пучки проводов, защитные трубы, соединительные и протяжные коробки и муфты, а также жилы кабелей у контактов приборов, в щитах, пультах и в соединительных коробках маркируются в соответствии с проектом.

Кабели должны иметь маркировочные бирки в местах изменения направления прокладки, с обеих сторон проходов через стены и перекрытия, у соединительных коробок и в концевых заделках. Защитные трубопроводы маркируются в местах окончания их в пределах каждого помещения. Пучки проводов маркируются в местах изменения направления или при переходе в другое помещение.

Для маркировки проводов и отдельных жил кабелей применяют маркировочные оконцеватели. Для маркировки кабелей, труб и пучков проводов применяют нормализованные маркировочные бирки. Применение временных бирок запрещается.

а) Общие положения

Для кабелей, проложенных в земле, применяют бирки из пластмассы с гравированными маркировочными знаками. В остальных случаях знаки могут быть нанесены на бирках несмываемой краской.

6-4. КОНЦЕВЫЕ ЗАДЕЛКИ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

Концевые заделки в значительной мере определяют качество электрических проводов.

Концевые заделки кабелей и проводов выполняются в местах подвода их к щитам, пультам, соединительным коробкам, приборам и другим средствам АСУ ТП.

Концевая заделка включает разделку кабелей и проводов с последующей их заделкой.

При разделке жилы кабелей и проводов освобождаются от наружных покровов, брони, оболочки и поясной изоляции. Последующая заделка включает в себя герметизацию оболочек, изолирование жил, присоединение заземляющих проводов к броне и металлическим оболочкам, электрическое оконцевание и маркировку жил.

Концевые заделки могут быть сухими, в воронках или с применением эпоксидного компаунда. При сухой заделке применяются изоляционные трубки, ленты и лаки без заливочных составов. При заделке в воронках их вместе с участком кабеля заливают специальными составами. При заделке эпоксидным компаундом расплавленную массу заливают в металлическую или картонную форму, удаляемую после затвердевания компаунда. В помещениях обычно применяются сухие концевые заделки.

Концевые заделки выполняют после окончания прокладки и крепления кабелей и проводов. Заделки, производимые вне помещений, должны выполняться в палатках, обогреваемых в холодное время года. При концевой заделке кабелей перерывы до полного окончания работ не допускаются во избежание проникновения влаги под обмотку или изоляцию.

Бумажная изоляция кабелей перед концевой заделкой или соединением проверяется на влажность. Проверке подлежит поясная изоляция, прилегающая к металлической оболочке, и изоляция жил. Для проверки куски изоляции отрезают и погружают их в парафин или заливочный состав, нагретый до температуры 150°C. Наличие влаги определяется по легкому потрескиванию и выделению пены.

Образцы изоляции нельзя брать пальцами, так как бумага может впитать влагу. При наличии влаги кабель должен быть просушен.

Работа по концевым заделкам завершается электрическим оконцеванием и маркировкой жил.

Электрическое оконцевание заключается в подготовке жил кабелей и проводов к соединению между собой, со сборками зажимов или с контактами приборов (см. ниже).

Маркировка, или маркировочное оконцевание, — закрепление на жилах оконцевателей или бирок с нанесенными на них маркировочными знаками, позволяющими произвести правильное подключение.

б) Заделки кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией жил

Концевые заделки кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией жил могут быть выполнены сухими или с применением воронок.

Сухие заделки выполняют с защитой резиновой изоляции от старения найритовым лаком или при помощи поливинилхлоридных трубок. Старение резиновой изоляции является результатом соприкосновения ее с кислородом воздуха, действия повышенной температуры и света, а также увеличенных напряжений резины в местах изгиба жил.

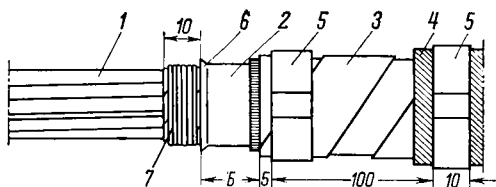


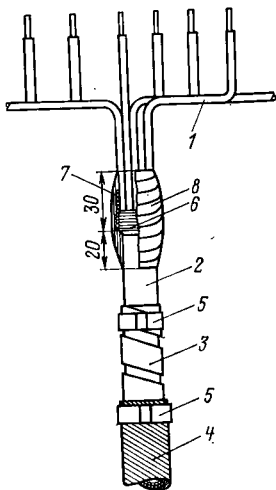
Рис. 6-27. Разделка кабеля в металлической оболочке.

1 — жилы в заводской изоляции; 2 — оболочка кабеля; 3 — броня; 4 — наружный покров; 5 — бандаж из бронеленты или проволоки; 6 — отбортовка оболочки; 7 — бандаж из крученных ниток; B=40 мм (для сухих заделок); B=15 мм (для заделок в воронке); B=60 мм (для заделок с эпоксидным компаундом).

Приступая к операциям по концевым заделкам, сначала производят разделку кабеля. Длина участка кабеля, подлежащего разделке, должна быть на 100 мм больше расстояния до наиболее удаленного контакта (для оконцевания и присоединения жил к контактам). На наружный покров и броню накладывают бандаж шириной 10—12 мм из стальной ленты или оцинкованной прово-

Рис. 6-28. Сухая концевая заделка кабеля с жилами в резиновой изоляции с применением найритового лака.

1 — жила в резиновой изоляции, защищенной найритовым лаком; 2 — оболочка; 3 — броня; 4 — наружный покров; 5 — бандаж из бронеленты или проволоки; 6 — бандаж из крученых ниток; 7 — бандаж из крученого шпагата; 8 — бандаж из поливинилхлоридной ленты на корешке разделки.



локи диаметром 1 мм. Металлическая оболочка кабеля отбортовывается до увеличения наружного диаметра на 2—3 мм. На поясную изоляцию накладывается однорядный бандаж из крученых ниток (рис. 6-27).

При концевой заделке с применением найритового лака (рис. 6-28) жилы кабеля разводят в стороны «метелочкой». Торцев оболочку кабеля, обмотку и жилы на длине 10—15 мм от выхода из-под оболочки обильно покрывают лаком при помощи кисти. После этого жилы сводят вместе. На обмотку и жилы накладывают бандаж из крученого шпагата $\varnothing 1$ мм, шириной 20 мм. Бандаж покрывают найритовым лаком. Тем же лаком покрывают изоляцию всех жил кабеля. Корешок разделки обма-

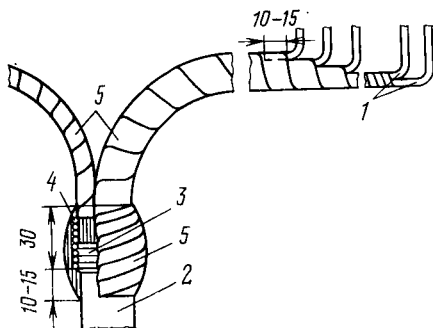


Рис. 6-29. Сухая концевая заделка кабеля с жилами в резиновой или пластмассовой изоляции с применением поливинилхлоридных трубок.

1 — жилы в поливинилхлоридных трубках; 2 — оболочка; 3 — бандаж из крученых ниток; 4 — бандаж из крученого шпагата; 5 — обмотка поливинилхлоридной лентой.

тывают тремя — пятью слоями липкой поливинилхлоридной ленты. Не менее чем через 1/2 ч (желательно через сутки) поверхности, покрытые найритовым лаком, припудривают тальком.

При поливинилхлоридной изоляции жил защита ее найритовым лаком или другими средствами не требуется. Корешок разделки на длине 15—20 мм от среза заполняют поливинилхлоридным заполнительным лаком

№ 2. Бандаж из крученого шпагата перед обмоткой липкой лентой пропитывают поливинилхлоридным покровным лаком № 1.

При концевой заделке с применением поливинилхлоридных трубок их натягивают на жилы кабеля (рис. 6-29). Внутренний диаметр трубок должен быть на 0,4—1 мм больше диаметра жилы в изоляции. Перед надеванием на жилы трубки срезают под углом около 30°. Корешок разделки заполняют лаком № 2. Затем накладывают бандаж из крученого шпагата. Бандаж покрывают лаком № 1 и обматывают липкой поливинилхлоридной лентой.

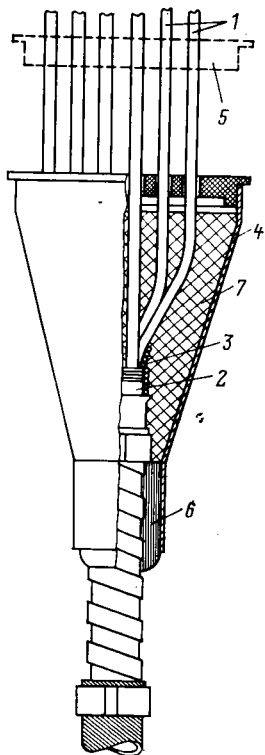


Рис. 6-30. Концевая заделка кабеля с резиновой или пластмассовой изоляцией в воронке.

1 — жилы в поливинилхлоридных трубках; 2 — обмотка кабеля с бандажом из крученых ниток; 3 — бандаж из крученого шпагата; 4 — воронка; 5 — крышка воронки; 6 — подмотка из просмоленной ленты; 7 — парафин.

Концевая заделка кабелей может осуществляться также в воронки, изготовляемые из кровельной стали или из пластмассы (рис. 6-30). Вначале воронку сдвигают вдоль кабеля, чтобы не мешать последующим операциям. На жилы кабеля надевают поливинилхлоридные трубки и пропускают их в отверстия крышки воронки. Конец брони обматывают просмоленной лентой так, чтобы горловина воронки могла плотно сесть на подмотку. Из крученого шпагата диаметром 1 мм накладывают бандаж, перекрывающий поясную изоляцию и пучок жил в поливинилхлоридных трубках. Затем воронку надвигают на подмотку и закрепляют к стене или к иной опоре. После прогрева воронки паяльной лампой в нее заливают разогретый до температуры 60°C парафин и закрывают воронку крышкой.

в) Заделка кабелей с бумажной изоляцией жил

Контрольные кабели и кабели управления с бумажной изоляцией жил не изготавливают. Такую изоляцию имеют лишь некоторые разновидности силовых кабелей.

Концевые заделки кабелей с бумажной изоляцией жил выполняются:

сухими, с применением поливинилхлоридных трубок, лент и лаков;

в воронках с заливкой битумными компонентами;

с применением эпоксидного компаунда.

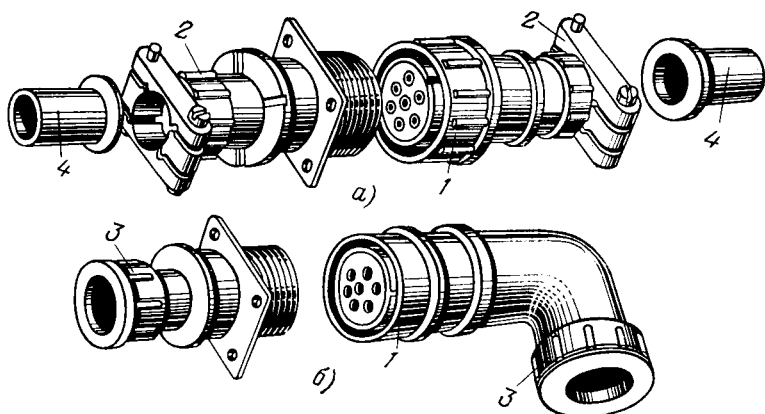


Рис. 6-31. Общий вид штепсельного разъема серии 2RM.

а — для неэкранированного кабеля; *б* — для экранированного кабеля с угловым патрубком; *1* — соединительная накидная гайка; *2* — гайка с прижимом для неэкранированного кабеля; *3* — экранирующая гайка; *4* — резиновая уплотнительная втулка.

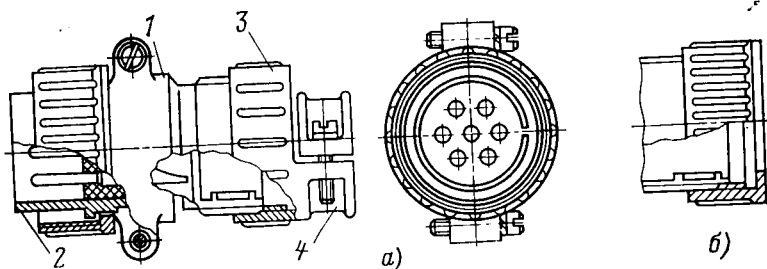
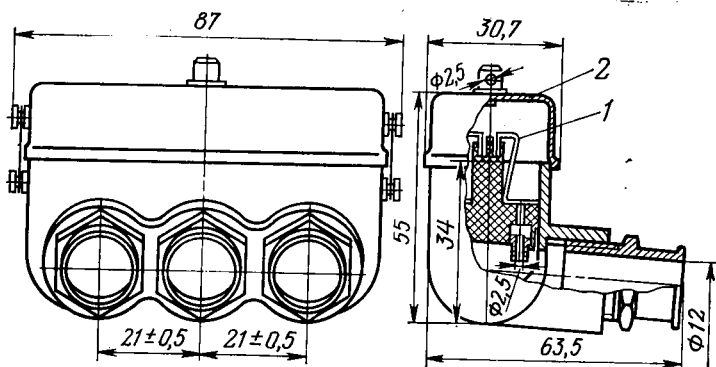


Рис. 6-32. Одна половина штепсельного разъема серии 3PR.

а — для неэкранированного кабеля; *б* — экранирующая гайка для экранированного кабеля; *1* — патрубок разъема прямой; *2* — корпус разъема с контактами; *3* — неэкранирующая гайка; *4* — прижим.



Вид без заглушки 2

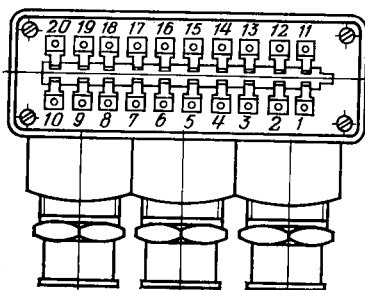


Рис. 6-33. Вилка двадцатиконтактного углового штепсельного разъема серии А.

1 — пружинный контакт; 2 — заглушка (крышка), при соединении снимается.

Изоляция кабеля предварительно проверяется на влажность. После этого кабель разделяется так же, как и кабель с резиновой или с пластмассовой изоляцией жил.

Общий порядок заделки кабелей с бумажной изоляцией изложен в [13 и 19].

г) Заделки кабелей в штепсельные разъемы

Существуют четыре основные серии штепсельных разъемов: ШР, Р, 2РМ и А. Герметичные разъемы обозначаются соответственно: ШРГ, РГ и 2РМГ и проходные (т. е. для соединения через металлическую стенку-переборку) герметичные: ШРГП, РГП и 2РМГП.

Конструкции разъемов серии Р предусматривают присоединение кабелей и проводов к приборам, остальные — соединение кабелей между собой. Разъемный контакт осуществляется у разъемов серий ШР, Р и 2РМ (рис. 6-31 и 6-32) с помощью штырей (вилки) и гнезд

(розеток), а у разъемов серии А — пружинными и неподвижными контактами (рис. 6-33 и 6-34).

Штепсельные разъемы серий ШР, Р и 2РМ соединяются при помощи накладной гайки с левой резьбой. Для сборки штепсельных разъемов серий ШР и 2РМ применяются специальные ключи и отвертки. Разъемы серии

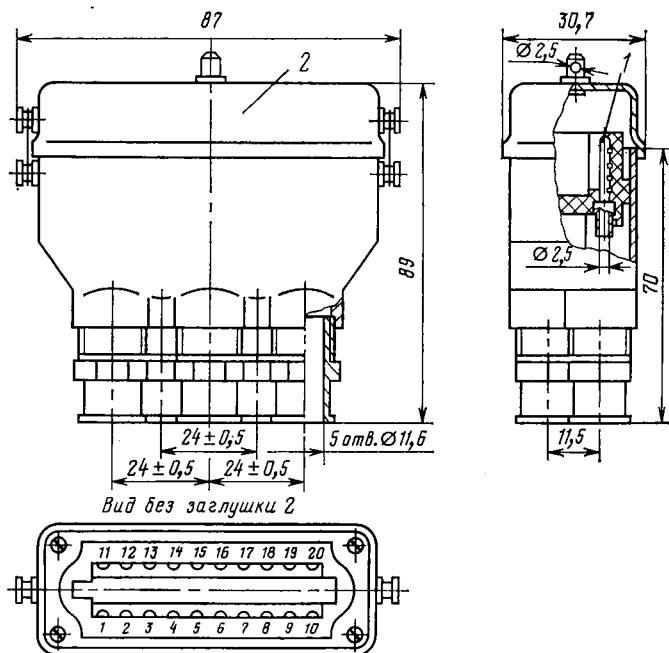


Рис. 6-34. Гнездо двадцатиконтактного прямого штепсельного разъема серии А.

1 — цилиндрические неподвижные контакты; 2 — заглушка (крышка), при соединении снимается.

А рассчитаны в основном на неэкранированные кабели небольших наружных диаметров (до 12 мм). Если наружный диаметр кабеля или пакета проводов больше, то жилы кабелей или пакет проводов разделяются на 2—3 потока.

Штепсельные разъемы (табл. 6-4) рассчитаны на рабочее напряжение 400—500 В при частоте до 1000 Гц.

Во всех штепсельных разъемах жилы кабелей соединяются с контактными парами посредством пайки оло-

ют поливинилхлоридную муфту (рис. 6-35,в) либо выполняют обмотку из трех слоев поливинилхлоридной ленты. В местах обреза изоляции провода надевают поливинилхлоридную муфточку. Электрическое окончание жил кабелей и проводов выполняется в виде штыря, кольца, пистона или наконечника.

Медные жилы сечением до 1 мм^2 заканчиваются штырем (рис. 6-36,а) для присоединения к контактам, пай-

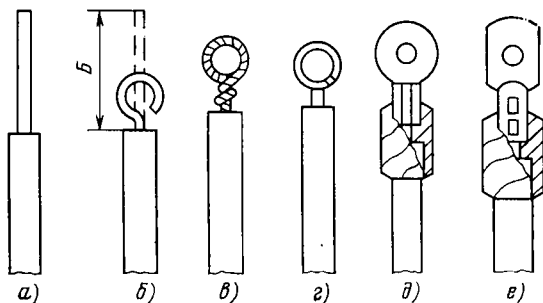


Рис. 6-36. Электрическое окончание жил проводов и кабелей.

а — штырем; б — кольцом для однопроволочных жил; в — кольцом для многопроволочных жил; г — в пистоне; д — наконечником на пайке; е — наконечником с опрессовкой.

кой или наконечником для присоединения винтом. Медные жилы из одной проволоки сечением $1\text{—}6 \text{ мм}^2$ и алюминиевые сечением $2,5\text{—}10 \text{ мм}^2$ оконцовываются штырем или кольцом без полуды. Многопроволочные медные жилы сечением до $2,5 \text{ мм}^2$ готовят в виде штыря или кольца, облуживают или опрессовывают пистонами. На концы однопроволочных и многопроволочных жил больших сечений надевают наконечники, закрепляемые на жилах пайкой или опрессовкой (рис. 6-36).

Для облуживания и пайки медных жил применяют припой марки ПОС-30 с содержанием 30% олова со спирто-канифольным флюсом или с канифолью.

