

Некоторые машины МЦКР дополняются вычислительными устройствами для обработки информации и использования результатов численных для автоматического управления.

Наиболее распространенными типами отечественных машин МЦКР являются «Марс-200Р», «Амур», «Сокол».

В зависимости от типов машин в качестве датчиков используют термометры сопротивления, термоспары, датчики Э. д. с. и напряжения постоянного тока, а также дифференциально-трансформаторные датчики давления, расхода и т. д. При этом количество контролируемых параметров составляет от 56 до 800 единиц.

Основными элементами МЦКР являются нормализующие элементы, входные коммутаторы, логические элементы, схемы сравнения, цифровые преобразователи.

Нормализующие элементы согласуют выходные характеристики аналоговых сигналов датчиков с входной характеристикой преобразующего устройства. Обычно нормализующие схемы представляют собой различные мостовые схемы, позволяющие унифицировать и линеаризовать входные сигналы датчиков.

Входные коммутаторы представляют собой обтекающие переключатели, которые используют для подключения датчиков в определенной последовательности к узлам обработки информации машины. В зависимости от типов машин входные коммутаторы могут выполняться в виде вращающихся электромеханических переключателей, электромагнитных реле и бесконтактных управляемых схем на тиристорах, полупроводниковых приборах и интегральных схемах.

Схемы сравнения применяют как для определения отклонения регулируемого параметра от заданного значения, так и для цифрового преобразования входного аналогового сигнала датчиков. В качестве элементов сравнения аналоговых сигналов датчиков контролируемых параметров с заданным значением установки задания используют нуль-индикаторы. В МЦКР используют 2 типа нуль-индикаторов: контактные и бесконтактные. Бесконтактные нуль-индикаторы отличаются от контактных большим быстродействием и надежностью.

Логические элементы в машинах выполняют логические и арифметические операции, связанные с решением задач автоматического регулирования и управления. В зависимости от типа машины логические операции выполняются релейно-контактными схемами и бесконтактными элементами. По своим функциям логические элементы выполняют операции вычитания «НЕ», сложения «ИЛИ» и умножения «И».

Цифровые преобразователи преобразуют аналоговый сигнал датчиков в цифровой код.

В качестве примера рассмотрим структурную схему машины централизованного контроля «Сокол» (рис. 175, а).

Машина предназначена для централизованного контроля сложных непрерывных технологических процессов при большом количестве контролируемых параметров (до 200) и позволяет выполнять

сигнализации 5, при этом включается одна из сигнальных ламп и звуковая сигнализация.

Блок цифровой регистрации имеет входной коммутатор 8, панель задания коэффициентов 9, цифровой преобразователь 11, распределитель точек регистрации 10, программный узел управления печатью 12, на выходе которого установлены два печатающих устройства 13, 16.

Цифровое регистрирующее устройство печатает время отклонения параметра, его числовое значение и порядковый номер контролируемого параметра. В схему цифровой регистрации входит счетчик импульсов времени 14 и программное устройство 15, имеющее связь с запоминающим устройством 7.

В цехах и на участках с высокой степенью автоматизации количество импульсных линий и контрольных кабелей, связывающих оборудование со щитами КИПиА, колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен, поэтому для удобства эксплуатации и определения неисправностей прибегают к маркировке, т. е. присвоению линии или кабелю определенного порядкового номера. Для нумерации электрических кабелей и проводов применяют целые числа (1, 2, 3, 4, 5 и т. д.), а для нумерации импульсных линий впереди числа пишется ноль (01; 02; 03; 04; 05 и т. д.).

С целью сокращения времени на монтажные работы, экономии кабелей и импульсных линий для соединения группы датчиков со щитом КИПиА используют соединительные коробки, которые устанавливают в непосредственной близости к датчикам.

На рис. 175, б показана монтажная схема соединения датчиков с соединительной коробкой СК-1. Термометры сопротивления ТС-1, ТС-2 и дифманометр-расходомер ДМ через блок зажимов (электрические цепи 25—34) кабелем 10 соединяют со щитом КИПиА № 1. Кабель типа КНРГ — контрольный негорючий резиновый гибкий имеет девять жил сечением 1,5 мм² (9 × 1,5); длина кабеля, соединяющего коробку СК со щитом КИПиА № 1, равна 100 м ($l=100$ м).

Цепь управления магнитного пускателя МП-1 соединяется со щитом КИПиА № 2 отдельным кабелем 25 типа АКНРГ — алюминиевого, контрольного негорючего резинового гибкого сечением 1,5 мм².

Для защиты измерительных линий датчиков от влияния наводок от цепей управления с напряжением 220—380 В эти цепи прокладывают отдельными кабелями. Например, для измерительных цепей используется кабель 10, а для силовых цепей — кабель 25.

На рис. 176 показан общий вид управления и контроля технологического объекта с использованием микропроцессора и дисплея.

Основные выводы

1. Автоматические регуляторы позволяют автоматизировать сложные технологические процессы производства.