При подготовке кольца конец однопроволочной жилы освобождают от изоляции на длине, зависящей от диаметра контактного винта:

Тип винта	МЗ	М4	М5	М6
Длина Б (рис. 6-36,б), мм	14	17	21	25

Маркировка жил оконцевателями, как правило, производится до электрического окончевания. В простейшем

случае для маркировки применяют поливинилхлоридные муфты длиной 20—30 мм из трубок белого цвета. Применяют также пластмассовые оконцеватели, изоляционные наконечники, маркировочные манжеты и различные бирки.

6-5. СОЕДИНЕНИЯ КАБЕЛЕЙ И ПРОВОДОВ

а) Виды соединений

Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией жил допускается соединять между собой в соединительных коробках, муфтах или при помощи штепсельных разъемов. При открытой прокладке кабелей применяют поливинилхлоридные, резиновые или свинцовые муфты. Соединения в земле выполняют в чугунных муфтах. Кабели с бумажной изоляцией жил соединяются только в муфтах: свинцовых — при открытой прокладке и чугунных — в земле.

Провода можно соединять между собой в соединительных коробках или в протяжных устройствах.

Соединение кабелей и проводов должно обеспечивать надежный электрический контакт соединяемых жил, электрическую изоляцию жил по отношению к соседним жилам и к земле (изоляция должна быть не хуже, чем в целых местах кабелей и проводов); надежную герметизацию соединяемых концов от проникновения влаги и вытекания пропиточного состава (у кабелей с бумажной изоляцией).

б) Соединения жил кабелей и проводов

Отдельные жилы соединяются пайкой, опрессовкой или электросваркой (рис. 6-37). Жилы сечением 4 мм² и более соединяются с помощью гильз (рис. 6-37,б) следующих размеров:

Сечение жил, мм ²	4	6	10
Диаметр гильзы, мм	3	3,5	4,5
Длина гильзы, мм	30	35	40

Для пайки медных жил применяют припой ПОС-30 и бескислотные флюсы. В соединительных гильзах жилы припаивают через пропилы. Для пайки алюминиевых жил применяют припой марки А или Б. Соединение электросваркой производится путем контактного разогрева жил током напряжением 6—12 В.

в) Соединение кабелей в поливинилхлоридных и резиновых муфтах

Поливинилхлоридные и резиновые муфты применяют для соединения кабелей с пластмассовыми и резиновыми оболочками (рис. 6-38).

Для изготовления муфт используются поливинилхлоридные трубы с толщиной стенки 1—2 мм, резиновые шланги и трубы с толщиной стенки 2 мм и более. Внутренний диаметр муфты должен быть на 4—5 мм больше

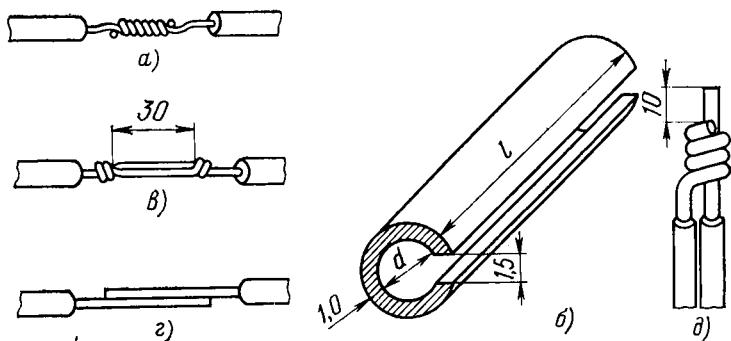


Рис. 6-37. Подготовка к соединению жил проводов и кабелей.

а — скрутка медных жил сечением до 2,5 мм² перед пайкой; б — гильзы для соединения пайкой; в — скрутка алюминиевых жил перед пайкой; г — жилы перед обмоткой лентой для опрессовки; д — навивка жил перед электросваркой.

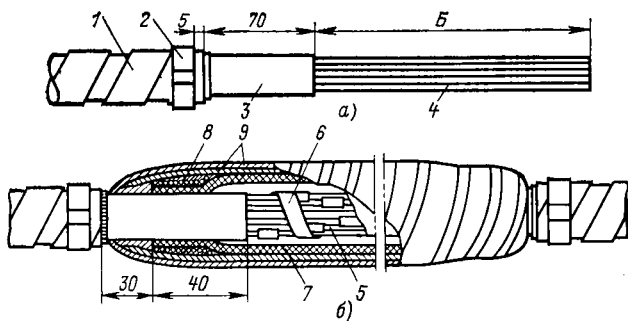


Рис. 6-38. Соединение кабелей в поливинилхлоридных и резиновых муфтах.

а — разделка кабеля; б — общий вид соединения; 1 — броня; 2 — бандаж; 3 — оболочка; 4 — жилы в заводской изоляции; 5 — жила с изоляционной трубкой в месте соединения; 6 — киперная лента; 7 — муфта; 8 — бандаж из крученого шпегата; 9 — поливинилхлоридная лента.

наружного диаметра брони или оболочки небронированного кабеля.

Длина B оголенных жил в зависимости от их количества составляет:

Количество жил, шт . . .	До 4	6—10	14—19	24—37
B , мм	150	200	250	300

Длина муфты должна быть на 80 мм больше длины B .

Общий порядок операций по соединению кабелей изложен в [13, 19].

г) Соединение кабелей в свинцовых муфтах

Свинцовые муфты применяются для соединения кабелей со свинцовой или алюминиевой оболочкой, с резиновой или бумажной изоляцией (рис. 6-39).

Муфты изготавливаются из труб или из листового свинца толщиной 2—3 мм. При изготовлении из листа продольный шов пропаивают припоем марки ПОС-30 со старинном. Внутренний диаметр муфты должен быть на 25—30 мм больше наружного диаметра металлической оболочки кабеля.

При разделке конца кабеля металлическую оболочку отбортовывают. Длину B оголенных жил выбирают по приведенным выше данным для кабелей с пластмассовыми и резиновыми оболочками.

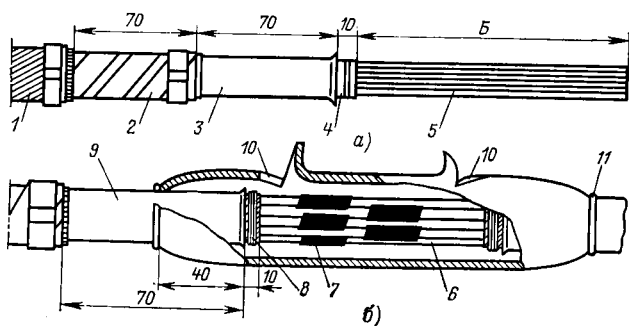


Рис. 6-39. Соединение кабелей в свинцовой муфте.

a — разделка кабеля; b — общий вид соединения; 1 — джутовый покров; 2 — броня; 3 — металлическая оболочка; 4 — поясная изоляция или обмотка с бандажом из крученных ниток; 5 — жилы, освобожденные от заводской изоляции; 6 — жилы заводской изоляции; 7 — изоляция мест соединения жилы; 8 — поясная изоляция или обмотка с бандажом; 9 — оболочка; 10 — треугольные отверстия в муфте; 11 — сварочный шов.

После соединения жил и припайки муфты к кабелю [19] муфту заливают через одно из треугольных отверстий парафином при температуре 55—60°C для кабелей с резиновой изоляцией или битумным заливочным составом — для кабелей с бумажной изоляцией. Перед заливкой муфту прогревают паяльной лампой. После остывания заливочный состав доливают до заполнения всего объема муфты.

Треугольные язычки отверстий отгибают на место и запаивают припоем ПОС-30.

д) Соединение кабелей в чугунных муфтах

Для соединения в земле контрольных и силовых кабелей применяют чугунные муфты.

Для кабелей с числом жил до 24 применяются чугунные муфты типа М-40, а для кабелей с большим числом жил — муфты типа М-50 (рис. 6-40):

	Муфта М-40	Муфта М-50
А, мм	125	135
Б, мм	240	360

После соединения [19] муфту через верхнюю крышку заливают парафином или битумным составом в той же последовательности, как и для свинцовых муфт. Перед заливкой муфту прогревают до температуры 55—60°C паяльной лампой. Заливку производят в несколько приемов: сначала заливают полностью жилы, а после остывания и усадки производят дополнительно одну-две заливки.

После остывания муфты крышку закрывают. Швы, болты и места входа кабелей покрывают горячим заливочным составом. Муфты,

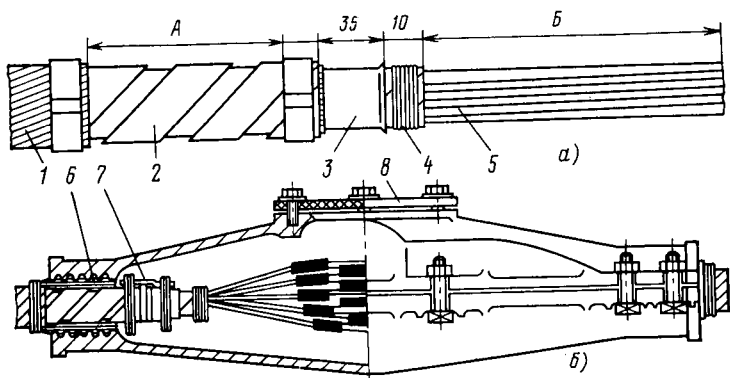


Рис. 6-40. Соединение кабелей в чугунных муфтах.

а — разделка кабеля; б — общий вид соединения; 1 — джутовый покров; 2 — броня; 3 — оболочка; 4 — поясная изоляция или обмотка с бандажом из крученых ниток; 5 — жилы в заводской изоляции; 6 — уплотнительная подмотка из смоляной ленты; 7 — заземляющие проводники; 8 — крышка.

устанавливаемые открыто, окрашивают каменноугольным лаком. К шейке муфты оцинкованной проволокой привязывают маркировочную бирку.

6-6. ЗАЗЕМЛЕНИЕ И ЗАНУЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

а) Общие положения

По строительным нормам и правилам [15] и временной инструкции по монтажу защитного заземления электроустановок систем автоматизации ВСН 296-72/ММСС СССР* заземление и зануление электроустановок выполняются:

во всех случаях при напряжении 500 В и выше;

при напряжениях выше 36 В переменного тока и 110 В постоянного тока в случае прокладки в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и при наружной установке.

Заземление или зануление применяется в зависимости от способа заземления нейтрали в сети. Выполнять в одной и той же сети зануление для одних аппаратов электрооборудования и заземление для других не разрешается. Приборы и средства АСУ ТП обычно заземляются через имеющийся на объекте заземляющий контур.

При заземлении между защищаемым предметом и землей создается столь малое электрическое сопротивление, что параллельное присоединение человека к цепи не вызывает протекания через него тока, значение которого угрожало бы его здоровью и жизни.

Заземлению и занулению подлежат электродвигатели, трансформаторы, выпрямители, электрические исполнительные механизмы, корпуса преобразователей (датчиков) и отдельно стоящие приборы, щиты и пульты, металлические защитные трубы, лотки, короба, броня и металлическая оболочка кабелей и кабельных муфт. Корпуса соединительных и протяжных коробов заземляются при вводе в них небронированных кабелей с неметаллическими оболочками. Корпуса коробов, соединенные с металлическими защитными трубами (при наличии между ними электрического контакта), дополнительному заземлению не подлежат. Кабельные конструкции не заземляются в тех случаях, если по ним

* В инструкции приведено много иллюстраций.

проложен кабель в броне или в металлической оболочке. Корпуса измерительных приборов, реле и аппаратов, установленных на щитах и пультах, отдельно не заземляются.

Броня и металлическая оболочка кабелей соединяются вместе и заземляются на каждом конце кабеля. Если изоляция жилы кабеля будет пробита «на землю», то при отсутствии соединения между броней и оболочкой последняя может быть в нескольких местах разрушена током короткого замыкания. При прокладке в траншеях кабели специально не заземляются. Выполняется только электрическая перемычка между оболочкой и броней.

Броня и свинцовая оболочка кабелей, вводимые в коробки, должны иметь надежное электрическое соединение с корпусом коробки.

Каждый заземляемый элемент присоединяют к заземляющей магистрали отдельным проводом. Последовательное соединение нескольких заземляемых элементов запрещается, иначе при временном демонтаже одного из элементов установки остальные действующие элементы могут оказаться отсоединенными от заземляющей магистрали.

Некоторые из элементов трубных соединений (например, прокладки) могут нарушить электрический контакт между соединенными частями. В таких случаях предусматривается установка жестких или гибких проводящих перемычек, закрепляемых по обе стороны места нарушения контакта сваркой или облуженными хомутами.

б) Присоединение заземляющих проводников

В качестве заземляющих проводников используются металлические конструкции зданий и устройств производственного назначения: подкрановые пути, каркасы, площадки, шахты лифтов и т. п.; металлические трубопроводы разного назначения (применять в качестве заземляющих проводников теплофикационные трубопроводы и линии горючих и взрывоопасных сред запрещается); металлические оболочки кабелей.

Заземляющие проводники должны быть надежно соединены с устройствами заземления. Минимальные размеры заземляющих проводников приведены в табл. 6-5.

**Минимальные размеры специальных стальных
заземляющих проводников**

Место установки	Характеристика проводника				
	Круглые d , мм	Прямоугольные		Из угловой стали с толщиной поло- сы, мм	Из трубы с толщи- ной стен- ки, мм
		S , мм ²	δ , мм		
В зданиях	5,0	24	3,0	2,0	2,5
В наружных устройствах	6,0	48	4,0	2,5	2,5
В земле	6,0	48	4,0	4,0	3,5

Оголенные медные заземляющие проводники при открытой прокладке должны иметь сечение не менее 4 мм², а изолированные — не менее 1,5 мм².

В нулевом проводе, используемом для заземления, запрещается устанавливать предохранители, выключатели или другие разъединяющие устройства.

Заземляющие и зануляющие проводники должны быть доступны для осмотра и защищены от механических повреждений и химических воздействий. Лучше все-

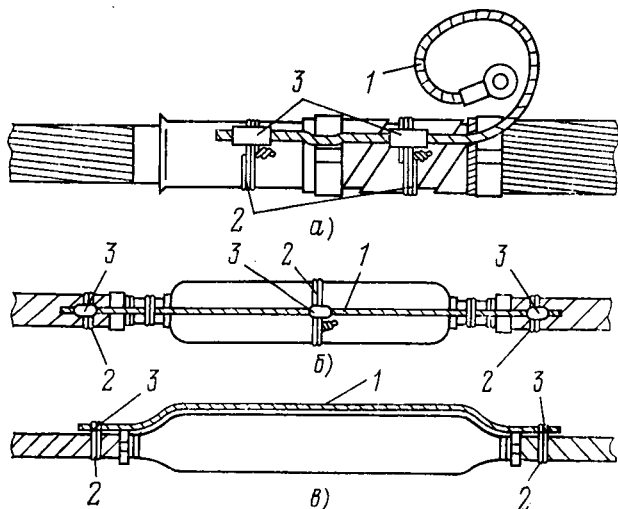


Рис. 6-41. Присоединение заземляющих проводников у кабелей.

a — при концевых заделках и соединениях в чугунной муфте; *б* — при соединении в свинцовой муфте; *в* — при соединении в поливинилхлоридной или резиновой муфте; 1 — заземляющий проводник; 2 — бандаж; 3 — пайка.

го соединять заземляющие проводники на сварке. Допускаются также болтовые соединения с облуживанием соединяемых поверхностей. В земле допускаются только соединения, выполненные сваркой внахлестку.

В сырых помещениях заземляющие проводники прокладывают на расстоянии не менее 10 мм от стен для уменьшения корродирующего воздействия агрессивного конденсата. Заземляющие проводники прокладываются через стены в открытых проемах или в трубах. Открыто проложенные проводники, а также все конструкции сети заземления (кроме нулевых проводов) окрашивают в фиолетовый цвет.

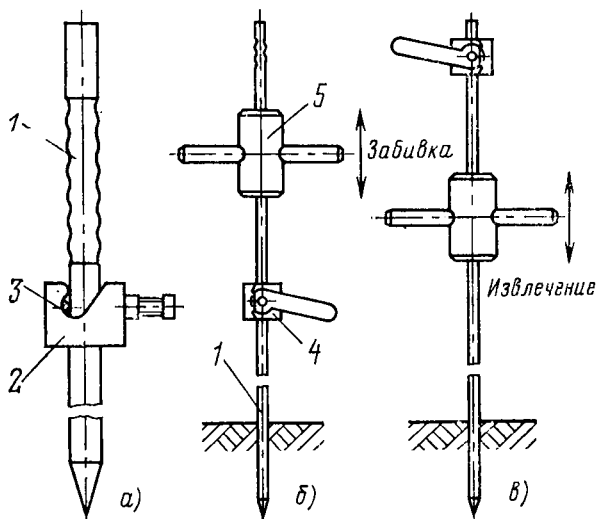


Рис. 6-42. Стержневой заземлитель.

а — рабочее положение; б — забивка и в — извлечение стержня.

Присоединение заземляющих проводников к оболочкам и броне кабелей [19] производится до наложения изолирующих обмоток на корешок разделки или надвигания воронки на разделку (рис. 6-41).

в) Заземлители

Если на объекте отсутствует заземляющий контур, то его приходится создавать специально. В качестве заземлителей обычно применяются стальные трубы, желательно оцинкованные, но неокрашенные, с условным диаметром не менее 50 мм и длиной 2,5—3 м. Допускается применение полос из угловой стали размером не менее

60×60 мм и длиной 2,5—3 м. Заземлители забивают вертикально в землю так, чтобы верх их был заглублен на 0,5—1 м.

В зависимости от качества грунта в землю забивают не менее двух заземлителей на расстоянии 2,5—3 м друг от друга. Заземлители соединяют между собой приваркой стальной ленты сечением не менее 40×40 мм на глубине 0,5—1 м под землей. Общее сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом. Сопротивление можно определить обычным измерительным мостом [19].

Для передвижных электротехнических установок разработана конструкция стержневых заземлителей, допускающих многократное (в обычных грунтах до 120 раз) их использование — забивку в грунт и извлечение из грунта. В комплект заземлителя входят: заземляющий стержень Ø 15 мм и длиной 1180—2000 мм, зажим, замок и молот, изготавливаемые по ГОСТ 16556-71.

В рабочем положении (рис. 6-42) на стержень 1 надевается зажим 2, устанавливаемый на произвольной высоте. В зажим заводится конец заземляющего проводника 3. При установке заземлителя или при его удалении вместо зажима надевают на стержень замок 4 и молот 5. Ударяя молотом по замку, производят забивку или извлечение стержня. Такие заземлители могут быть использованы как временные до установки постоянных заземлителей.

6-7. КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

а) Испытание линий

После окончания монтажа производится проверка правильности сборки электрических проводов. При проверке линии связанные с ней приборы и аппараты должны быть отсоединены. Провода и кабели остаются подключенными к сборкам зажимов щитов, пультов и соединительных коробок.

Сначала производят внешний осмотр проводов, которые должны соответствовать проекту и общим требованиям к электрическим проводкам. Затем проверяют маркировку, фазировку и полярность силовых цепей питания. Далее производят измерение электрического сопротивления изоляции всех электрических цепей и в случаях, указанных ниже, испытание на плотность защитных трубопроводов.

Маркировку линий проверяют при помощи источника постоянного или переменного тока, индуктором, при помощи телефонных трубок или используя специальные приборы и пробники.

При проверке маркировки при помощи источника постоянного тока (рис. 6-43,а) проверяемую жилу на одном конце подключают к измерительной схеме. На другом конце поочередно соединяют жилы пучка с измерительной схемой.

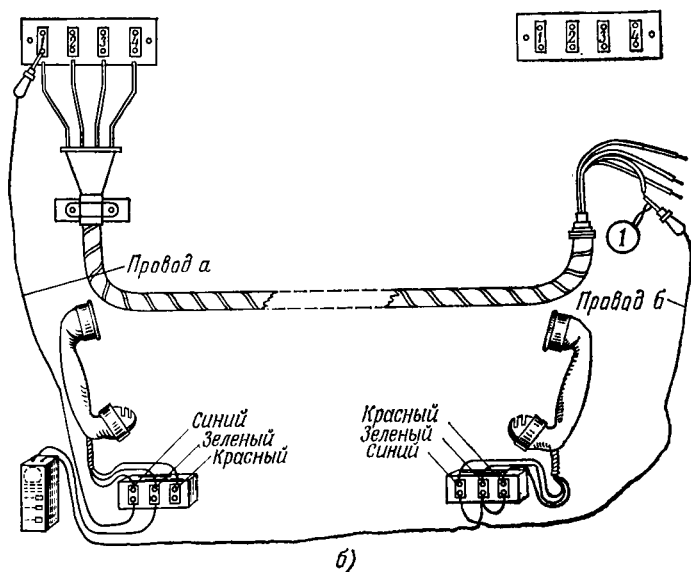
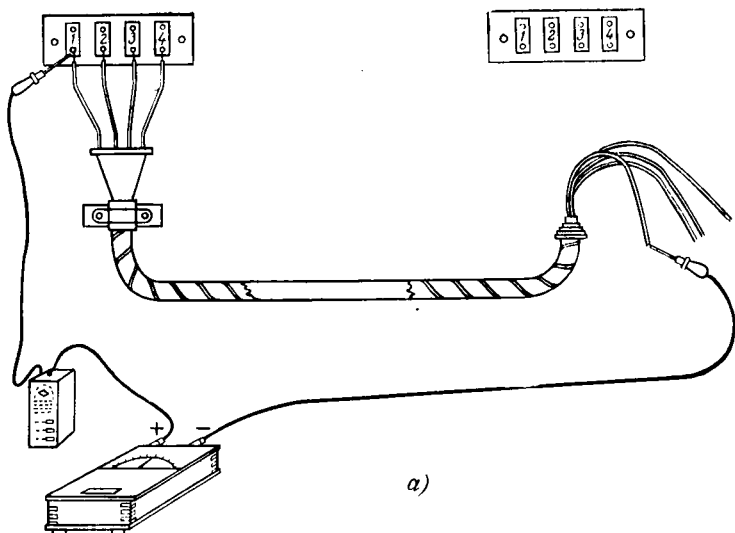


Рис. 6-43. Схемы проверки маркировки электрических линий.

а — при помощи источника постоянного тока; б — при помощи телефонных трубок.

Проверку маркировки с помощью индуктора производят по такой же схеме.

При большом расстоянии между концами линии и сложной схеме коммутации с большим количеством контролируемых проводов удобнее проверять маркировку при помощи телефонных трубок (рис. 6-43,б), обеспечивающих двустороннюю переговорную связь.

В качестве одного из проводов связи целесообразно использовать свинцовую оболочку кабеля, защитные трубы, цветную (резервную) жилу кабеля или землю. При проверке маркировки один монтажник, присоединив провод *а* к контролируемой жиле, слушает сигналы в телефонной трубке. Второй монтажник поочередно присоединяет провод *б* к противоположным концам пучка жил. Замыкание цепи через проверяемую жилу определяется по резким щелчкам, слышимым в телефонных трубках.

В качестве источника тока для питания телефонной цепи применяется батарея сухих элементов.

Фазировку и полярность цепей проверяют после определения правильности маркировки. Для этого по проектным материалам устанавливают правильность выполненных присоединений.

Защитные трубопроводы испытывают на плотность (см. § 5-7) только в случаях прокладки их во взрывоопасных помещениях.

После получения удовлетворительных результатов испытаний трубопроводов уплотнительные электрофитинги должны быть залиты соответствующим составом, а крышки электрофитингов, коробок, резьбовые пробки для спуска конденсата и т. п. должны быть опломбированы.

Результаты испытаний трубопроводов на плотность оформляются протоколами [15].

б) Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции многожильных кабелей, проводов и шнуров без металлической защитной оболочки и экрана измеряют между каждой жилой и остальными жилами, соединенными вместе. При наличии металлической защитной оболочки или экрана сопротивление измеряют между каждой жилой и защитной оболочкой или экраном, к которым должны быть подсоединены остальные жилы. Сопротивление изоляции

должно составлять не менее 1 МОм. Измерение сопротивления должно производиться по ГОСТ 3345-76 с погрешностью, не превышающей 10%.

Если сопротивление изоляции окажется меньше 1 МОм, то проводят дополнительные испытания на электрическую прочность изоляции повышенным напряжением 1000 В промышленной частоты или мегаомметром на напряжение 2500 В.

Отсчеты значений сопротивления при измерении должны быть проведены через 1 мин с момента приложения напряжения. Перед повторными испытаниями провод должен быть разряжен путем соединения металлической жилы с заземлением в течение не менее 2 мин.

При измерении сопротивления изоляции должны соблюдаться правила техники безопасности.

К акту об окончании всех работ по монтажу должны быть приложены акты об измерении сопротивления изоляции всех электропроводок [15].

в) Определение места повреждения электрических проводов

К наиболее характерным повреждениям линий относятся обрыв, заземление проводников и замыкание их между собой.

Обрыв линии. При обнаружении обрыва линии прежде всего проверяют плотность соединительных контактов. Если плотность контактов не вызывает сомнений, то надо искать обрыв в проводниках. Место повреждения определяют либо специальными приборами, например универсальным кабельным мостом, либо баллистическим гальванометром [19].

Заземление. Место заземления жил кабеля или провода можно определить при помощи схемы равновесного моста.

Замыкание проводов. Электрическое соединение отдельных жил без контакта с заземленными деталями обычно обнаруживается при контроле изоляции между отдельными жилами кабеля или пучка проводов.

Место замыкания может быть определено при помощи приборов только в тех случаях, когда переходное сопротивление в месте замыкания невелико и постоянно. Для определения места замыкания двух проводов

необходимо располагать третьим, не поврежденным проводником.

Место замыкания можно также определить при помощи равновесного моста [19].

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

УСТАНОВКА ЩИТОВ, ПУЛЬТОВ И ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

7-1. УСТАНОВКА ЩИТОВ, ПУЛЬТОВ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ КОРОБОК

а) Подготовительные и механические работы

Щиты и пульты устанавливаются после окончания всех строительных и основных отделочных работ. Должны быть также закончены работы по сооружению кабельных каналов, устройству проемов для ввода кабелей и труб, сооружению фундаментов и металлоконструкций, устройству освещения, отопления и вентиляции.

Щиты и пульты, поступающие на монтажную площадку, должны по ГОСТ 3244-68 иметь вырезы и отверстия под приборы, предусмотренные проектом, конструкции для крепления приборов и вспомогательной аппаратуры (кронштейны, скобы, фронтальные кольца и т. п.), а также все электрические и трубные проводки (коммутацию), подготовленные к подключению внешних цепей и приборов, устанавливаемых на них. Каждый шкафной щит должен иметь внутреннее освещение. Щиты и пульты в защищенном исполнении с уплотнением должны иметь уплотнение дверей, ограничивающее попадание пыли внутрь щита или пульта.

Условия установки щитов и пультов определяются проектом и должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Расстояния между оборудованием, установленным внутри щитов и пультов, а также между этим оборудованием и стенами помещения снаружи должны быть не менее 0,8 м при условии, что на высоте до 2,2 м от пола нет открытых токоведущих частей. При наличии токоведущих частей минимальное расстояние увеличивается до 1 м при напряжении на токоведущих частях до 500 В, до 1,2 м для щитов длиной более 7 м и до 1,5 м

при напряжении свыше 500 В. Расстояние 0,8 м должно быть оставлено также между стенами и открытыми дверьми щитов и пультов.

2. Щиты длиной по фронту более 7 м должны иметь не менее двух выходов.

3. Для малогабаритных шкафных щитов с дверцами на боковой стенке расстояние между щитом и стенкой должно быть таким, чтобы дверь открывалась на угол, не меньший 100° ; расстояние между щитами, имеющими дверцы, должно быть не менее 1 м.

4. Малогабаритные панельные щиты должны находиться на следующем расстоянии, мм, от стен:

Панели 600×400 мм	Не менее 200
Панели 900×600 мм	400
Панели больших размеров	600

5. Высота расположения малогабаритных щитов должна быть такова, чтобы показывающие приборы и сигнальная аппаратура располагались на высоте 800—2100 мм, самопишущие приборы — на высоте 1000—1600 мм, аппаратура управления (ключи, кнопки и т. п.) — на высоте 700—1600 мм.

6. В месте установки щитов и пультов, как правило, не должно быть вибрации. При наличии значительной вибрации применяются специальные амортизирующие устройства.

Щиты и пульта устанавливаются на опорных стальных рамах или на бетонном (кирпичном) основании. В лабораторных помещениях допустима установка щитов и пультов на деревянном полу. Щиты и пульта постов управления устанавливаются часто в помещениях с двойным съемным полом, с промежутком между настилами 0,25—0,3 м. Этот промежуток используют для прокладки кабелей (рис. 7-1). Иногда под щитами вместо двойного пола устраивают специальный кабельный полужетаж.

Стальные опорные рамы, на которых устанавливают щиты и пульта, закрепляют на металлических или железобетонных перекрытиях. Рамы должны быть установлены горизонтально (по уровню). Крепление щитов и пультов к опорным рамам производится при помощи болтов или иных разъемных соединений.

Верхнюю плоскость бетонного или кирпичного основания выверяют по уровню. В основании должны быть предусмотрены гнезда или отверстия для разъемного крепления щитов и пультов.

Щиты и пульты устанавливаются по отвесу и уровню. Зазоры в стыках между панелями щита не должны превышать 2 мм. Правильность установки панелей выверяют при помощи прокладок, после чего затягивают фундаментные болты и основание заделывают цементным раствором.

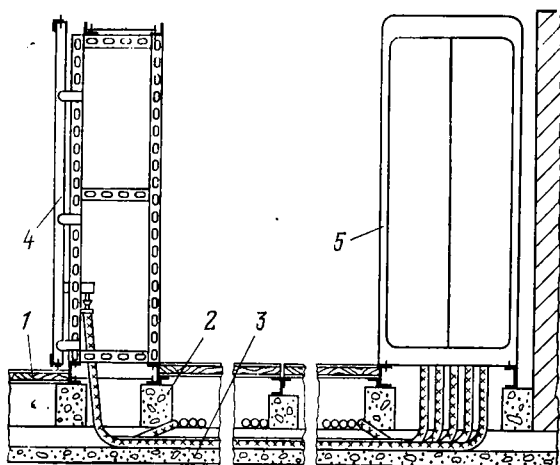


Рис. 7-1. Установка щита управления в помещении с двойным съемным полом.

1 — деревянный настил пола; 2 — бетонные опоры; 3 — отметка черного пола; 4 — щит панельный с каркасом; 5 — релейный щит.

Небольшие местные щиты в производственных помещениях устанавливают на стенах здания, на опорных рамах либо непосредственно на бетонном полу, используя предварительно заложенные анкерные болты.

Щиты и пульты подлежат заземлению (см. § 6-6). Исключение составляют отдельно стоящие щиты, предназначенные для установки неэлектрических приборов и средств управления (манометров, пневматических регуляторов и т. п.) и не имеющие подвода переменного тока напряжением более 36 В или постоянного — более 110 В. Во взрывоопасных помещениях заземляются все щиты и пульты, к которым подводится электрический ток, независимо от напряжения.

б) Ввод и присоединение кабелей, проводов и труб

Электрические и трубные проводки обычно вводятся в щиты и пульты снизу. Кабели и трубы закрепляют на расстоянии не более 1 м от места ввода в щит или пульт.

Небронированные кабели и трубы из цветных металлов и пластмасс при вводе в малогабаритные щиты снизу должны быть защищены от механических повреждений.

Электрические и трубные проводки вводятся в щиты и пульты открытым способом, с использованием защитных гильз из отрезков стальных труб. Для защитных трубопроводов электропроводок гильзы не применяют.

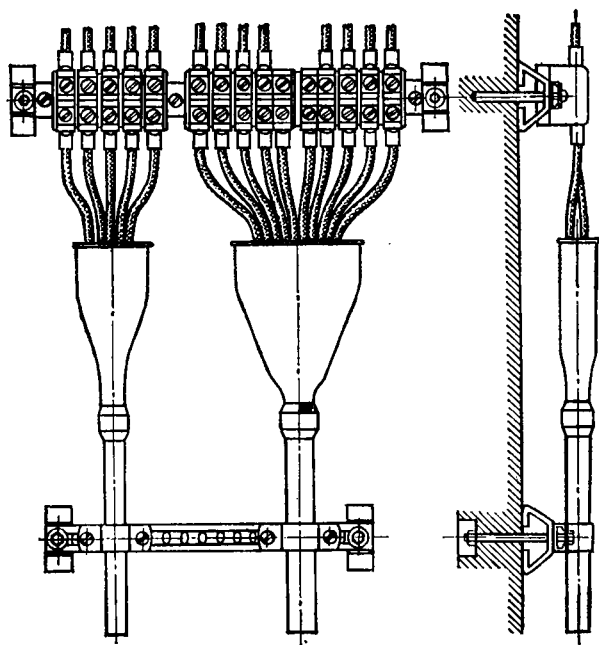


Рис. 7-2. Присоединение кабелей к сборкам зажимов.

Уплотненные вводы через стенки щита или пульта выполняются:

для соединительных трубных проводок при помощи переборочных соединений;

для защиты труб — при помощи патрубков, закрепляемых контргайками на стенках щита;

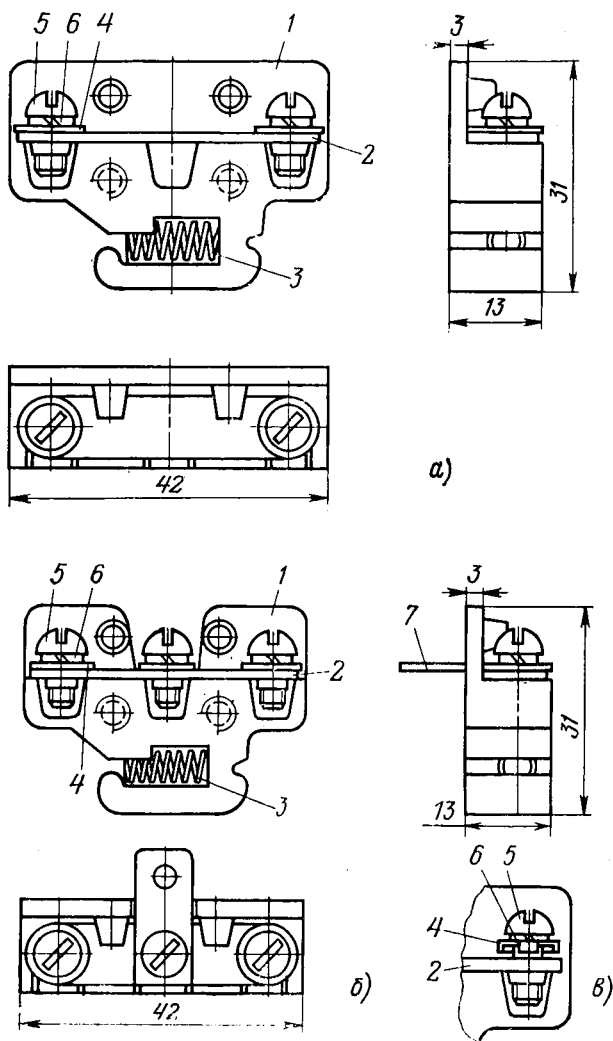


Рис. 7-3. Наборные коммутационные зажимы.

a — нормальные (проходные) типа ЗК-Н; *б* — с перемычкой типа ЗК-П; *а* — вариант крепления контактного винта; 1 — основание зажима; 2 — латунная или стальная пластина; 3 — пружина; 4 — шайба; 5 — контактный винт; 6 — пружинная шайба; 7 — перемычка.

для капилляров манометрических термометров и кабелей — при помощи сальниковых устройств.

Жилы кабелей и проводов, вводимых в щиты и пульты, разделяются по правилам, изложенным в § 6-4, и присоединяются к нормализованным сборкам коммутационных зажимов (рис. 7-2). На рис. 7-3 и 7-4 показаны некоторые разновидности коммутационных зажимов.

Коммутационные зажимы устанавливаются на специальных рейках РЗ (рис. 7-5). Набранные на рейку коммутационные зажимы (до 60 шт.) с обеих сторон фиксируются с помощью маркировочных колодок КМ-4.

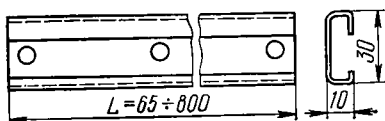
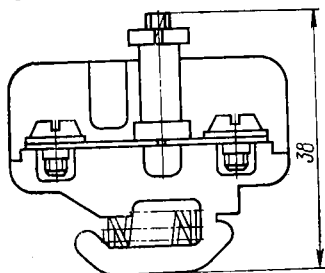


Рис. 7-5. Рейка коммутационных зажимов типа РЗ.

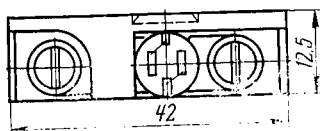


Рис. 7-4. Коммутационный зажим типа ЗК с подгоночной катушкой.

От сборки зажимов к приборам и аппаратуре, установленным на щитах и пультах, идут коммутационные провода. По ГОСТ 3244-68 в качестве коммутационных следует использовать провода марок ПВ и ПГВ сечением 0,75; 1 или 1,5 мм².

Прокладка проводов обычно выполняется заводом, изготовляющим щиты и пульты. Термоэлектродные (компенсационные) провода подводят к приборам, как правило, минуя сборки зажимов.

в) Коммутация проводов и труб на щитах и пультах

Коммутационные провода в щитах и пультах должны соединяться у зажимов. Промежуточные соединения (пайка и сварка отдельных кусков) не допускаются.

Существуют различные способы прокладки проводов по металлическим щитам и пультам. Раньше применялась простая однорядная прокладка по опорным скобам

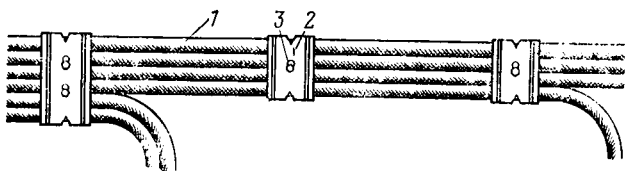


Рис. 7-6. Пакет проводов.

1 — провод; 2 — перфорированная поливинилхлоридная лента; 3 — кнопка.