2. Для осуществления замкнутой системы регулирования параметра (например, давления) необходимо заданный объект согласо-

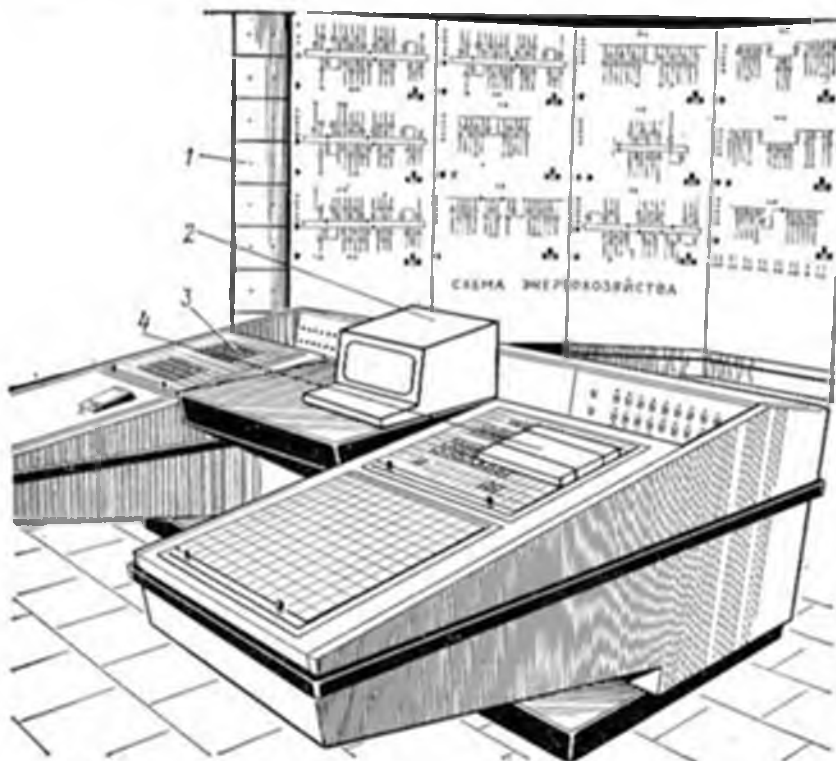


Рис. 176. Общий вид управления и контроля технологического объекта с использованием микропроцессора и дисплея:

1 — стойка микропроцессора, 2 — дисплей, 3 — табло, 4 — вывод информации на печать

вать с датчиком и задатчиком параметра, автоматическим регулятором и исполнительным регулирующим органом.

3. Параметры настройки регулятора (предел пропорциональности, время издрорма и закон регулирования) определяются динамикой переходных процессов объекта.

4. Машины централизованного контроля и регулирования используются для автоматизации технологических процессов при большом количестве контролируемых параметров (от десятков до сотен).

5. Большие перспективы в автоматизации производств связаны с использованием микропроцессоров и дисплеев, позволяющих вести технологические процессы по заданным программам.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличаются замкнутые системы регулирования от разомкнутых?
2. Может ли работать автоматическая система регулирования при неисправности одного из элементов (датчика, задатчика, сумматора и т. д.)?

3. Какие основные элементы настройки имеют пневматические и электронные регуляторы?

4. Перечислите основные органы настройки регулятора Р-25 (см. рис. 225, а).

5. Каков принцип работы измерительного блока регулятора Р-25?

После усвоения материала главы и ответа на контрольные вопросы можно приступить к решению задач.

Задача 15

Любой тип регулятора имеет переменное значение предела пропорциональности в пределах 10—250 %.

Как будет отработывать «выходной сигнал» регулятор при минимальном (10 %) и максимальном (250 %) значении пропорциональности? Как это связано с исполнительным механизмом при регулировании контролируемого параметра (расходе воды, пара; давления или уровня жидкости)?

При решении задачи используйте материал § 4, 5.

Задача 16

Используя измерительную схему регулятора Р-25 (см. рис. 172), определить, как поведет себя электронный регулятор при обрыве цепи задатчика или датчика (R20, ТС-1, ТС-2)? Как проверить работу регулятора при устранении обрыва? Чем можно временно заменить сопротивление датчика или задатчика (при их обрыве) для проверки работоспособности регулятора?

ГЛАВА X

ПОНЯТИЕ О ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТАХ И МАНИПУЛЯТОРАХ

§ 1. Назначение и классификация роботов

Дальнейшее повышение производительности труда, высокая механизация трудоемких, тяжелых и вредных операций связаны с внедрением в технологические процессы промышленных роботов и манипуляторов.

По назначению роботы подразделяются на три группы: промышленные роботы; роботы в научных исследованиях, связанных с тяжелыми условиями труда; роботы в сфере сервиса и обслуживания.

Промышленный робот — автоматическая машина, представляющая собой совокупность манипулятора и перепрограммируемого устройства управления, предназначенная для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций, заменяющих аналогичные функции человека при перемещении предметов производства и (или) технологической оснастки.

В зависимости от выполняемых функций промышленные роботы подразделяются на универсальные, специализированные и специальные.

Универсальный робот имеет рабочий орган, способный совершать не менее семи рабочих движений — одно на удержание предмета (заготовки, детали), три движения линейных и

три — угловых. Робот имеет возможность переналадки на обслуживание рабочих зон.