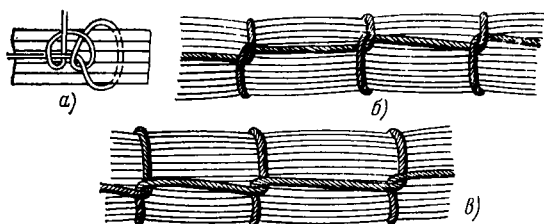


Рис. 7-7. Вязка жгутов проводов нитками.

а — начальный узел; б — правильно завязанные узлы; в — неправильно завязанные узлы.

или полосам (дорожкам), приваренным к панели щитов. В настоящее время применяют коммутацию проводов пакетами (рис. 7-6), жгутами или прокладывают провода в устанавливаемых в щитах коробах — пластмассовых лотках с крышками и боковыми отверстиями [4]. Для увязки жгутов часто применяют толстые нитки (№ 00 или № 0), натертые воском (рис. 7-7).

Переход от неподвижных частей щита или пульта к подвижным (дверям, столешницам пультов и т. п.) выполняется гибкими проводами, с запасом по длине — компенсатором. Последний при максимальном повороте подвижной части не должен натягиваться или касаться частей щита или пульта.

Наиболее надежен компенсатор, работающий на скручивание (рис. 7-8,а). При этом расстояние между скобами крепления не должно быть меньше 500 мм. Иногда, особенно в малогабаритных щитах, применяют компенсатор-петлю (рис. 7-8,б). Длина петли между скобами должна быть не менее 500 мм. Для обеспечения механической и электрической прочности компенсатор посыпают тальком и обматывают пластмассовой или тканевой лентой. Тканевые ленты покрывают изоляционным лаком,

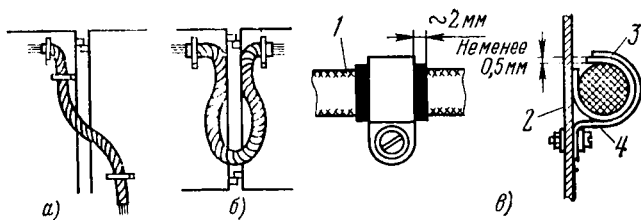


Рис. 7-8. Переход проводов с неподвижных частей щитов и пультов на подвижные.

а — компенсатор, работающий на скручивание; *б* — компенсатор — петля; *в* — закрепление компенсатора; 1 — провода; 2 — основание крепления; 3 — изолирующая прокладка; 4 — скоба.

Трубные проводки прокладывают по щитам и пультам с креплением их однолапковыми или двухлапковыми крепежными скобами.

г) Установка соединительных коробок

Соединительные и проходные коробки со сборками зажимов или без них располагаются на трассах электрических проводок и могут находиться около технологических агрегатов, в каналах и в других малоудобных местах.

Как правило, коробки следует устанавливать на опорных скобах (см. рис. 5-9) либо на простейших кронштейнах по типу крепления коробов (см. рис. 6-18 и 6-19). Крепить коробки непосредственно на агрегатах, их каркасах или на обмуровке не рекомендуется.

7-2. УСТАНОВКА ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

а) Структура машины ИВ-500

В последние годы на электростанциях начали применяться информационно-вычислительные машины (ИВМ), позволяющие автоматизировать сбор и обработку теплотехнической информации о работе оборудования.

На тепловых электростанциях наиболее широкое распространение получили информационно-вычислительные машины ИВ-500, позволяющие одновременно контролировать до 480 различных теплотехнических величин (температур, давлений, расходов, уровней и др.), а в отдельных модификациях — до 1440. Любая из контроли-

руемых величин может быть выведена на показывающие и самопишущие приборы. Предусматривается автоматический контроль за отклонениями всех величин от задаваемых предельных значений с немедленной сигнализацией о таких отклонениях, осуществляется периодическая цифровая регистрация значений всех величин и их отклонений. Вычислительное устройство машины производит по задаваемой программе расчеты и выдает результаты их в цифровой записи или на перфоленту. Последнее позволяет в дальнейшем механизировать обработку и анализ результатов измерений.

На рис. 7-9 показана в несколько упрощенной форме структурная схема основной модификации машины ИВ-500. Информация к машине поступает от преобразователей (датчиков) *П*. Ими могут быть термоэлектрические преобразователи, термометры сопротивления и преобразователи дифференциально-трансформаторного типа.

Информация от преобразователей *П* поступает к двенадцати устройствам коммутации *УК* машины, а от них к устройствам нормализации и сигнализации *УНС* для преобразования со скоростью 100 сигналов в секунду поступающих разнотипных сигналов в унифицированные сигналы постоянного тока 0—10 В. Кроме того, от устройства *УК* любой из 40 подводимых сигналов может быть подан через блок вызова *ВВ* к многошкальному показывающему прибору *ППМ*. Некоторые из сигналов могут быть подключены также через блоки вызова *ВВС* к одному из трех миниатюрных самопишущих приборов *ПСМ*.

Устройства нормализации и сигнализации *УНС* связаны с устройством управления и преобразования *УУП*. Последнее состоит из нескольких блоков, в том числе и блока управления машиной. Блок управления машиной имеет необходимые кнопки управления и информационный экран.

От устройства *УУП* идут сигналы к двум устройствам периодической регистрации *УПР* всех контролируемых величин в цифровой форме, к устройству регистрации отклонений *УРО* значений контролируемых величин и к ленточному перфоленте *ПЛ*. Скорость периодической регистрации составляет 2 сигнала в секунду; цикличность регистрации может быть выбрана равной 30, 60 или 120 мин. Кроме того, устройство *УУП* соединяется с устройством вычислений *УВ*, к которому может поступать до 100 сигналов. Последние накапливаются и усредняются за каждые 30—60 мин. По усредненным значениям каждые полчаса — час производится вычисление основных показателей протекающих теплотехнических процессов по заранее составленной программе. Результаты вычислений поступают к устройству регистрации вычислений *УРВ* и к ленточному перфоленте *ПЛ*.

б) Особенности установки машин

Обычно все устройства машины ИВ-500 (за исключением в некоторых случаях устройств коммутации *УК* и устройств нормализации и сигнализации *УНС*) располагаются в помещении оперативного поста управления

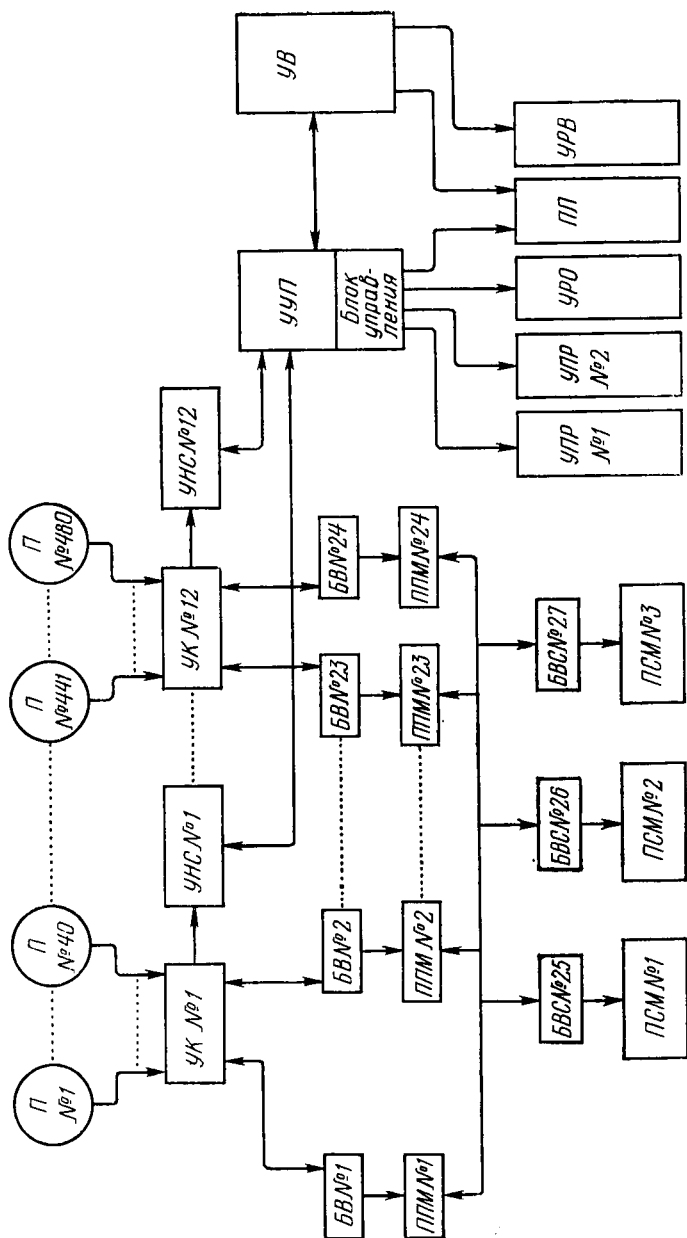


Рис. 7-9. Упрощенная структурная схема информационно-вычислительной машины типа ИВ-500.

или в другом изолированном помещении. При больших расстояниях от преобразователей *П* до устройства управления и преобразования *УУП* устройства *УК* и *УНС* приходится размещать в производственных помещениях. В последнем случае устройства *УК* и *УНС* должны находиться при температуре окружающей среды 5—50°С, относительной влажности воздуха 30—80% и при отсутствии значительных вибраций. По противопожарным соображениям устанавливать устройства машин на деревянных полах не рекомендуется.

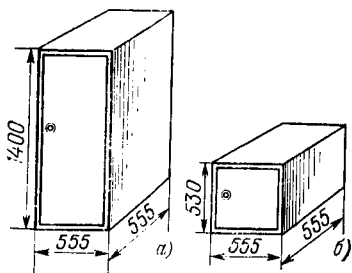


Рис. 7-10. Габариты шкафов.
а — для *УК*; б — для *УНС*.

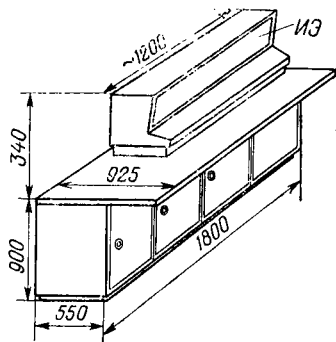


Рис. 7-11. Габариты *УУП*.
ИЭ — информационный экран.

Устройства коммутации *УК* располагаются в закрытых шкафах (рис. 7-10,а) с дверями с двух противоположных сторон. Устройства *УНС* располагаются также в закрытых шкафах меньших размеров (рис. 7-10,б) с дверями с двух сторон. Допускается устанавливать два шкафа *УНС* друг на друга. Шкафы устройств *УК* и *УНС* устанавливают по общим правилам установки шкафных щитов.

Наибольшие габаритные размеры имеет устройство управления и преобразования *УУП* вместе с информационным экраном и блоком управления машины (рис. 7-11). Это устройство имеет двери с двух сторон.

Вычислительное устройство *УВ* занимает в плане примерно такую же площадь, как и устройство *УУП*. Устройство периодической регистрации *УПР* располагается в шкафу с размерами в плане 600×575 мм и по высоте 950 мм, с дверью сзади. Устройство *УРО*, *УРВ* и *ПЛ* при таких же размерах в плане имеют высоту.

850 мм. Все устройства устанавливаются по правилам установки пультов.

Все остальные устройства машины отдельной площади не занимают, так как располагаются на щитах и пультах, устанавливаемых в помещении поста оперативного управления. Многошкальные показывающие приборы имеют ширину (по фасаду) 320 и высоту 160 мм. Самопишущие приборы имеют соответственно размеры 186 и 176 мм. Монтаж измерительных приборов и блоков вызова машины ведется по общим правилам монтажа приборов на щитах и пультах (см. ниже).

Все кабели, подводимые к устройствам машины и находящиеся между ними, должны быть надежно защищены от внешних электрических и магнитных помех и наводок от параллельно проложенных цепей.

Присоединение жил кабелей к сборкам зажимов выполняется, как правило, пайкой. Кабели подводятся снизу. Соединения между отдельными устройствами машин, как правило, выполняются с использованием штепсельных разъемов (§ 6-4).

Монтаж машин других марок по существу не отличается от монтажа машины ИВ-500.

7-3. УСТАНОВКА ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ НА ЩИТАХ И ПУЛЬТАХ

После стендовой поверки и оформления соответствующих документов приборы и другая аппаратура подготавливаются для переноски к месту установки. Подвижные системы приборов арретируют, присоединительные устройства защищают от влаги, грязи и пыли и т. д. Специальные инструменты, принятые с приборами, и комплекты запасных частей после окончания монтажа передают заказчику.

Типы и основные размеры корпусов измерительных приборов, предназначенных для углубленного монтажа в щитах и панелях, нормализованы и должны соответствовать ГОСТ 5944-74. Вырезы в щитах и панелях нормализованы тем же стандартом. Размеры вырезов должны быть строго выдержаны. Конструкция прибора должна обеспечивать перекрытие выреза в щите (панели).

Приборы и аппаратура устанавливаются по уровню и отвесу. Способы крепления приборов не нормализованы и отличаются большим разнообразием. Нередко однотипные приборы, изготавливаемые различными заводами, крепятся различными способами.

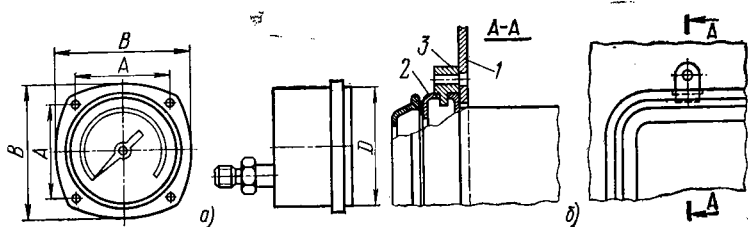


Рис. 7-12. Крепление приборов с лицевой стороны щита.

a — прибор с передним фланцем для крепления; *б* — крепление прибора с помощью «сухарей». Размеры *A*, *B* и *D* по ГОСТ 5944-74.

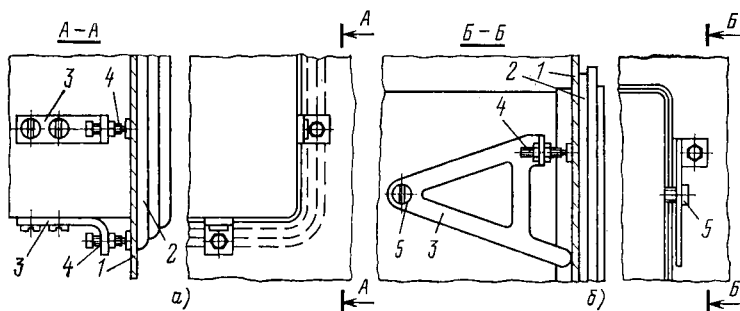


Рис. 7-13. Крепление приборов внутри щита.

a — с помощью простых скоб; *б* — с помощью специальных скоб.

Все способы крепления приборов можно подразделить на две группы:

с креплением по лицевой стороне щита болтами, шпильками или шурупами;

с креплением изнутри щита распорными скобами или отжимными устройствами.

Простейшая форма прибора (манометра), предназначенного для крепления с лицевой стороны щита, показана на рис. 7-12, *a*. Фланец прибора, близкий к квадрату, плотно прижимается к лицевой стороне щита крепежными деталями.

В сложных конструкциях (рис. 7-12, *б*) фланец 2 прибора прижимается к лицевой стороне щита 1 с помощью «сухарей» 3, которые вставляются в заранее подготовленные (при изготовлении прибора на заводе) прямоугольные прорези в теле фланца.

Некоторые приборы крепятся на лицевой стороне щита с помощью шурупов, скрытых под открывающейся крышкой прибора. Так как в этом случае шурупы рас-

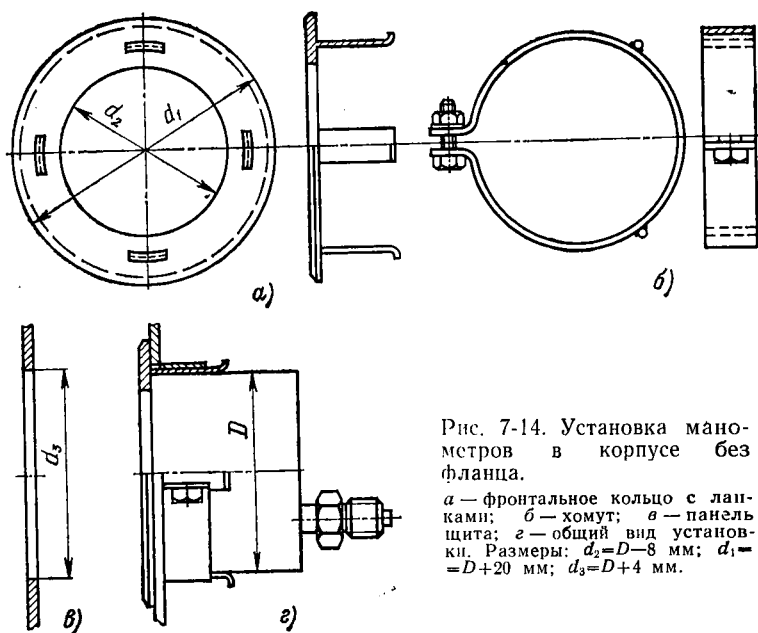


Рис. 7-14. Установка манометров в корпусе без фланца.

а — фронтальное кольцо с лапками; *б* — хомут; *в* — панель щита; *г* — общий вид установки. Размеры: $d_2 = D - 8$ мм; $d_1 = D + 20$ мм; $d_3 = D + 4$ мм.

полагаются близко к вырезу в щите, то с внутренней стороны щита ставятся специальные крепежные скобы.

Для крепления изнутри щита (рис. 7-13,а) к корпусу прибора привертывают распорные скобы 3. Воздействием на винтовую группу 4 корпус прибора отжимают назад от щита 1 и фланец 2 прибора плотно прижимают к лицевой стороне щита.

Для крепления приборов применяются также распорные скобы специальной конструкции (рис. 7-13,б). Здесь скоба 3 крепится к корпусу прибора одним винтом, что дает возможность скобе поворачиваться. Фланец 2 прибора прижимается к лицевой стороне щита 1 сначала нижним концом скобы (поворотом скобы 3 вокруг оси 5 и отжатием прибора назад), а затем окончательно винтовой группой 4.

Для некоторых приборов на корпусе с двух сторон делают особые приливы с прорезью. В прорези вставляются стальные пластинки с винтами посередине, которыми отжимают прибор назад, прижимая фланец прибора к лицевой стороне щита,

Сложнее крепить на щитах приборы, не имеющие специальных крепежных устройств и деталей, в частности показывающие манометры в корпусах без фланцев. Для установки таких манометров применяются фронтальные кольца с лапками и хомутами, поставляемыми обычно заводом — изготовителем щитов (рис. 7-14). Фронтальное кольцо вставляют в отверстие в щите, слегка подгибая при этом лапки. Сверху на лапки надевают хомут, не зажимая его. Между лапками вводят корпус манометра, лицевая плоскость которого упирается в фронтальное кольцо. После этого хомут подвигают вплотную к панели щита и затягивают болтом.