Специализированный робот, как правило, обслуживает одно рабочее место и выполняет операцию одного типа. Рабочий орган робота имеет до четырех степеней подвижностей и регулируемую длину рук.

Специальные роботы выполняют простые операции в заданном технологическом процессе. Они обладают одной — тремя степенями подвижности, работают по программе (например, снятие и подача деталей).

По характеру программирования роботы подразделяются на три класса: с программируемой системой управления, с адаптивной системой управления и интегральные с возможностью самообучения.

По числу исполнительных органов (рук) роботы подразделяются на одиорукие, двурукие и многорукие.

Одной из важных характеристик роботов является тип исполнительных органов манипуляторов, служащих для привода и работы по сигналам, поступающим от задающего органа робота. В соответствии с этим различаются приводы механические, электромеханические, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Промышленные роботы имеют характеристику по конструктивному исполнению, по грузоподъемности, по конструкции манипуляторов и т. д.

§ 2. Манипуляционные устройства роботов

Манипулятор представляет собой устройство, содержащее рабочий орган, предназначенный для имитации перемещений и рабочих функций человека, и управляемое оператором или действующее автоматически. Как правило, манипуляторы имеют сменные рабочие органы в виде захватов, имитирующих пальцы руки или различных инструментов. Число степеней подвижности манипуляторов общего назначения определяется из целого ряда соображений: предмет в пространстве может совершать шесть независимых движений (три поступательных, три вращательных). Поэтому универсальный манипулятор должен иметь не менее шести независимых степеней подвижности. Однако для увеличения зон обслуживания, маневренности число движений манипуляторов часто делают более семи. Для движений исполнительного органа можно использовать любую из трех систем координат: прямоугольную, цилиндрическую или сферическую, а также их различные сочетания.

Наиболее распространенным является шпаловый манипулятор, состоящий из шпала с рукояткой управления и исполнительного кистевого захвата, опоры, инструмента и герметизирующего чехла. Кистевое звено может обладать свойством изгибаться, двигаться как в одной, так и двух плоскостях, а также вращаться вокруг своей оси.

На рис. 177 показан шпатовый манипулятор типа 76ЛГ без кистевого захвата. На одном конце несущей трубы 6 установлена рукоятка 5 pistolетного типа, на другом — сменные рабочие органы. В несущей трубе смонтирован зажимный шток 2, осуществляю-

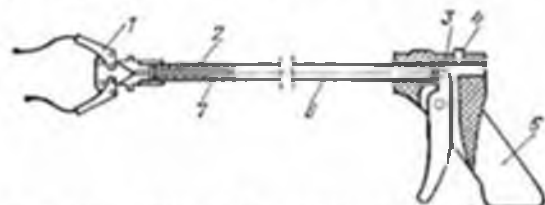


Рис. 177. Шпатовый манипулятор без кистевого звена типа 76ЛГ:

1 — захват губок, 2 — зажимный шток, 3 — курок, 4 — фиксатор штока, 5 — рукоятка, 6 — несущая труба, 7 — пружина

щий захват губок 1. Перемещение штока производится курком 3 через пружину 7.

Конструкция шпатового манипулятора с кистевым захватом типа МШ-5Н отличается от манипулятора типа 76ЛГ способностью изгибать кисть до угла 90° (рис. 178).

Изгиб и выпрямление кисти 3 выполняется специальным маховичком 5, расположенным в передней части рукоятки. Вращение ма-

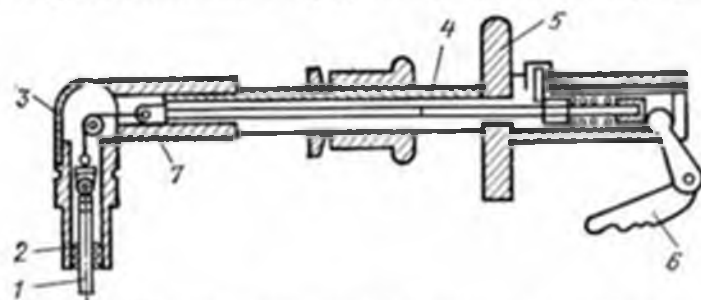


Рис. 178. Шпатовый манипулятор с кистевым захватом типа МШ-5Н:

1 — толкатель, 2 — пружина, 3 — кисть, 4 — несущая труба, 5 — маховичок изгиба, 6 — рычаг перемещения толкателя, 7 — рычаг

ховичка 5, производимое органом, преобразовывается в осевое перемещение трубы 4. Труба, передвигаясь вдоль оси шпата, перемещает рычаг 7, шарнирно закрепленный на трубе и кисти. Поэтому при своем перемещении рычаг поворачивает кисть относительно корпуса несущей трубы.

Универсальный манипулятор состоит из задающего органа, исполнительного органа телескопической конструкции; связующего органа, опоры и кронштейна. В качестве приводных гибких связей используются тросы, металлические ленты или ленты с участками втулочно-роликовых цепей.