При установке приборов на щитах, имеющих значительную вибрацию, весь щит с приборами или отдельные приборы на щите устанавливают на амортизаторах [19].

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ТП НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

8-1. УСЛОВИЯ МОНТАЖА НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Атомные электростанции имеют отдельные участки, которые могут быть источниками радиоактивных излучений. Такие участки всемерно стремятся сократить, но полностью исключить их невозможно. Помещения, связанные с атомным реактором, а также средами, циркулирующими в нем (потоки первого контура), являются наиболее радиоактивно опасными. Все оборудование и приборы, находящиеся в таких помещениях, также могут явиться источником радиоактивного облучения.

Для информации об уровне радиации в потоках первого контура и различных помещениях монтируются многочисленные устройства дозиметрического контроля. Кроме того, устанавливаются ряд других специальных средств контроля и управления.

Для того чтобы максимально снизить возможность радиационного воздействия на персонал, выработаны определенные правила выполнения работ в таких помещениях. Все монтажные работы должны выполняться с особо высоким качеством и последующим тщательным контролем. Широко используются специальные жаро-

стойкие кабели, трубы из нержавеющей стали, из полиэтилена и специальных сплавов. Применяется аргодуговая сварка с использованием новейших методов проверки качества сварных работ.

На всех импульсных трубопроводах с давлением выше 0,001 МПа, у мест присоединения их к измеряемым объектам, обязательна установка отсекающих вентилей сильфонного типа. Все соединения труб выполняются, как правило, на сварке.

Все трубные и электрические проводки, выходящие из помещений, не должны служить источником проникновения радиоактивных элементов во внешнюю среду. Это проще осуществить в случае электрических проводов, и поэтому стремятся все связи с внешней средой помещений, загрязненных радиоактивными элементами, выполнять электрическими.

Во всех остальных зонах атомных электростанций, не имеющих существенных источников радиоактивных излучений, монтаж практически не отличается от монтажа на тепловых электростанциях. В дальнейшем рассмотрим только специфику монтажа в условиях радиоактивной опасности [2].

8-2. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА УСТРОЙСТВ ИНФОРМАЦИИ И ВЫВОДА СИГНАЛОВ ВО ВНЕШНЮЮ СРЕДУ

Чувствительные элементы термометров сопротивления и стандартных термопреобразователей непосредственно в потоки первого контура не погружают. Обычно их помещают в защитные чехлы или гильзы из нержавеющей стали (рис. 8-1) *. Это исключает возможность протечек загрязненных радиоактивными элементами сред при смене термометров.

В атомном реакторе используется большое число термоэлектрических термометров специальной конструкции из наиболее стойкой в этих условиях хромель-алюмелевой проволоки. Термометры собирают в блоки (рис. 8-2). Термоэлектродные (компенсационные) провода, присоединяемые к термометрам, выполняют часто в форме двух- или четырехжильного кабеля марки КТМС (см. рис. 8-12).

* Рисунки гл. 8 взяты из [2].

Вывод сигналов информации на внешнюю среду или подведение сигналов управления является довольно сложной задачей. Вывод и подводы должны быть полностью герметичными. Одна из форм герметической проходки кабелей с применением керамических блоков показана на рис. 8-3.

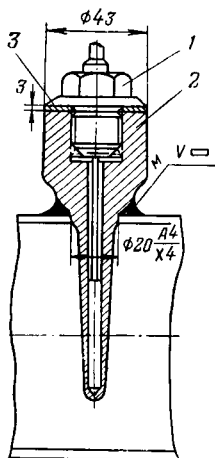


Рис. 8-1. Установка термометра сопротивления типа ТСП-361, ТСП-371 на трубопроводе из нержавеющей стали.

1 — термометр; 2 — гильза М22×1,5 (из стали 1×18Н9Т); 3 — прокладка из паронита.

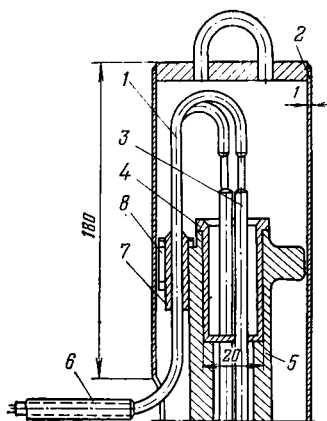


Рис. 8-2. Подсоединение кабеля КТМС (ХА) к блоку термомпар БТ.

1 — кабель; 2 — колпак; 3 — термопара; 4 — втулка; 5 — основание; 6 — защитная трубка; 7 — штуцер; 8 — гайка М-8.

Иногда проходки через стены используются как переходные коробки для замены одножильных кабелей на многожильный (рис. 8-4). При этом применяются штупсельные разъемы с тщательной герметизацией всех элементов проходки. Однако чаще при пересечениях массивных стен, стен биологической защиты и т. п. кабели не разрезают, а устанавливают сальниковые уплотнения (рис. 8-5). Такие проходки обычно выполняют не одиночными, а групповыми. Характерная форма групповой проходки кабелей показана на рис. 8-6. Двойные трубные доски со стальными промежуточными трубами наглухо заделываются в стены. Кабели с двух сторон проходят через сальниковые уплотнения. Для контроля за

герметичностью всего блока в двойной трубной доске со стороны безопасного помещения предусмотрен особый штуцер. Типовая конструкция металлических частей такой проходки изображена на рис. 8-7.

В редких случаях, когда массивные стены пересекаются трубными линиями, пересечения всегда стремятся выполнить групповыми. В таких случаях в стену герметично заделывают трубу большого диаметра — 200—300 мм, через которую (рис. 8-8) проводятся импульс-

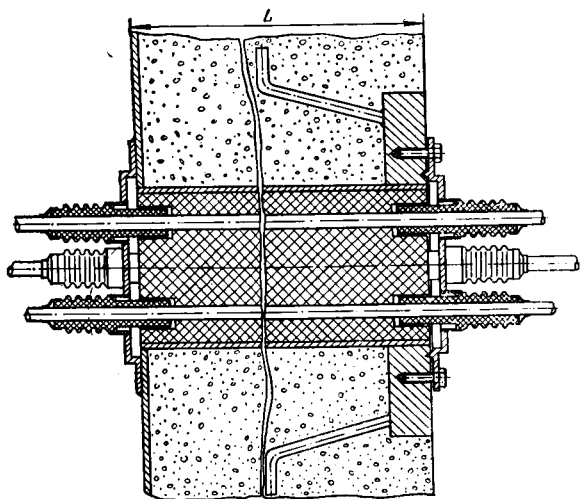


Рис. 8-3. Герметическая керамическая кабельная проходка.

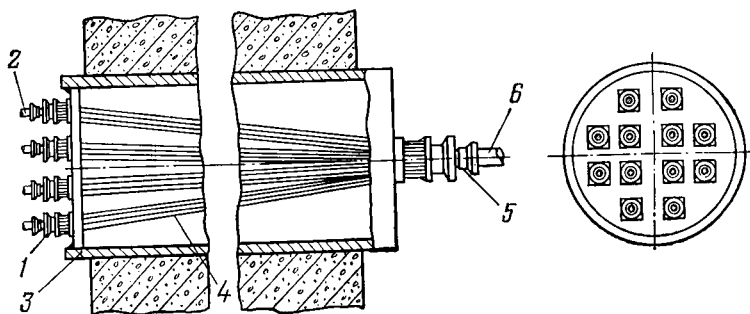


Рис. 8-4. Штепсельные разъемы в кабельной проходке.

1 — штепсельный разъем; 2 — компенсационный провод; 3 — кабельная проходка; 4 — соединительный провод; 5 — штепсельный разъем на 24 жилы; 6 — компенсационный кабель.

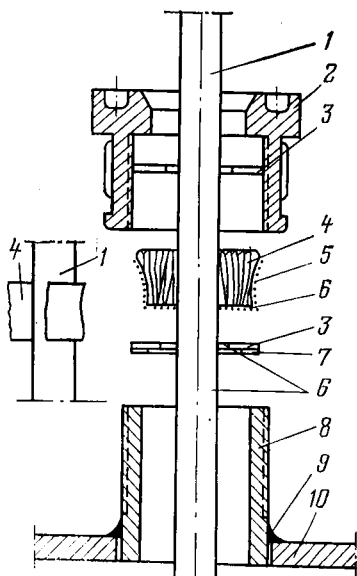


Рис. 8-5. Сборка уплотнений кабеля в сальниковой проходке.

1 — кабель; 2 — сальниковая гайка СКТ; 3 — стальная шайба; 4 — лента из асбестового волокна; 5 — проволочный бандаж; 6 — обмазка герметиком А-427 или УТ-3; 7 — картонная шайба; 8 — гнездо сальника; 9 — сварной шов; 10 — плита проходки.

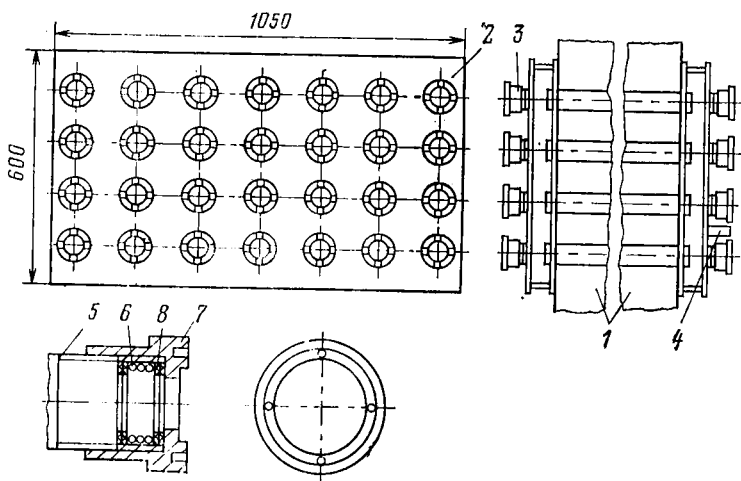


Рис. 8-6. Кабельная проходка через стену биологической защиты.

1 — стена; 2 — трубная доска; 3 — накладная уплотняющая гайка; 4 — штуцер для проверки на плотность; 5 — патрубок; 6 — сальниковая набивка; 7 — накладная гайка; 8 — шайба.

ные трубы. Все межтрубное пространство заполняют раствором пластического бетона или другим герметиком, обеспечивающим полную герметичность проходки.

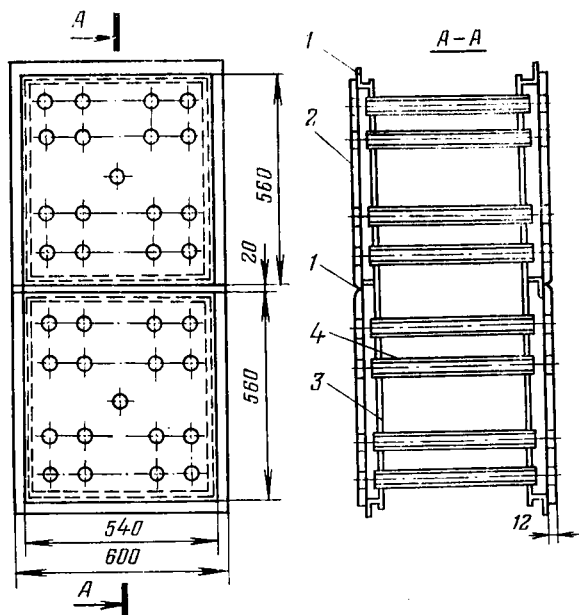


Рис. 8-7. Проходка из типовых конструкций.

1 — сталь угловая 50×32×4; 2 — плита сальниковая; 3 — плита трубная; 4 — трубы стальные 1" и 3".

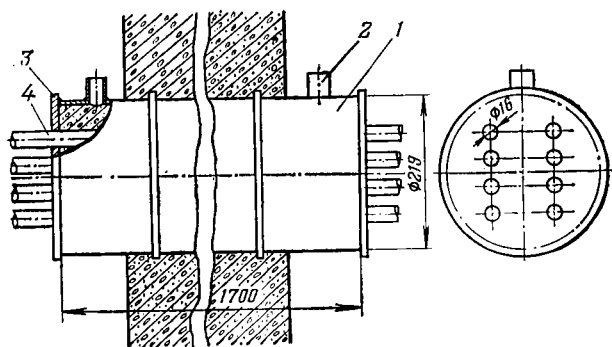


Рис. 8-8. Проходка под импульсные трубы.

1 — закладная труба; 2 — патрубок для заливки бетона; 3 — трубная доска; 4 — импульсная трубка из стали.

8.3. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДОВ

В радиоактивно опасных помещениях рекомендуется использовать для соединительных электрических линий технических средств АСУ ТП ряд специальных кабелей:

кабель марки КТФЭ — с изоляцией из стеклонитей и фторопластовых лент, экранированный (рис. 8-9);

кабель марки КПОЭ — теплостойкий, с изоляцией стекловолокнистыми нитями и стабилизированным облученным полиэтиленом, экранированный (рис. 8-10);

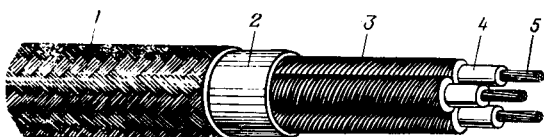


Рис. 8-9. Кабель марки КТФЭ-250; 3×1,5.

1 — медная облуженная экранирующая оплетка; 2 — поясная изоляция из фторопластовых лент; 3 — оплетка из стеклонитей; 4 — изоляция из фторопластовых лент; 5 — жила из 7 проволок.

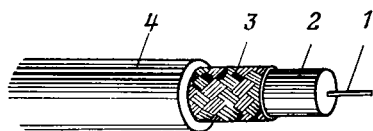


Рис. 8-10. Теплостойкий кабель марки КПОЭ.

1 — жила, изолированная стекловолокнистыми нитями; 2 — изоляция из стабилизированного облученного полиэтилена; 3 — экран из проволок; 4 — полиэтиленовая оболочка.

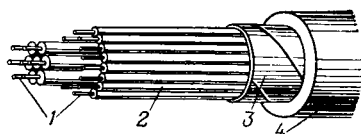


Рис. 8-11. Кабель жаростойкий марки КЖА.

1 — медные жилы с никелевым покрытием; 2 — стекловолокнистая изоляция; 3 — поясная изоляция стекловолокнистыми лентами; 4 — алюминиевая оболочка.

кабель марки КЖА — жаростойкий, со стекловолокнистой изоляцией, в алюминиевой оболочке (рис. 8-11);

кабель марки КТМС — термпарный (термоэлектродный), с изоляцией из окиси магния, в металлической оболочке (рис. 8-12);

кабель марки КНМС — нагревательный, с магниевой изоляцией, в стальной оболочке (рис. 8-13).

Вместо обычных концевых заделок (§ 6-4) нередко применяются заделки сальникового типа с заливкой компаундом (рис. 8-14). Специальным образом выполняется разделка экранированного кабеля марки СФКЭ

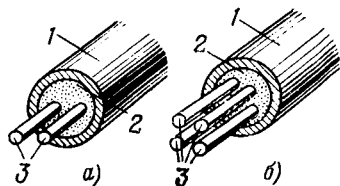


Рис. 8-12. Термopapные кабели марки КТМС.

a — двухжильный; *б* — четырехжильный; 1 — металлическая оболочка; 2 — изоляция из окиси магния; 3 — термоэлектроды.

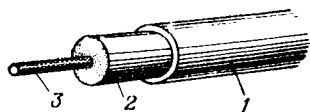


Рис. 8-13. Нагревательный кабель марки КНМС.

1 — стальная оболочка; 2 — магнезиальная оболочка; 3 — жила из никеля, нержавеющей стали или нихрома.

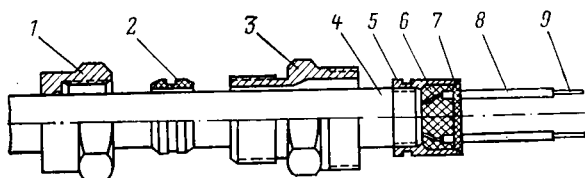


Рис. 8-14. Заделка сальникового типа.

1 — гайка сальника; 2 — уплотняющее кольцо; 3 — корпус сальника; 4 — кабель; 5 — втулка; 6 — компаунд; 7 — диск из диэлектрика; 8 — изоляционная трубка; 9 — жила.

Рис. 8-15. Разделка кабеля марки СФКЭ-ХК.

1 — экранирующая оплетка; 2 — изоляция жилы; 3 — жила; 4 — хвостовик разъема.

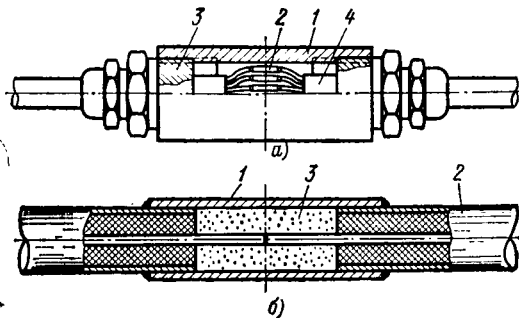
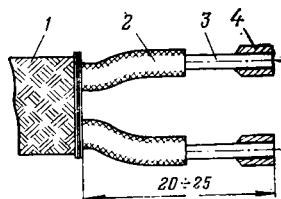


Рис. 8-16. Соединительные муфты для жаростойких кабелей с магнезиальной изоляцией.

a — муфта из латунной трубы; 1 — латунная трубка; 2 — спайка жил; 3 — корпус сальникового уплотнения; 4 — латунная втулка; *б* — муфта из медной трубы; 1 — медная трубка; 2 — оболочка кабеля; 3 — разъёмная керамическая втулка.

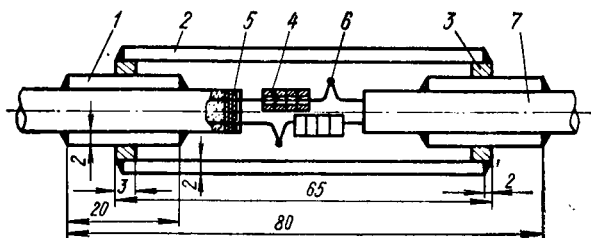


Рис. 8-17. Соединительная муфта для термпарных кабелей.

1 — втулка; 2 — гильза; 3 — шайба; 4 — фарфоровые (корднеритовые) бусы; 5 — герметик; 6 — оплавленные жилы (электрический контакт); 7 — кабель.

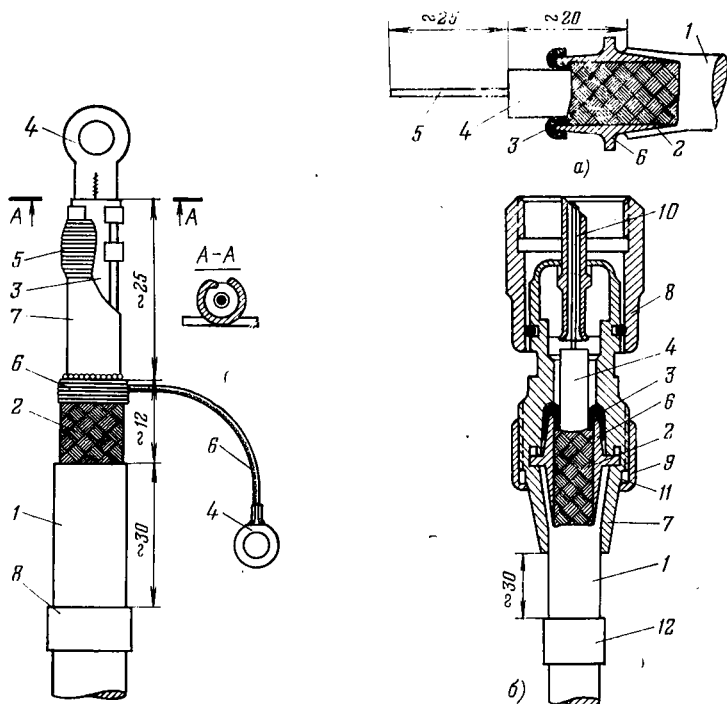


Рис. 8-18. Сухая концевая заделка коаксиального кабеля марки РК.