На рис. 179 показана схема механизма разгиба шатуно-кривошипного типа. Механизмом разгиба исполнительный орган 2 может быть приведен из одного рабочего состояния в другое. Движение от рукоятки 14 к исполнительному органу передается через конические шестерни 12 и 9, вал 7, ползун 4, шатун 3. Опоры 5, 6, 8, 13 соединены со связующим органом 1. Шестерня 9 имеет внутри

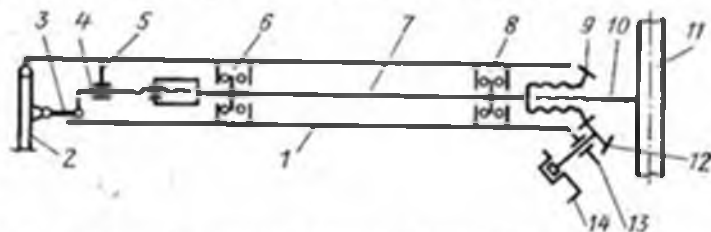


Рис. 179. Схема механизма разгиба шатуно-кривошипного типа: 1 — связующий орган, 2 — исполнительный орган, 3 — шатун, 4 — ползун, 5, 6, 8, 13 — опоры, 7 — вал, 9, 12 — конические шестерни, 10 — винт, 11 — задающий орган, 14 — рукоятка разгиба исполнительного органа

винтовую нарезку под винт 10, связанный с задающим органом 11. При вращении шестерни 12 во время разгиба исполнительного органа 2 винт 10 перемещает горизонтально задающий орган 11, обеспечивая этим полное постоянное натяжение гибких связей.

Во время разгиба и сгиба исполнительного органа ослабляются винты фрикционного крепления кронштейна со связующим звеном.

§ 3. Системы управления роботом

Различают три класса используемой системы управления роботом: программированная, адаптивная и интегральная.

Программирование системы управления предназначены для управления движения исполнительных устройств робота в соответствии с обслуживаемым технологическим оборудованием. Информация о положении рабочих звеньев в цикловой программной системе запоминается в виде определенных положений сигнальных устройств — переключателей, сигнализаторов и т. д. Информация о последовательности включения рабочих органов запоминается на коммутационных элементах и блоках (штукерных панелях, программных барабанах, позиционных переключателях, тумблерах и т. д.). Информация о времени реализуется временными, аналоговыми элементами и реле времени.

Блок управления положением рабочих органов робота выдает на приводы органов (исполнительные механизмы) команды позиционного управления «включено — выключено». Такие команды в блоке управления реализуются контактами реле или бесконтактными элементами.

Одним из видов унифицированного циклового программируемого управления является система типа УЦМ-663. Она реализует управление манипуляторами, имеющими до шести степеней подвижно-

сти с числом точек позиционного управления по каждой степени до четырех. Она имеет возможность выдавать 12 команд «включено — выключено».

Интегральные системы управления реализуются на базе ЭВМ (стандартные программные циклы действия робота, вычислительно-логические операции и сигналы от датчиков технологического оборудования, ввод, вывод и редактирование информации).

С внедрением микропроцессорной техники система управления роботом получила свои определенные преимущества: компактность, возможность построения программных модулей и т. д.

В настоящее время на базе микропроцессоров и микроЭВМ разработаны системы управления роботом типа МИКРОБУСС (микропроцессорная робототехническая управляющая супервизорная система).

Сущность системы заключается в создании набора аппаратных программных модулей с различными уровнями управления, объединенных системой связи между каналами ввода-вывода, устройствами управления, периферийными элементами и запоминающими устройствами.

На рис. 180 показана структурная схема микропроцессорного управления промышленным роботом. Здесь микроЭВМ состоит из микропроцессора постоянной памяти с произвольным доступом и устройства для подключения устройств ввода-вывода информации. Мини-ЭВМ ставит задачу перед микроЭВМ путем передачи блока определенных команд. Сама микроЭВМ интерпретирует блок команд, направляет сигналы управления на исполнительные механизмы робота. После выполнения всех заданных условий микроЭВМ выключает мини-ЭВМ.

Положение всех элементов робота определяется с помощью датчиков перемещения, сигналы с которых обрабатываются на мультиплексоре I и подаются на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Мультиплексор II выбирает информацию с АЦП или с выхода мини-ЭВМ. На выходе микроЭВМ (микропроцессора) генерируются сигналы управления приводами робота.

В настоящее время используется самостоятельный вариант ра-

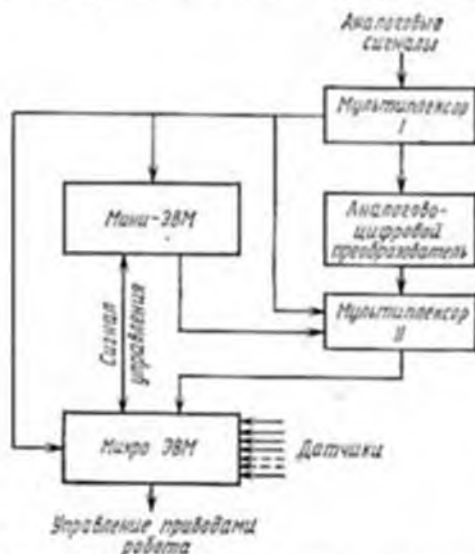


Рис. 180. Структурная схема микропроцессорного управления роботом

боты микропроцессора без мини-ЭВМ по управлению роботом. В таком случае программа управления роботом должна быть записана в оперативно-запоминающее устройство (ОЗУ) самого микропроцессора.

ГЛАВА XI

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

§ 1. Общая характеристика исполнительных механизмов

Регулирующий орган является элементом регулятора. Он осуществляет изменение степени открытия исполнительного механизма (пневматического или электрического клапана) для поддержания значения регулируемой величины.

Например, если давление контролируемого газа возрастает выше заданного значения, регулятор отрабатывает сигнал, необходимый для приоткрытия регулируемой задвижки; при понижении давления регулятор формирует сигнал для прикрытия задвижки.

Степень изменения положения регулирующего органа исполнительного механизма зависит от разности между истинным значением регулируемой величины и значением задания.

Регулирующие клапаны имеют стандартный ряд внутреннего диаметра (прохода) 6—400 мм.

В зависимости от рабочих параметров — температуры, давления и агрессивности среды — клапаны имеют ряд модификаций. Для агрессивных щелочных и кислотных сред клапаны имеют специальную футеровку (покрытие).

Пневматические клапаны выпускают двух типов — НО (нормально открытый) и НЗ (нормально закрытый). В клапанах НО при отсутствии входного давления воздуха проходное сечение полностью открыто, в клапанах НЗ — полностью закрыто. Полный ход регулирующего клапана происходит при изменении командного давления воздуха от 20 до 100 кПа (0,2—1 кгс/см²).

По виду используемой энергии исполнительные механизмы подразделяют на пневматические, гидравлические, электрические и электрогидравлические. По виду движения привода исполнительные механизмы делятся на однооборотные, многооборотные и поступательные (прямоходные).

В пневматических исполнительных механизмах перемещающее усилие возникает вследствие действующего на мембрану, сильфон или поршень давления сжатого воздуха, а противодействующее усилие создается силами упругой деформации пружины или самой рабочей полостью.

В гидравлических механизмах рабочий поршень перемещается за счет сил давления жидкости как в прямом, так и в

обратном направлении без противодействующей пружины. Диапазон рабочих давлений гидравлических исполнительных механизмов составляет 2,5—20 МПа (25—200 кгс/см²).

Электрические исполнительные механизмы подразделяются на электромагнитные и электродвигательные. В электромагнитных механизмах обеспечивается незначительный ход выходного элемента в пределах 10—15 мм, поэтому такие механизмы имеют ограниченное применение.

§ 2. Пневматические механизмы

Мембранный пневматический исполнительный механизм является наиболее распространенным типом механизма, используемого при регулировании расхода, температуры, давления, уровня и т. п.

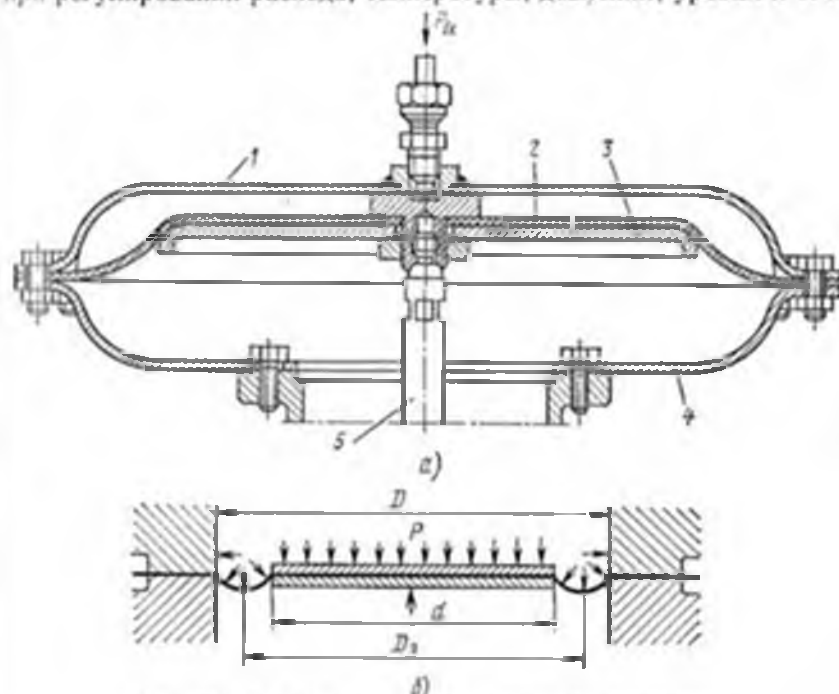


Рис. 181. Мембранный исполнительный механизм:
а — рабочая полость, б — схема сил, действующих на мембрану

На рис. 181, а показана рабочая полость мембранного исполнительного механизма. Между верхней и нижней крышками 1 и 4 герметично установлена эластичная резинотканевая мембрана 2. Шток 5 исполнительного механизма связан через опорный диск 3 с центральной частью мембраны. При поступлении давления сжатого воздуха $P_{вх}$ мембрана начинает деформироваться и перемещать шток 5, при этом шток перемещается пропорционально входному давлению $P_{вх}$.