1 — оболочка из пластиката; 2 — внешний провод из медной оплетки; 3 — изоляция из кабельного полиэтилена; 4 — наконечник кабельный; 5 — бандаж из циток; 6 — проводник заземления; 7 — обмотка из поливинилхлоридной ленты; 8 — поясок маркировочный.

Рис. 8-19. Заделка кабеля марки РК во вставку штепсельного разъема.

а — заделка экранной втулки; б — заделка в разъем; 1 — наружная оболочка; 2 — внешний провод; 3 — место пайки внешнего провода; 4 — изоляция внутреннего провода; 5 — внутренний провод; 6 — контактное кольцо; 7 — корпус штекера; 8 — корпус разъема; 9 — зажимная гайка; 10 — место пайки внутреннего провода; 11 — уплотнение на резине; 12 — поясок маркировочный.

(рис. 8-15). Соединения таких кабелей отличаются от обычных (§ 6-5).

На рис. 8-16 показано соединение кабелей с магнетальной изоляцией, а на рис. 8-17 — соединение терморезистивных (термоэлектродных) кабелей. Соединения всех кабелей, как правило, производят за пределами помещений с радиоактивно опасной средой.

Широко применяются на атомных электростанциях штепсельные разъемы (§ 6-4). В некоторых случаях используются коаксиальные кабели. Сухая концевая заделка таких кабелей показана на рис. 8-18, а заделка для штепсельного разъема — на рис. 8-19.

Во всем остальном выполнение электрических проводов проводами и кабелями специальных и общих марок осуществляется по правилам, изложенным в гл. 6.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

НАЛАДКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ТП

На стадии завершения работ по монтажу технических средств АСУ ТП производится их наладка. Весь комплекс наладочных работ технических средств АСУ ТП можно условно разделить на три этапа:

- стендовая поверка;
- индивидуальное опробование и включение в работу;
- режимная наладка наиболее сложных технических средств АСУ ТП.

9-1. СТЕНДОВАЯ ПОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ТП

Задачей стендовой поверки является определение пригодности наиболее сложных технических средств АСУ ТП к монтажу, наладке и эксплуатации после их транспортировки и хранения. Для этого они должны предварительно пройти определенный комплекс поверки с целью выявления возможных повреждений и определения соответствия прибора классу точности.

Стендовая поверка приборов включает следующие операции:

внешний осмотр, при котором определяют комплектность прибора и заводской документации, соответствие технических характеристик прибора проектным спецификациям, отсутствие видимых механических повреждений элементов прибора, а также исправность электрических и трубных цепей;

проверку сопротивления изоляции электрической части прибора относительно его корпуса;

проверку работы механизма передвижения диаграммной бумаги и качества записи;

проверку точности срабатывания регулирующей или сигнализирующей части прибора и переключающих устройств;

определение основной приведенной погрешности и вариаций прибора с целью поверки его класса точности.

Как правило, основную приведенную погрешность не определяют для следующих приборов: стеклянных термометров; телескопов пирометров; скоростных и объемных счетчиков количества жидкости и газа; ротаметров; датчиков контроля состава и качества вещества (солемеров, газоанализаторов, рН-метров и т. п.). Не поверяется также градуировка термоэлектрических преобразователей и термометров сопротивления.

Стендовую поверку обычно производят в специально оборудованных лабораториях при нормальных условиях измерения, которые оговорены в технических условиях завода—изготовителя данного прибора (определенная температура и влажность окружающей среды, отсутствие вибрации, магнитных полей, при нормальном напряжении электрического питания и т. п.).

Стендовая поверка технических приборов производится путем сравнения показаний испытуемого прибора с показанием образцового прибора или измерительного устройства. При этом класс точности образцового прибора или измерительного устройства должен быть в 3—4 раза выше класса точности испытуемого прибора. Технические приборы классов точности 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 обычно поверяют с помощью образцовых приборов классов точности 0,2 или 0,5, имеющих свидетельства поверочных органов Комитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР [17, 19].

Поверку приборов производят по государственным стандартам и инструкциям Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР.

Стендовая поверка автоматических регуляторов и других сложных технических средств производится по соответствующим заводским инструкциям.

Например, при лабораторной стендовой поверке технического состояния измерительного и регулирующего блоков типов И-04 и Р-21

Московского завода тепловой автоматики (МЗТА) проверяют следующие величины:

мощность, потребляемую от сети; входное сопротивление; сопротивление изоляции; диапазон изменения коэффициента пропорциональности; диапазон действия внешнего потенциометрического задающего устройства; диапазон действия корректора; пульсацию выходного сигнала; балансировку модулей; выходное напряжение и угол включения тиристоров; действие обратных связей; статические характеристики блока Р-21 (минимальную зону чувствительности, зону возврата, зону нечувствительности по входу, максимальную зону нечувствительности, скорость связи); максимальное время интегрирования; длительность включений.

На монтаж выдают только те приборы и аппаратуру, которые успешно прошли стендовую поверку.

9-2. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ОПРОБОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ТП

а) Работы по опробованию

Индивидуальное опробование является завершающей стадией монтажных работ и, как правило, производится на неработающем технологическом оборудовании.

Индивидуальное опробование выполняется организацией, монтирующей технические средства АСУ ТП с привлечением специализированных наладочных организаций.

При индивидуальном опробовании устанавливается: соответствие смонтированных технических средств АСУ ТП в комплекте с трубными и электрическими связями рабочим чертежам проекта, техническим условиям и строительным нормам и правилам СНиП III-34-74 [15];

наличие и правильность оформления сдаточной документации и ее соответствие СНиП III-34-74;

правильность выполнения монтажа и выбора места установки отборных устройств, датчиков, регулирующих органов и т. п., устанавливаемых на тепломеханическом оборудовании и технологических трубопроводах;

правильность монтажа трубных и электрических проводов;

правильность монтажа датчиков, исполнительных механизмов и других технических средств АСУ ТП, расположенных «по месту» (вне щитов);

соответствие значения сопротивления соединитель-

ных электрических внешних проводок значению, обозначенному на шкале прибора (подгонка сопротивления внешних проводок производится при помощи подгоночных катушек);

правильность реагирования поверяемых технических средств АСУ ТП на искусственно подаваемые импульсы;

статическая настройка автоматических регуляторов: настройка измерительного блока на номинальное значение регулируемой величины, градуировка задатчика, настройка преобразователя — датчика (обычно преобразователь настраивается на область изменения регулируемой величины, соответствующей линейному участку характеристики преобразователя).

б) Испытание трубных проводок

Трубные проводки технических средств АСУ ТП после окончания их монтажа должны быть подвергнуты внешнему осмотру, продувке или промывке и испытанию на прочность и плотность (§ 5-7).

При внешнем осмотре трубной проводки проверяют: правильность монтажа;

надежность крепления труб на металлоконструкциях;

надежность крепежа разъемных соединений, заглушек, арматуры и т. п.;

наличие маркировки;

отсутствие видимых дефектов (трещин, вмятин, непроваров сварных швов и т. п.).

Продувка или промывка трубных проводок производится для удаления с внутренней поверхности трубы окалины, грязи, ржавчины и т. п. Как правило, продувку, промывку и испытание трубных проводок, соединенных с технологическими трубопроводами и тепломеханическим оборудованием, проводят совместно. Перед проведением продувки или промывки трубной проводки необходимо ее отсоединить от приборов и аппаратов, полностью открыть всю арматуру, установленную на ней. Продувку и промывку трубных проводок следует проводить до появления из трубы чистого воздуха или чистой промывочной воды. Во время продувки или промывки трубную проводку следует обстукивать молотком из латуни или меди массой не более 0,5 кг, а также соблюдать определенные правила техники безопасности.

Запорная, продувочная, регулирующая арматура после окончания продувки и промывки должна быть тща-

тельно очищена, так как в отдельных местах внутреннего объема арматуры не представляется возможным путем продувки или промывки удалить весь шлак.

После окончания внешнего осмотра и продувки или промывки трубные проводки подвергаются гидравлическим или пневматическим испытаниям на прочность и плотность (§ 5-7).

в) Испытание электрических проводок

Смонтированные электрические проводки перед началом испытаний подвергаются внешнему осмотру. При внешнем осмотре электрических проводок проверяется их соответствие рабочим чертежам проекта и СНиП III-34-74.

При внешнем осмотре проверяется:

соответствие установленного оборудования и аппаратуры проекту;

соответствие смонтированных электрических проводок проекту и действующим правилам (марка кабеля и провода, их жилности, сечение жил и др.);

качество монтажа (правильность укладки кабелей и проводов по кабельным конструкциям и панелям, надежность контактных соединений и заземление и др.);

допустимость совместной прокладки измерительных цепей, при этом следует руководствоваться материалом РМ 4-70-67 Минмонтажспецстроя СССР (§ 2-4);

правильность маркировки кабелей и проводов, а также жил кабелей и проводов у клеммников щитов, пультов, датчиков, исполнительных механизмов и др.

Принципиальные изменения и отступления от проекта допустимы только после их согласования с проектной организацией, которые обязательно вносятся в рабочие чертежи. После внешнего осмотра и устранения обнаруженных дефектов приступают к следующим испытаниям электрических проводок (электрических цепей):

измерение сопротивления изоляции;

определение фазировки и полярности;

испытание на повышенное напряжение;

испытание на плотность соединения защитных трубопроводов давлением.

По всем результатам испытаний трубных и электрических проводок составляются протоколы испытаний [15], прилагаемые к акту сдачи технических средств АСУ ТП в эксплуатацию.

г) Наладка регулирующих органов и исполнительных механизмов

При наладке и опробовании следует обращать внимание:

на соответствие регулирующего органа среде и диапазону регулирования — при изменении нагрузки объекта от минимальной до максимальной перемещение регулирующего органа должно происходить в интервале от 10—20 до 70—90% на линейной части характеристики;

на отсутствие люфтов в сочленениях исполнительного механизма с регулирующим органом и на характер их сочленения (на получение линейной зависимости между перемещением исполнительного механизма и изменением расхода измеряемой среды);

на надежность работы индукционных и реостатных преобразователей (датчиков), на работу концевых выключателей и др.

Регулирующие органы различных типов имеют различные формы расходных характеристик (линейную, параболическую, логарифмическую) и начальный пропуск в пределах 5—10% максимального расхода.

9-3. СДАТОЧНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ВКЛЮЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ТП В ПРОБНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ

После окончания работ по индивидуальному опробованию технических средств АСУ ТП и составления акта по утвержденной форме [15] технические средства АСУ ТП принимаются рабочей комиссией для их комплексного опробования и передачи в эксплуатацию.

К акту должны быть приложены:

рабочие чертежи проекта с изменениями, внесенными в процессе монтажа;

перечень документов, разрешающих отступление от рабочих чертежей проекта;

акты на скрытые работы;

акты испытаний на прочность и плотность трубных проводок;

акты испытаний на плотность разделительных уплотнений защитных трубопроводов во взрывоопасных помещениях;

акты измерения сопротивления изоляции проводов и кабелей электропроводок;

акты стендовых поверок технических средств АСУ ТП;

инструкции и чертежи, а также паспорта заводов—изготовителей технических средств АСУ ТП;

ведомость смонтированных технических средств АСУ ТП и ряд других документов, если в них имеется необходимость.

9-4. РЕЖИМНАЯ НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКИХ РЕГУЛЯТОРОВ

Режимная настройка автоматических регуляторов производится обычно во время пробной эксплуатации объекта. Такая настройка на оптимальный режим обеспечивает наиболее экономичную и надежную работу технологических объектов. Существует много методов определения оптимальных настроек [9, 12, 14]; наиболее часто применяются следующие методы:

по кривой разгона объекта — при установившемся режиме работы наносят регулирующим органом ступенчатое возмущение, снимают кривую изменения во времени значения регулируемой величины (кривую разгона) и по правилам, изложенным в соответствующих методиках, определяют оптимальные параметры настройки;

по приближенной комплексной частотной характеристике (КЧХ) — последовательно с максимальной скоростью перемещают регулирующий орган в одну и другую сторону с заданной частотой на одинаковую величину. В результате через некоторое время возникает установившийся режим вынужденных колебаний регулируемой величины с той же частотой, постоянной амплитудой и сдвигом по фазе. Обработывая результаты при различных частотах, получают частотные характеристики, по которым и определяют параметры настройки.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

10-1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для эксплуатации систем управления независимо от вида установленного оборудования (блочное и неблочное), параметров и других специфических особенностей

на тепловых электрических станциях создается цех тепловой автоматики, измерений и защит (ТАИЗ) *.

Цех ТАИЗ входит в состав электростанции в качестве самостоятельной хозяйственной единицы на правах основного цеха.

Основные задачи эксплуатации систем управления на тепловых электрических станциях включают:

- автоматизацию тепломеханического оборудования станции в технически и экономически целесообразном объеме;

- обеспечение совместно с технологическими цехами экономичной и надежной работы автоматизированного оборудования;

- обеспечение надежной и достоверной работы устройств контроля, автоматического регулирования, сигнализации и защит.

Выполнение этих требований и задач способствует надежному, бесперебойному и экономичному снабжению потребителей тепловой и электрической энергией. Конкретными показателями качества работы цеха ТАИЗ (совместно с другими цехами электростанции) являются удельный расход топлива и число часов безаварийной работы. Борьбу за улучшение этих показателей следует считать основной целью работы цеха ТАИЗ.

Персонал, эксплуатирующий системы управления на ТЭС, выполняет следующие обязанности:

- обеспечение количественных и качественных показателей производственной программы;

- соблюдение правил технической эксплуатации, техники безопасности, требований охраны труда, промышленной санитарии, правил Госгортехнадзора и других директивных указаний;

- осуществление мероприятий по ликвидации аварийных очагов, отступлений от правил ПТЭ и ТБ, изучение случаев аварий и браков с разработкой противоаварийных мероприятий;

- своевременное проведение ремонта и профилактического обслуживания оборудования систем управления при высоком качестве выполнения работ, составление ведомостей дефектов до начала ремонта оборудования;

* В зону обслуживания ТАИЗ кроме известных средств технического обеспечения АСУ ТП (см. Введение) и соединительных линий к ним включают обычно и автоматические весы для взвешивания топлива.

подготовка, обучение, инструктаж, периодическая проверка знаний, тренировка персонала в соответствии с «Руководящими указаниями по организации работы с персоналом на электростанциях и в сетях»;

обеспечение цеха инструкциями и схемами и своевременный их пересмотр;

внедрение новой техники, проведение рационализаторской работы, изучение и обобщение опыта эксплуатации приборов, автоматических регуляторов и устройств защит с целью улучшения их работы;

ведение технической документации и анализ отказов защит для повышения качества работы систем управления;

содержание в чистоте помещений, закрепленных за персоналом цеха, выполнение противопожарных правил и наблюдение за исправным состоянием средств пожаротушения;

проведение испытаний технических средств АСУ ТП в соответствии с правилами Государственного комитета СССР по стандартам;

внедрение новых методов контроля, совершенствование схем защит и автоматизации;

наблюдение за проектированием и монтажом систем управления и приемка из монтажа этих устройств на вновь пускаемом оборудовании;

участие в обеспечении аппаратурой испытаний, проводимых на электростанции;

проверка состояния аппаратуры контроля, авторегулирования и сигнализации, поступающей на склад, ведение контроля за правильной организацией ее хранения;

разработка и осуществление совместно с технологическими цехами перспективных планов комплексной автоматизации, направленных на максимальное сокращение численности персонала и увеличение надежности работы оборудования.

10-2. СТРУКТУРА СЛУЖБ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Цех, эксплуатирующий системы управления, должен иметь в своем составе:

участок контрольно-измерительных приборов;

участок (или участки) по обслуживанию и ремонту регулирующих устройств основного и вспомогательного оборудования;

участок по обслуживанию и ремонту устройств защиты и сигнализации;

участок по обслуживанию и ремонту электроприборов и кабельного хозяйства;

общецеховой участок по слесарно-механическим работам;

участок по обслуживанию и ремонту управляющих и информационных вычислительных машин.

При большом объеме оредств автоматизации, а также в зависимости от территориального расположения технологического оборудования электростанции цех ТАИЗ может иметь по два участка одинакового назначения, а отдельные участки могут состоять из двух групп, обслуживающих устройства одного назначения.

Участок по обслуживанию контрольно-измерительных приборов может иметь следующие группы:

группа обслуживания приборов измерения давления и расхода; в обязанности этой группы может входить также обслуживание весового хозяйства и приборов измерения уровня; как правило, эта группа имеет бригаду по обслуживанию ртутных приборов, бригаду по обслуживанию электронных приборов и бригаду по обслуживанию весов;

группа, обслуживающая приборы измерения температуры и специальные приборы (виброметры, электронные тахометры, измерители расширения, сельсины и т. д.); эта группа может быть разделена на две, одна из которых обслуживает приборы измерения температуры, другая — специальные приборы;

группа, обслуживающая анализирующие приборы и приборы химического контроля (газоанализаторы, кислородомеры, солемеры, концентратомеры и др.).

Участок по обслуживанию и ремонту регулирующих устройств основного и вспомогательного оборудования может иметь группы: по обслуживанию автоматических регуляторов турбинного цеха; котельного цеха; общестанционного оборудования.

Каждая из этих групп, как правило, возглавляется мастером или слесарем высокой квалификации.

Каждый участок цеха возглавляется мастером или старшим мастером в зависимости от числа групп в составе участка. Под руководством старшего мастера объединяются от двух до четырех отдельных групп.

Каждый участок (группа) проводит ремонтные и наладочные работы, проверку и испытания закрепленного за ним оборудования.

Для повышения качества и оперативности выполнения работ желательно, чтобы персонал участка (группы) специализировался по ремонтным и наладочным работам раздельно.

Машинные и слесарно-механические работы на всех участках должны обеспечиваться общецеховым участком по этим работам, возглавляемым мастером. В штате этого участка должны быть сварщики, электрослесари, слесари по точной механике, слесари-станочники и инструментальщики.

Для оперативного контроля и обслуживания систем управления цех ТАИЗ должен иметь вахтенных дежурных. Дежурство ведется по системе, принятой для обслуживания теплосилового оборудования (обычно четырехсменной). При двух и более дежурных один из них, имеющий более высокую квалификацию, назначается старшим — начальником смены, сменным мастером, старшим дежурным электрослесарем. В оперативном отношении вахтенный персонал подчиняется дежурному инженеру электростанции, а на блочных электростанциях — начальнику смены электростанции.