На рис. 181, б показана схема действия сил на мембрану 2. Сила давления воздуха на мембрану определяется произведением давления $P_{вх}$ только на эффективную площадь мембраны: $F = P_{вх} S_e = P_{вх} \pi D_e^2 / 4$, где F — сила давления сжатого воздуха, D_e — эффективный диаметр мембраны.

Практически условный ход механизма (штока) H_y определяется из соотношения $H_y = (0,1 \div 0,2) D$, где D — установочный диаметр мембраны.

Основными характеристиками регулирующего органа, влияющими на качество процесса регулирования, являются диаметр условного прохода D_u , конструктивная и расходная характеристики.

Конструктивная характеристика есть зависимость изменения относительного проходного сечения регулирующего органа от степени его открытия.

Расходная характеристика есть изменение относительного расхода регулируемой среды через регулирующий орган от степени его открытия.

Регулирующие органы подразделяются на два типа — с линейной и нелинейной расходными характеристиками.

Приближенный расчет пропускной способности регулирующих органов может быть определен по следующим формулам:

для жидкостей, паров и газов при $P > 10 \Delta P$

$$G = 50,4 \cdot F \cdot \alpha \sqrt{\Delta P \gamma};$$

для паров и газов при $P < 10 \Delta P$

$$G = 159,36 \alpha \cdot \varepsilon \sqrt{\Delta P \gamma},$$

где G — массовый расход жидкости или газа; F — проходное сечение клапана, см^2 , α — коэффициент степени открытия клапана, ΔP — перепад давления на клапане, Па, γ — плотность среды.

Для поворотных заслонок расходная характеристика представляет собой отношение расхода жидкости или газа к степени открытия заслонки. Обычно сечение заслонки выбирается с тем условием, чтобы при номинальном расходе открытие заслонки составляло 20—45%. При большем открытии образуется «мертвый ход» заслонки, т. е. приращение расхода при дальнейшем открытии не наблюдается.

Регулирующие органы пневматических исполнительных механизмов по своей конструкции могут быть одно- и двухседельчатыми.

Односедельчатые регулирующие органы (рис. 182) имеют одностороннее действие статического давления среды, которое выражается в явлениях «затягивания» седла или, наоборот, его «отжатия» при изменении направления движения среды через орган. В связи с этим недостатком односедельчатые регулирующие органы применяют с исполнительными механизмами большой мощности.

При изменении давления сжатого воздуха в рабочей полости исполнительного механизма шток 9 перемещает односедельчатый пробковый затвор 7 относительно седла 6, тем самым изменяя проходное сечение органа.

Двухседельчатый регулирующий орган свободен от указанного выше недостатка за счет разгрузки затвора от одностороннего действия силы, создаваемой статическим давлением среды. При такой конструкции органа среда протекает одновременно в противоположных направлениях, в результате чего регулирующий орган (клапан)

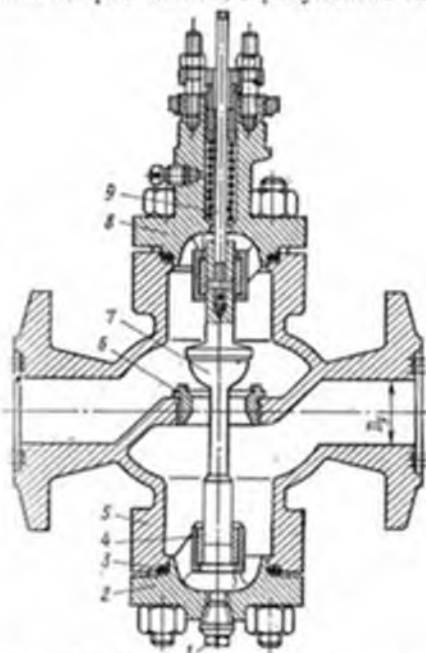


Рис. 182. Односедельчатый регулирующий орган:

1 — пробка, 2, 8 — крышки, 3 — прокладка, 4 — втулка, 5 — корпус, 6 — седло, 7 — затвор, 9 — шток

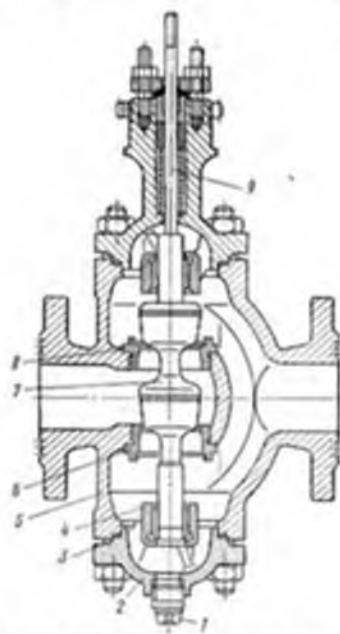


Рис. 183. Двухседельчатый регулирующий орган:

1 — пробка, 2 — крышка, 3 — прокладка, 4 — втулка, 5 — корпус, 6, 8 — седла, 7 — затвор, 9 — шток

оказывается разгруженным, а перемещающее усилие становится независимым от перепада давления и диаметра проходного отверстия.

Двухседельчатый орган (рис. 183) имеет два седла 6, 8 и двухседельчатый пробковый затвор 7 с запирающими поверхностями. При перемещении штока 9 изменяется положение двухседельчатого пробкового затвора 7 относительно седел 6 и 8, чем обеспечивается изменение расходной характеристики регулирующего органа.

Мембранные механизмы типа МИМ имеют модификацию МИМ-200, МИМ-250, МИМ-400, МИМ-500. Рабочее давление 0,25—0,4 МПа (2,5—4 кгс/см²).

§ 3. Электрические исполнительные механизмы

Однооборотные электрические исполнительные механизмы состоят из электродвигателя и силового редуктора, соединенного с регулирующим органом.

По построению схемы управления различают механизмы с контактным управлением — с помощью магнитного пускателя и бесконтактным — с помощью магнитного усилителя.

Наиболее распространенными типами электрических механизмов являются ПР, ДР, ИМ, МЭО, МЭК, КДУ. Механизмы ДР и ПР используются при малых механических усилиях для управления рабочими органами. Механизмы МЭО и МЭК имеют большой вращающий момент и применяются в силовых передачах.

Колонка дистанционного управления КДУ используется в качестве исполнительного механизма (рис. 184) в системах автоматического регулирования.

Колонка КДУ представляет собой устройство, состоящее из электродвигателя 1 и червячного редуктора, вращательное движение которого через рычажную систему передается на регулирующий орган. Максимальный угол поворота вала составляет 90° .

Электрическая схема КДУ (рис. 185, б) имеет путевые переключатели КВБ и КВМ, которые разрывают цепь управления двигателя при открытии или закрытии регулирующего органа, предотвращая

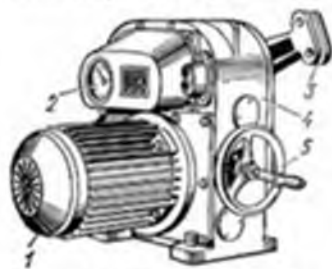


Рис. 184. Общий вид исполнительного механизма типа КДУ:

1 — электродвигатель, 2 — указатель положения, 3 — приводная кулачка, 4 — корпус редуктора, 5 — ручной привод

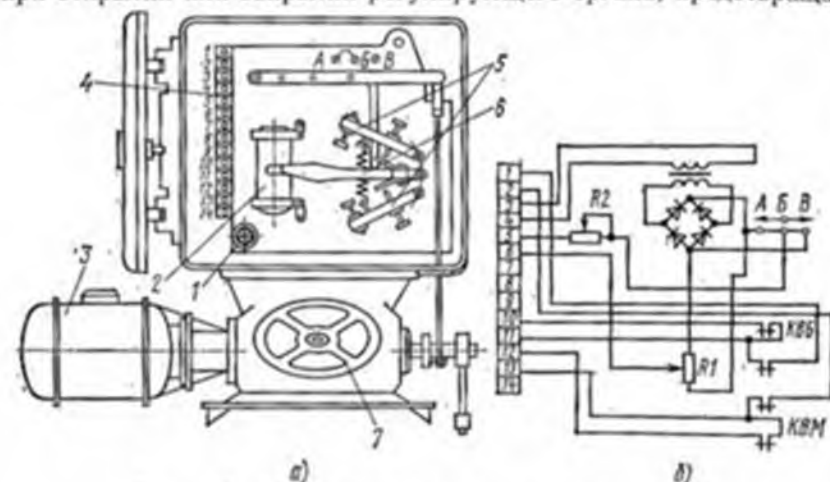


Рис. 185. Электрическая схема управления КДУ:

а — общий вид: 1 — потенциометр, 2 — реостатный датчик, 3 — двигатель, 4 — блок жидкостей, 5 — ограничитель «Больше», «Меньше», 6 — движок потенциометра, 7 — ручной привод. б — электрическая схема: КВБ — концевик «Больше», КВМ — концевик «Меньше», $R1$, $R2$ — установочные резисторы

поломки кинематических звеньев. Реостатный датчик 2 ($R2$) используется для подключения дистанционного указателя положения (ДУП) на пульте или щите. С помощью потенциометра 1 ($R1$) обес-

печивается настройка показаний ДУП в соответствии с положением регулирующего органа.

Напряжение 220 В подается на зажимы 3—4 для питания трансформатора, вторичная обмотка которого нагружена двухполупериодным выпрямителем, питающим резистор R2. К зажимам 5—6 подводится ДУП, зажимы 1—10—11 «Больше» и зажимы 2—12—13 «Меньше» используются в цепях управления и сигнализации.

Исполнительные механизмы ДР-М, ДР-1М, ПР-М и ПР-1М предназначены для приведения в действие клапанов задвижек и других аналогичных им устройств, применяемых в автоматических регулируемых установках и в установках ручного дистанционного управления.