Для решения вопросов эксплуатации устройств систем управления цех ТАИЗ в зависимости от количества этих средств должен иметь инженера по эксплуатации или группу инженерно-технических работников во главе со старшим инженером. Эта группа организует и проводит инструктаж и тренировки персонала в соответствии с «Руководящими указаниями по организации работы с персоналом на электростанциях и в сетях», обеспечивает вахтенный персонал технической документацией, анализирует результаты эксплуатации и осуществляет руководство и контроль за работой оперативного персонала, анализирует причины отказов в работе защит, автоматических регуляторов и т. д.

Для проверки контрольно-измерительных приборов (в соответствии с правилами Государственного комитета стандартов) цех ТАИЗ должен иметь группу ведомственного надзора, возглавляемую инженером. Группа ведомственного надзора подчиняется непосредственно начальнику цеха.

Каждый участок (группа) должен иметь в штате слесарей разных разрядов в соответствии с «Тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, занятых в специализированных предприятиях по ремонту электроэнергетического оборудования,

а также на ремонте оборудования электростанций, электрических и тепловых сетей» (М.: Оргэнергострой, 1960).

Распределение штатов по разрядам зависит от сложности и количества обслуживаемых устройств систем управления и утверждается главным инженером электростанции. Все руководители групп и участков должны иметь специальное техническое образование. Численность персонала цеха определяется по действующим нормативам.

10-3. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ СЛУЖБ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ДРУГИМИ СЛУЖБАМИ И ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Цех ТАИЗ обслуживает и ремонтирует устройства систем управления и схемы, питающиеся напряжением до 380 В включительно.

Сюда входят:

- преобразователи (датчики), измеряющие неэлектрические величины и преобразующие их в электрические;
- электрическая часть исполнительных механизмов;
- электродвигатели, установленные в приборах теплотехнического контроля;

- электродвигатели переменного тока исполнительных механизмов, вибраторов, обдувочных аппаратов и т. п.

Электродвигатели вращающихся механизмов (насосов, вентиляторов, дымососов) и цепи управления обслуживает электрический цех.

Если цепи сигнализации от приборов соединяются с цепями, действующими на отключение вращающихся механизмов, то цех ТАИЗ обслуживает их от прибора до первого зажима.

Сборки питания, от которых подается напряжение 220—380 В в цепи систем управления, обслуживаются цехом ТАИЗ.

Помещение щитов управления обслуживает цех, которому принадлежит тепломеханическое оборудование, управляемое с этих щитов. Щиты и пульты устройств систем управления обслуживаются цехом ТАИЗ.

В теплотехнической части электростанции снятие и установку приборов, расположенных в местах с ограниченным доступом, производит цех ТАИЗ с разрешения и при участии цеха, которому принадлежит основное оборудование.

Цех ТАИЗ организует и производит ремонт электрических переносных приборов, измеряющих неэлектрические величины и находящихся в пользовании других цехов электростанции. Уход и наблюдение за состоянием и работой электроприводов запорной и регулирующей

арматуры (включая устройства соединения) осуществляет цех, в котором установлены приводы.

Ремонт регулирующих органов, сочленений их с исполнительными механизмами и редукторов электроприводов производит персонал, ведущий ремонт основного оборудования. Установка их на место и приемка после ремонта производятся с участием представителя цеха ТАИЗ.

Цех ТАИЗ обслуживает и ремонтирует электрические исполнительные механизмы на регулирующей арматуре теплосилового оборудования.

Установку, ремонт и обследование отборных устройств: штуцеров, бобышек, отводных и шунтирующих линий, расширителей, отборных устройств приборов химического анализа, запорной и регулирующей арматуры, первичных вентилей и других устройств на технологическом оборудовании осуществляет цех, за которым закреплено это оборудование.

Расчет сужающих устройств расходомеров (диафрагм, сопл и т. п.) выполняет цех ТАИЗ совместно с производственно-техническим отделом (ПТО). Установку сужающих устройств производит технологический цех при участии цеха ТАИЗ. Ремонт сужающих устройств выполняет цех, производящий ремонт основного оборудования, приемку их из ремонта — цех ТАИЗ.

Обслуживание и ремонт регуляторов прямого действия, гидравлических и пневматических исполнительных механизмов на технологическом оборудовании проводит цех, в котором установлено это оборудование. Механическую часть обдувочных аппаратов и выдвижных форсунок с электромеханическим приводом обслуживает и ремонтирует котельный цех.

За внешней чистотой и сохранностью приборов, устройств автоматизации, щитов, шкафов и сборок следит цех, в котором они расположены.

Цех ТАИЗ обслуживает трубные соединительные линии преобразователей систем управления, начиная от запорной арматуры со стороны оборудования до преобразователя.

Цех ТАИЗ производит контрольную поверку правильности показаний приборов, по которым производятся расчеты теплотехнических балансов. Обработку диаграмм для теплотехнических балансов выполняет ПТО. Нанесение на диаграммы самопишущих приборов шкал

времени, параметров и коэффициентов пересчета выполняет цех ТАИЗ.

Расчет характеристик регулирующих органов производит цех ТАИЗ совместно с ПТО. На основе расчетных характеристик ПТО совместно с технологическим цехом и цехом ТАИЗ определяются рабочие характеристики, за соответствием которых наблюдает технологический цех.

10-4. ОРГАНИЗАЦИЯ ЦЕХОВЫХ ЛАБОРАТОРИЙ И МАСТЕРСКИХ

Для проведения поверки и ремонта устройств систем управления цех ТАИЗ должен иметь специально оборудованные лаборатории и мастерские.

Помещения лабораторий и мастерских должны быть оборудованы в соответствии с действующими промышленно-санитарными нормами и правилами безопасности. Лаборатории и мастерские должны быть оснащены аппаратурой для выполнения поверочных и ремонтных работ. Цех ТАИЗ, имеющий в своем составе лаборатории и мастерские, должен иметь регистрационное удостоверение на право поверки и ремонта контрольно-измерительных приборов с перечнем этих приборов, выданное лабораторией государственного надзора по измерительной технике при Государственном комитете СССР по стандартам. Приборы поверяются в соответствии с действующими правилами и инструкциями.

Все средства и устройства систем управления и запасные части к ним должны храниться в специальных кладовых цеха. Электронная аппаратура, приборы машиноэлектрической системы, вторичные приборы и другие точные приборы и запасные части к ним должны храниться отдельно от механических приборов и материалов.

Помещения для хранения аппаратуры должны отвечать условиям, указанным в инструкции завода на данную аппаратуру. Расположение мест хранения аппаратуры не должно затруднять доставку ее в мастерские цеха.

В лабораториях и мастерских цеха запрещается длительное хранение аппаратуры, запасных частей и материалов. Нахождение приборов в мастерской допускается только на время их ремонта.

Перед ремонтом или поверкой первичные и вторичные приборы должны быть очищены от грязи и смазки вне лаборатории или мастерской. Ремонтные мастерские и лаборатории для приемки и хранения аппаратуры во время ремонта должны иметь специальные стеллажи.

Контрольно-измерительные приборы должны находиться в контрольно-поверочном помещении, оборудованном специальными установками и образцовыми приборами. В контрольно-поверочном помещении ремонт приборов производиться не должен. Помещение должно быть изолированное, без воздействия вибрации, магнитных и силовых электрических полей.

Точная аппаратура контроля и регулирования, электронные и электромеханические приборы, приборы магнитоэлектрической системы и другие должны ремонтироваться отдельно от первичных приборов, датчиков и исполнительных механизмов.

Цех должен иметь станочное оборудование, которое могло бы обеспечить изготовление соответствующих запасных частей. Станки должны быть сосредоточены в отдельном помещении (механической мастерской цеха). Мастерские и лаборатории цеха ТАИЗ должны быть оборудованы специальной лабораторной мебелью.

Для ремонта приборов с ртутным заполнением должно иметься специальное помещение (ртутная комната), оборудованное в соответствии с «Инструкцией по устройству и санитарному содержанию помещений, а также мерам личной профилактики при работе с металлической ртутью в лаборатории» и правилам техники безопасности.

Помещение должно быть изолированным, с отдельным входом и оборудоваться приточной и вытяжной вентиляцией. Столы-стенды должны быть выполнены из черного металла с корытами-ртутосуловителями. Обязательной принадлежностью ртутной комнаты для хранения ртути и деталей, покрытых ртутью, должен быть вытяжной шкаф. Ртуть должна храниться в резиновых грушах. Перед входом должна быть оборудована специальная раздевалка с душевой, так как входить в ртутную комнату в обычной спецодежде запрещается. Специальная одежда персонала для работы со ртутью должна быть абсолютно гладкой и без карманов. Ртутная комната оборудуется специальной ловушкой для ртути, устанавливаемой под полом комнаты. Полы в ртутной комнате выполняются из отполированной мраморной крошки или другого специального материала с обязательным уклоном к ртутной ловушке, с гладким подъемом на стены и заделывается заподлицо с ними. Покраска стен и потолков ртутной комнаты выполняется специальной полихлорвиниловой краской. Ртутная комната промывается после каждого дня работы. Для этой цели в ртутную комнату подводится горячая и холодная вода. По окончании работ рабочие должны вывесить в ртутной комнате контрольные лакмусовые флажки для сигнализации о наличии ртутных паров и принять душ.

Для градуировки ртутных приборов должно быть помещение, смежное с ртутной комнатой, имеющее от-

дельный вход и связанное с ртутной комнатой только через кабельные проводки со штепсельными разъемами. Желательно иметь специально герметизированное смотровое окно между ртутной комнатой и помещением для градуировки приборов.

Если на электростанции применяют радноизотопные приборы, то для их обслуживания и ремонта должно быть выделено изолированное помещение.

Во всех лабораториях и мастерских должны быть оборудованы контур заземления и подводка сжатого воздуха.

На электростанции должно иметься специальное помещение для оперативного (вахтенного) персонала цеха ТАИЗ. В этом помещении должны храниться необходимый запас приборов и запасных частей для проведения мелкого ремонта аппаратуры, а также запас диаграммной бумаги и техническая документация. Помещение должно быть расположено в главном корпусе электростанции.

Для тепловых электростанций мощностью 2400—3600 МВт, по данным Теплоэлектропроекта [1], производственные площади лабораторий должны составлять примерно 450 м², мастерских — 90 м², помещений в главном корпусе — 50 м² и прочих — 170 м².

Цех ТАИЗ должен иметь комплекс приборов для проведения испытаний и наладки систем управления агрегатами, а также обязательный резерв технических устройств систем управления, примерно составляющий 10—20% общего количества устройств данного типа.

10-5. РЕМОНТ И НАЛАДКА УСТРОЙСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Действующие устройства систем управления подвергаются планово-предупредительным и аварийно-восстановительным ремонтно-наладочным работам. Планово-предупредительные ремонты представляют собой комплекс работ, направленных на обеспечение длительной, надежной и экономичной работы средств систем управления.

Планово-предупредительный ремонт подразделяется на капитальный и текущий. К текущему ремонту относятся: осмотр, профилактический ремонт, наладка средств систем управления в период между капитальными ремонтами.

Во время капитального ремонта производится полная проверка средств систем управления независимо от их состояния с устранением обнаруженных недостатков. В период капитального ремонта технологического оборудования проводится и комплексный капитальный ремонт средств систем управления.

Текущие ремонтно-наладочные работы и поузловой капитальный ремонт могут проводиться в период эксплуатации или текущего ремонта технологического оборудования.

Во время эксплуатации технологического оборудования ремонт систем управления должен проводиться по заявке цеха ТАИЗ.

Цех ТАИЗ должен ежемесячно составлять планы ремонта и наладки действующих устройств систем управления с учетом графика ремонта технологического оборудования и планов организационно-технических мероприятий.

Перед началом капитального ремонта (за 2 месяца) цехом ТАИЗ составляются следующие документы:

ведомость объема работ по ремонту и наладке средств систем управления;

смета затрат;

спецификация на материалы, аппаратуру, запасные части и инструменты;

перечень работ, выполняемых другими цехами для цеха ТАИЗ, который передается этим цехам.

Технологическими цехами составляется перечень изменений в установке регулирующих органов, дроссельных устройств и другие сведения, необходимые цеху ТАИЗ.

Ремонтные и наладочные работы цеха ТАИЗ могут выполнять подрядные организации.

Мастера участков цеха ТАИЗ заносят в журнал ремонтов цеха перечень приборов, автоматических регуляторов и других устройств, проходящих плановый ремонт, с отметкой о вводе и выводе их из ремонта.

В журнал дефектов цеха ТАИЗ заносятся вид дефекта и способ его устранения, время обнаружения и устранения дефекта, время ввода устройства в работу.

Капитальный ремонт устройств систем управления начинается с момента ввода в ремонт технологического оборудования, на котором они установлены, и должен быть закончен к моменту опробования и пуска технологического оборудования.

При производстве работ персоналом технологических цехов на элементах оборудования, имеющих устройства,

принадлежащие цеху ТАИЗ, должен присутствовать представитель цеха ТАИЗ.

Во время ремонта и наладки устройств систем управления должно быть выполнено следующее:

составлена исполнительная смета затрат на проведенную работу;

внесены изменения в имеющиеся на электростанции схемы теплового контроля, автоматического регулирования, защит и сигнализации;

внесены изменения в инструкции по обслуживанию оборудования;

составлены технические акты и протоколы испытаний;

сделаны отметки в журнале ремонтов о выводе из ремонта средств систем управления.

По окончании ремонта на электростанции специальная пусковая комиссия под председательством главного инженера рассматривает все вопросы готовности агрегата к пуску и производит приемку из капитального ремонта. Результаты приемки подтверждаются записями руководителей цехов об окончании ремонта в журнале распоряжений, находящемся у оперативного персонала.

Аварийно-восстановительные ремонтные и наладочные работы выполняются в случае выхода из строя действующих средств контроля и управления. О каждом случае отказа приборов или автоматических регуляторов дежурный персонал технологического цеха обязан сообщить дежурному цеха ТАИЗ.

Дежурный персонал цеха ТАИЗ обязан принять меры к восстановлению в работе отказавшего устройства, а в случае необходимости отключить устройство. При возникновении дефектов в работе устройств систем управления, которые могут вызвать нарушение режима работы технологического оборудования, дежурный цеха ТАИЗ обязан немедленно поставить в известность дежурного инженера электростанции или начальника смены и по согласованию с ним (при необходимости) — начальника цеха ТАИЗ. В этом случае дежурный инженер электростанции или начальник смены вызывает ремонтно-наладочный персонал цеха ТАИЗ.

О всех отказах, неполадках, а также об аварийных ремонтных и наладочных работах делается запись в журнале дефектов цеха ТАИЗ с отметкой дежурного о вводе устройств в работу после устранения дефекта.

10-6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Эксплуатация средств контроля и управления включает:

- организацию профилактических и аварийно-восстановительных ремонтных и наладочных работ;

- соблюдение порядка и правил использования средств контроля и управления, определяемых инструкциями по эксплуатации;

- обеспечение технической документацией и соответствие ее состоянию устройств;

- учет и анализ опыта эксплуатации приборов, защит и автоматических регуляторов;

- совершенствование устройств контроля и управления;

- повышение квалификации персонала, эксплуатирующего устройства контроля и управления.

Поверка контрольно-измерительных приборов ведется в соответствии с Правилами 12—58 Комитета стандартов, мер и измерительных приборов. Для каждого участка цеха должен быть разработан план-график проведения поверок и испытаний действующих устройств контроля и управления. Планы-графики составляются на годовой период эксплуатации и утверждаются главным инженером электростанции.

На каждом участке должен иметься перечень обслуживаемых устройств контроля и управления. В перечне должны быть указаны основные технические данные устройств. В цехе должен вестись учет действующих приказов, циркуляров, предписаний и других директивных и руководящих указаний с пометками о сроках их выполнения.

Включение в эксплуатацию вновь вводимых устройств контроля, автоматического регулирования, защит и сигнализации производится после испытаний на действующем оборудовании по программе, утвержденной главным инженером электростанции, оформления всей технической документации и проведения инструктажа дежурного персонала цеха ТАИЗ и технологического цеха.

Испытания автоматических регуляторов и защит производятся комиссией, назначаемой главным инженером электростанции. В состав комиссии должны входить представители цеха, в котором установлено технологи-

ческое оборудование, цеха ТАИЗ и наладочной организации (если последняя вела наладку). По результатам испытаний составляется акт о включении устройства в эксплуатацию. Производится также запись о включении в журнале распоряжений и в оперативных журналах цехов ТАИЗ и технологического цеха.

Включение устройств автоматического регулирования, защит и сигнализации после плановых ремонтно-наладочных работ производится с разрешения начальника смены технологического цеха в присутствии дежурного цеха ТАИЗ. О включении делается запись в оперативных журналах цехов ТАИЗ и технологического. Если во время плановых ремонтно-наладочных работ были произведены изменения в схемах автоматического регулирования или защит, существенно влияющие на их работу, то включение должно производиться в порядке, принятом при вводе новых устройств.

Устройства защиты, автоматического регулирования и сигнализации подготавливаются к включению в работу персоналом цеха ТАИЗ. Включение производится персоналом цеха, в котором расположено оборудование. Дежурным цеха ТАИЗ в оперативном журнале делается запись о включении.

Оперативный персонал технологических цехов допускается к обслуживанию теплосилового оборудования, оснащенного устройствами защиты, автоматического регулирования и сигнализации, после специального обучения и проверки знаний инструкций по эксплуатации автоматизированного оборудования.

При нормальной работе теплосилового оборудования все наладочные устройства контроля и управления должны быть включены. В случае возникновения сомнения в правильности работы приборов контроля и автоматического регулирования или при обнаружении неисправности их персонал технологического цеха должен руководствоваться инструкцией по обслуживанию оборудования и поставить об этом в известность дежурного цеха ТАИЗ.

Дежурный цеха ТАИЗ в первом случае должен провести контрольную проверку правильности работы устройств, во втором — отключить устройства для выполнения ремонтно-восстановительных работ. В обоих случаях работа выполняется с разрешения начальника смены технологического цеха.

В случае необходимости персонал цеха ТАИЗ отключает действующие средства контроля и управления с разрешения уполномоченных на это лиц.

Персонал технологического цеха обязан отключать действующие средства контроля и управления с последующим сообщением дежурному цеха ТАИЗ:

в случае явной неисправности устройства;
при изменении режима работы оборудования в соответствии с инструкцией по обслуживанию.

Случаи отключения действующих средств контроля и управления отмечаются в оперативном журнале цеха ТАИЗ с указанием времени и причин.

В цехе должен иметься перечень ремонтно-наладочных работ, проводимых без наряда и по наряду, утвержденный главным инженером электростанции.

Все элементы схем защит должны иметь предохраняющую окраску, отличную от окраски других средств контроля и управления.

На шкале одноточечных контрольно-измерительных приборов должны быть нанесены отметки предельно допустимых значений измеряемых величин. Приборы, включенные в схемы защит, должны иметь отметку уставки срабатывания.

10-7. ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Для учета подготовки и проведения ремонтно-наладочных работ цех ТАИЗ должен иметь журналы ремонтов и дефектов. Для контроля за работой и состоянием измерительных приборов и автоматических регуляторов цех ТАИЗ должен иметь оперативный журнал. В журнале дежурные цеха ТАИЗ в хронологическом порядке отмечают все случаи отключений и включений приборов и регуляторов с указанием причин, а также полученные оперативные распоряжения и выполнение их дежурными цеха ТАИЗ.

Для постоянного руководства дежурный персонал цеха ТАИЗ должен иметь журналы распоряжений. Распоряжения записываются в журналы начальником цеха ТАИЗ или его заместителями.

Цех ТАИЗ обязан разработать для оперативного персонала технологических цехов следующую документацию:

а) блок-схемы (скелетные схемы) для каждого наложенного устройства защиты и сигнализации и для каждого автоматического регулятора;

б) инструкции по эксплуатации оборудования, оснащенного автоматическими регуляторами, устройствами защит и сигнализации;

в) технологические схемы теплосилового оборудования с нанесением расположения мест измерения кон-

тролируемых величин, расположения регулирующих органов и исполнительных механизмов.

Дежурный персонал цеха ТАИЗ должен пользоваться в своей работе следующей технической документацией:

блок-схемами и принципиальными электрическими схемами контроля и управления;

принципиально-монтажными электрическими схемами автоматического регулирования, защит и схемами сложных приборов (развертки);

исполнительными монтажными чертежами (автоматического регулирования, защит, сигнализации и контроля);

инструкциями по поверке и настройке преобразователей (датчиков), электронных блоков и других элементов схем автоматического регулирования;

принципиальными и принципиально-монтажными схемами дистанционного управления; инструкцией по эксплуатации устройств дистанционного управления;

инструкциями по каждому типу контрольно-измерительных приборов с основными техническими данными, указанием способов устранения наиболее характерных неисправностей;

электрической схемой разводки напряжения питания к приборам и автоматическим регуляторам;

планом-графиком профилактических работ, выполняемых цехом ТАИЗ.

Помимо перечисленной документации в цехе ТАИЗ должны быть следующие технические документы:

а) журнал с перечнем устройств защит и сигнализаций с указанием значения уставок срабатывания и характера воздействия на технологическую схему по каждому пределу срабатывания (карты уставок); перечень уставок утверждается главным инженером электростанции; журнал просматривается не реже одного раза в год;

б) журнал эксплуатации устройств защит и сигнализации, в который заносятся результаты плановых проверок и все случаи отказа или ложного действия их во время эксплуатации;

в) акты испытаний устройств защиты, автоматического регулирования и сигнализации с целью выбора уставок срабатывания и для определения диапазона регулирования при вводе после монтажа;

г) формуляры эксплуатации автоматических регуляторов, содержащие сведения по наладке и настройке каждого регулятора. В формуляры вносятся сведения о каждом случае неправильной работы или отказа автоматических регуляторов, о результатах по-

верок, об определении характеристик регулирующих органов, расчеты настройки регуляторов;

д) ведомость смонтированных и действующих устройств контроля и управления с указанием срока первоначального ввода в эксплуатацию и места установки;

е) общие виды щитов;

ж) кабельные журналы;

з) карты настройки регуляторов, которые должны храниться в корпусах регулирующих приборов;

к) аттестаты и паспорта на приборы теплового контроля (в соответствии с Правилами 12—58 Комитета стандартов, мер и измерительных приборов);

к) сведения о лабораторной поверке устройств автоматического регулирования, защит, сигнализации, измерений;

л) документация по выполнению монтажных работ: акты сдачи-приемки оборудования контроля и управления из монтажа (если монтаж велся специализированной организацией), а также документы, разрешающие отступление от рабочих чертежей проекта; акты на скрытые работы; акты на обезжиривание труб; протоколы измерения изоляции проводов и кабелей.

В цехе ТАИЗ должны иметься заводские инструкции, паспорта и аттестаты на контрольно-измерительные приборы, автоматические регуляторы, устройства защит и сигнализации.

Схемы и инструкции пересматриваются регулярно в соответствии с ПТЭ и при их изменении. Инструкции по эксплуатации и принципиальные схемы автоматических регуляторов, устройств защит и сигнализации утверждаются главным инженером электростанции.

В случае выполнения наладочных работ специализированной организацией последняя выдает цеху ТАИЗ исполнительную документацию, инструкцию по эксплуатации автоматизированного оборудования и отчеты по наладке.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Некоторые условные обозначения приборов по ГОСТ 3925-59

Элементы схем	Условные обозначения
1. Измерительный прибор, основное обозначение	
2. То же, допускаемое обозначение	
3. Регулирующий (сигнализирующий) прибор, основное обозначение	
4. То же, допускаемое обозначение	
5. Измерительный и регулирующий (сигнализирующий) прибор в одном корпусе, основное обозначение	
6. То же допускаемое обозначение	
7. Электрическая дистанционная передача	
8. Пневматическая дистанционная передача	
9. Гидравлическая дистанционная передача	
10. Механическая дистанционная передача	
11. Стекланный термометр расширения	
12. То же электроконтактный	
13. Одинарный термометр сопротивления	
14. То же двойной	
15. Одинарный термоэлектрический преобразователь (термопара)	
16. То же поверхностный	

Элементы схем	Условные обозначения
17. Одинарный термоэлектрический преобразователь (термопара) скоростной	
18. Термобаллон манометрического термометра	
19. Приемное устройство пирометра излучения	
20. Отборное устройство давления, уровня, состава газов и жидкостей	
21. Счетчик жидкости, газа	
22. Расходомер постоянного перепада	
23. Сужающее устройство для измерения расхода по перепаду давления (острие изображения направлено против потока)	
24. Поплавковое приемное устройство	
25. То же радиоизотопное	
26. Приемное устройство динамометрическое (тензометрическое, пьезометрическое и др.).	
27. Приемное устройство тахометрическое	
28. Поршневой исполнительный механизм	
29. То же электромагнитный (соленоидный)	
30. То же мембранный	
31. Исполнительный механизм с электродвигателем переменного тока	
32. То же постоянного тока	
33. Регулирующий проходной клапан	

Элементы схем	Условные обозначения
34. Регулирующая заслонка	
35. Разделительный или уравнивательный сосуд	
36. То же конденсационный	
37. Переключатель электрических цепей измерения	
38. То же газовых (воздушных) линий	
39. Панель дистанционного управления для пневматического или гидравлического регулирования	
40. Ключ или переключатель электрических цепей управления	
41. Пускатель	
42. Реостат	
43. Электрический звонок	
44. Электрическая сирена, гудок	
45. Сигнальная лампа (световой сигнал)	
46. Кнопка управления (число точек должно соответствовать числу кнопок)	

Примечания: 1. Прямоугольник (по пп. 7, 8, 9 и 10) должен при-
мыкать к изображению приборов вертикально или горизонтально.

2. Для обозначения преобразователей (датчиков) осевого сдвига ротора, тепловых расширений, вибраций и др. обычно используют обозначение «Приемное устройство динамометрическое» (п. 26).

3. В верхнюю половину изображения приборов и регуляторов (пп. 1—6) вписываются буквенные обозначения контролируемых и регулируемых величин (табл. 2).

4. В нижнюю половину изображения приборов и регуляторов (пп. 1—6) вписывается одно или несколько буквенных обозначений функциональных признаков (табл. 3).

5. В изображениях бесшкальных преобразователей (датчиков) проставляются только буквенные обозначения контролируемой или регулируемой величины. Нижняя половина изображения преобразователя остается незаполненной.

Таблица 2

Буквенные обозначения контролируемых и регулируемых величин по ГОСТ 3925-59

Наименование величины	Обозначение	Наименование величины	Обозначение
Температура	t	Доза радиоактивного излучения	D
Давление, разрежение и вакуум	P	Сила тока (для амперметров)	A
Расход или количество	G	Напряжение (для вольтметров)	V
Уровень	H	Мощность (для ваттметров)	W
Влажность	m		
Концентрация	C^*		
Количество тепла	Q		

* Допускается вместо обозначения C вписывать в изображение химическую формулу измеряемого или регулируемого вещества.

Таблица 3

Буквенные обозначения функциональных признаков приборов и регуляторов (ГОСТ 3925-59)

Наименование признака	Обозначение	Наименование признака	Обозначение
Показывающий	P	Статический	C
Самопишущий	C	Астатический	Ac
Интегрирующий	I	Изодромный	$Из$
Сигнализирующий	Cz	Позиционный	Pz
Отрабатывающий соотношение	Co	Программный	Pz
		Следящий	Cl

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация крупных тепловых электростанций/ Под ред. М. П. Шальмана. М.: Энергия, 1974. 240 с.
2. Агранович И. И. Особенности монтажа электрооборудования атомных электростанций. М.: Энергия, 1977. 174 с.
3. Алгоритмы оптимизации проектных решений/ Под ред. А. И. Половинкина. М.: Энергия, 1976. 264 с.
4. Андронов И. В., Плинер Я. Е. Коммутация щитов и пультов автоматизации производственных процессов. М.: Стройиздат, 1973. 207 с.
5. Емельянов А. И. и Капник О. В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами. М.: Энергия, 1974. 500 с.
6. Зозулевич Д. М. Машинная графика в автоматизированном проектировании. М.: Машиностроение, 1976. 240 с.
7. Ключев А. С., Глазов Б. В. и Миндин М. В. Техника чтения схем автоматизированного управления и технологического контроля. М.: Энергия, 1977. 296 с.
8. Монтаж приборов и средств автоматизации/ Под ред. А. К. Адабашьяна и др. М.: Энергия, 1972. 504 с.
9. Настройка автоматических систем и устройств управления технологическими процессами. Справочное пособие под редакцией А. С. Ключева. М.: Энергия, 1977. 400 с.
10. Правила 28—64. Измерение расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами. М.: Стандартгиз, 1964. 148 с.
11. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Энергия, 1978. 703 с.
12. Ротач В. Я. Расчет динамики промышленных систем регулирования. М.: Энергия, 1973. 416 с.
13. Смирнов Л. П. Монтаж кабельных линий. Справочник электромонтера. М.: Энергия, 1968. 408 с.
14. Стефани Е. П. Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессов. М.: Энергия, 1972. 376 с.
15. Строительные нормы и правила. Ч. III. Гл. 34. Правила производства и приемки работ. Система автоматизации. СНиП III-34-74. М.: Стройиздат, 1976. 81 с.
16. Тищенко Н. М. Введение в проектирование сложных систем автоматики. М.: Энергия, 1976. 305 с.
17. Устройства теплотехнических измерений и автоматического управления электростанций/ Под ред. Ю. А. Клушина и С. Ф. Чистякова. М.: Энергия, 1975. 296 с.
18. Файерштейн Л. М., Этинген Л. С. и Гохбойм Г. Г. Справочник по автоматизации котельных. М.: Энергия, 1978. 343 с.
19. Чистяков С. Ф. Монтаж приборов теплотехнического контроля и средств автоматизации на электростанциях. М.: Энергия, 1976. 352 с.
20. Чистяков С. Ф. и Радун Д. В. Теплотехнические измерения и приборы. М.: Высшая школа, 1972. 392 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава первая. Общие сведения о проектировании АСУ ТП	9
1-1. Основные требования	9
1-2. Автоматизация проектных работ	11
Глава вторая. Основы проектирования систем управления	15
2-1. Цель и порядок выполнения проектных работ	15
2-2. Задание на проектирование устройств контроля и управления	16
а) Содержание и объем задания	16
б) Организация оперативного управления	17
в) Выбор устройств измерительной информации	18
г) Новые средства контроля и управления	19
2-3. Технический проект	19
а) Содержание и объем технического проекта	19
б) Структурные схемы контроля и управления	20
в) Функциональные схемы	21
г) Планы расположения щитов, пультов и машин	27
д) Заявочные и заказные ведомости (спецификации)	29
е) Сметы, пояснительная записка и прочие материалы	31
2-4. Рабочие чертежи	33
а) Назначение и содержание рабочих чертежей	33
б) Структурные и функциональные схемы. Общие виды щитов и пультов	34
в) Принципиальные (элементные) схемы	36
г) Монтажные схемы	41
д) Условия совместной прокладки электрических цепей различного назначения	47
е) Прочие рабочие чертежи и материалы	49
ж) Компенсация температурных удлинений трубных проводок	50
Глава третья. Подготовка и организация монтажных работ	51
3-1. Особенности монтажных работ и структура монтажных организаций	51
3-2. Инженерно-техническая подготовка	57
а) Разработка проекта производства работ	57
б) Сетевой график	60
3-3. Организационная и материально-техническая подготовка монтажных работ	67
а) Организационная подготовка монтажных работ	67
	275

б) Материально-техническая подготовка монтажных работ	69
в) Порядок выполнения монтажно-наладочных работ	76
3-4. Техника безопасности при монтаже технических средств АСУ ТП	77
а) Вводный и производственный инструктаж по технике безопасности	77
б) Погрузочно-разгрузочные работы и складирование материалов	78
в) Работы на высоте	79
г) Работы с электрическим, пневматическим и слесарным инструментом	80
д) Сварочные работы	81
е) Работы с монтажным поршневым пистолетом	83
Глава четвертая. Монтаж устройств для получения сигналов информации и местных средств управления	84
4-1. Общие положения	84
4-2. Устройства информации о давлениях	85
а) Использование единиц давления	85
б) Присоединение отборных устройств	85
в) Источники дополнительных погрешностей	90
4-3. Устройства информации о расходах жидкостей, газов и паров	91
а) Правила расположения и установки сужающих устройств	91
б) Установка сужающих устройств	94
в) Установка преобразователей перепада давления в электрические сигналы	100
4-4. Устройства информации о температурах	103
а) Источники дополнительных погрешностей при контактных методах измерения	103
б) Установка термометров	105
в) Особенности установки бесконтактных измерительных устройств	110
4-5. Прочие устройства измерительной информации	112
а) Счетчики количества, индикаторы и преобразователи расхода	112
б) Устройства информации об уровнях жидкостей	114
в) Устройства информации о содержании пара	117
г) Устройства информации о составе газа	120
4-6. Монтаж исполнительных механизмов	123
а) Особенности электрических исполнительных механизмов	123
б) Установка исполнительных механизмов	124
в) Регулирующие органы и их сочленение с исполнительными механизмами	125
4-7. Монтаж путевых выключателей	127
4-8. Монтаж нетиповых устройств и скрытые работы	131

Глава пятая. Монтаж трубных проводок	133
5-1. Общие сведения о трубных проводках	133
5-2. Сортамент труб	136
а) Стальные водогазопроводные трубы	136
б) Стальные трубы бесшовные	137
в) Трубы из цветных металлов	138
г) Трубы из пластмасс и резины	139
д) Пневмокабели	140
5-3. Расположение трубных проводок	140
а) Особенности прокладки труб	140
б) Уклоны соединительных линий	142
5-4. Подготовительные работы к монтажу трубных проводок	143
а) Обработка труб	143
б) Гнутье труб	145
в) Укрупненная сборка труб	147
5-5. Прокладка трубных проводок	152
а) Прокладка одиночных трубопроводов	152
б) Установка крепежных деталей	154
в) Применение строительного монтажного пистолета	155
г) Установка и крепление блоков труб	158
д) Проходы трубных проводок через стены и перекрытия	160
5-6. Соединения труб	163
а) Соединения водогазопроводных труб	163
б) Разъемные соединения	164
в) Сварочные работы	170
г) Пайка труб	173
д) Теплоизоляция труб	174
5-7. Проверка и испытания труб, арматуры и трубных проводок	174
а) Испытания труб и арматуры	174
б) Испытания трубных проводок	175
Глава шестая. Монтаж электрических проводок	179
6-1. Основные положения	179
6-2. Разновидности проводов и кабелей	180
а) Изолированные провода	180
б) Термоэлектродные (компенсационные) провода	182
в) Кабели	184
6-3. Прокладка электрических проводок	188
а) Общие условия	188
б) Прокладка кабелей открыто в зданиях, туннелях и каналах	189
в) Прокладка кабелей в коробах	194
г) Прокладка проводов, кабелей и труб в защитных трубах	198
д) Прокладка кабелей в земле	202
е) Маркировка электрических линий	202
6-4. Концевые заделки кабелей и проводов	203
а) Общие положения	203

б) Заделка кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией жил	204
в) Заделка кабелей с бумажной изоляцией жил	207
г) Заделка кабелей в штепсельные разъемы	208
д) Заделка отдельных проводов и оконцевание жил	210
6-5. Соединение кабелей и проводов	212
а) Виды соединений	212
б) Соединения жил кабелей и проводов	212
в) Соединение кабелей в поливинилхлоридных и резиновых муфтах	213
г) Соединение кабелей в свинцовых муфтах	214
д) Соединение кабелей в чугунных муфтах	215
6-6. Заземление и зануление электрических проводов	216
а) Общие положения	216
б) Присоединение заземляющих проводников	217
в) Заземлители	219
6-7. Контроль электрических проводов	220
а) Испытание линий	220
б) Измерение сопротивления изоляции	222
в) Определение места повреждения электрических проводов	223
Глава седьмая. Установка щитов, пультов и информационно-вычислительных машин	224
7-1. Установка щитов, пультов и соединительных коробок	224
а) Подготовительные и механические работы	224
б) Ввод и присоединение кабелей, проводов и труб	227
в) Коммутация проводов и труб на щитах и пультах	229
г) Установка соединительных коробок	231
7-2. Установка информационно-вычислительных машин	231
а) Структура машины ИВ-500	231
б) Особенности установки машин	232
7-3. Установка приборов и аппаратуры на щитах и пультах	235
Глава восьмая. Особенности монтажа технических средств АСУ ТП на атомных электростанциях	238
8-1. Условия монтажа на атомных электростанциях	238
8-2. Особенности монтажа устройств информации и вывода сигналов во внешнюю среду	239
8-3. Особенности монтажа электрических проводов	244
Глава девятая. Наладка технических средств АСУ ТП	247
9-1. Стендовая поверка технических средств АСУ ТП	247
9-2. Индивидуальное опробование технических средств АСУ ТП	249
а) Работы по опробованию	249
б) Испытание трубных проводов	250
в) Испытание электрических проводов	251

г) Наладка регулирующих органов и исполнительных механизмов	252
9-3. Сдаточная документация и включение технических средств АСУ ТП в пробную эксплуатацию	252
9-4. Режимная настройка автоматических регуляторов	253
Глава десятая. Эксплуатация систем управления	253
10-1. Общие положения	253
10-2. Структура служб эксплуатации систем управления	255
10-3. Взаимоотношения служб эксплуатации систем управления с другими службами и организациями	258
10-4. Организация цеховых лабораторий и мастерских	260
10-5. Ремонт и наладка устройств систем управления	262
10-6. Эксплуатация устройств контроля и управления	265
10-7. Документация по эксплуатации систем управления	267
Приложение	270
Список литературы	274

СЕРГЕЙ ФЕДОРОВИЧ ЧИСТЯКОВ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Редактор *Н. И. Смирнов*
Редактор издательства *А. А. Кузнецов*
Переплет художника *Е. Н. Волкова*
Технический редактор *Н. П. Собакина*
Корректор *Г. А. Полонская*
ИБ № 2181

Сдано в набор 30.07.79	Подписано в печать 12.10.79	T-17334
Формат 84×108 ¹ / ₃₂	Бумага типографская № 2	Гарн. шрифта литературная
Печать высокая	Усл. печ. л. 14,7	Уч.-изд. л. 15,57
Тираж 14 000 экз.	Заказ 245	Цена 70 к.

Издательство «Энергия», 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10
Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10