Исполнительные механизмы типов ДР-М, ДР-1М применяют в двухпозиционных системах регулирования, а механизмы типов ПР-М, ПР-1М — в пропорциональных системах регулирования.

Двухпозиционное регулирование заключается в том, что моторная часть механизма, получая импульс от датчика, открывает или закрывает управляющий клапан на определенную величину, независимо от величины изменения контролируемого параметра.

При пропорциональном регулировании исполнительный механизм строго пропорционально следует за воспринятыми чувствительными приборами (датчиками) изменениями контролируемого параметра.

Механизмы ДР-М и ДР-1М вступают в работу по получении импульса от датчика, после чего ведут отработку самостоятельно и после открытия или закрытия клапана автоматически останавливаются. Управление работой электродвигателя механизма проводится двухпозиционным предельным переключателем.

Открытие и закрытие клапана с помощью механизмов ДР-М, ДР-1М производится только в два крайних положения: «Открыт», «Закрыт».

Исполнительные механизмы типов ДР-М, ПР-М предназначены для управления как поворотными клапанами (от диска), так и поступательными (от штока).

Конструкция исполнительного механизма ДР-М приведена на рис. 186. Механизм состоит из следующих основных частей: электродвигателя 2, редуктора 1 и предельного переключателя 5, заключенных в общий корпус 6. Корпус 6 представляет собой литую из алюминиевого сплава коробку, с внутренней стороны разделенную перегородкой на две камеры.

В передней части корпуса размещен редуктор, в задней — электродвигатель и предельный переключатель.

В исполнительных механизмах типов ДР-М, ДР-1М, ПР-М и ПР-1М применен однофазный реверсивный конденсаторный электродвигатель, работающий от сети переменного тока напряжением 220 В. Потребляемая мощность 50 Вт с частотой вращения 3000 об/мин.

Электродвигатель состоит из короткозамкнутого ротора 4 типа «белые колеса» и статора 3. Ось ротора опирается на скользящие

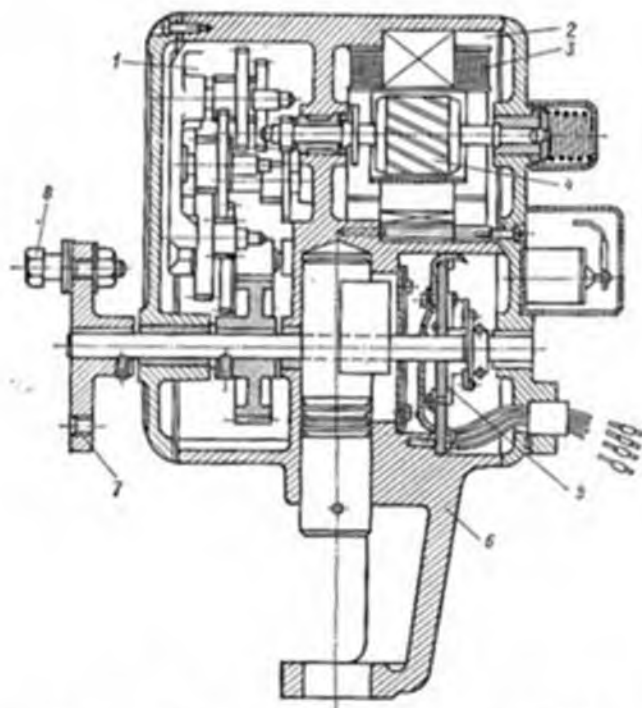


Рис. 186. Исполнительный механизм типа ДР-М

подшипники, залитые баббитом. Передний подшипник запрессован в перегородку корпуса, задний — в заднюю крышку корпуса. Статор запрессован в гнездо корпуса и дополнительно закреплен специальными винтами.

На переднем конце главного валика устанавливают диск 7 с пальцем 8, служащим для передачи углового движения на поворотный клапан.

§ 4. Электромеханнческие реле

Реле являются наиболее распространенными элементами автоматики, которые широко используются во всех отраслях промышленности при автоматизации технологических процессов производства.

По принципу действия реле подразделяют на следующие типы: электромагнитные; электромагнитные пневматические; поляризованные; электронные.

Основными характеристиками реле являются: количество контактных групп; мощность обмотки реле; мощность контактных групп; время срабатывания и отпускания реле (т. е. время с момента подачи управляющего напряжения до начала переброса контактов реле).

Мощность контактных групп реле определяется максимально допустимой электрической мощностью, которую способны выдерживать контактные группы реле.

В зависимости от типов реле число контактных групп составляет до 20 пар, разрывная мощность контактов 0,001—1000 Вт; время срабатывания 1—500 мс.

Время срабатывания различных типов реле времени колеблется от 10 мс до нескольких часов. Характеристики основных типов реле приведены в табл. 17.

Реле является элементом автоматики, в котором при определенном значении входной величины (напряжения) выходная величина изменяется скачкообразно. Например, если на обмотку 2 реле (рис. 187, а) подать управляющее напряжение, то под действием электромагнитной силы якорь 5 притянется к сердечнику 1 и исполнительные контакты реле изменят свое положение: верхние — разомкнутся, а нижние — замкнутся.

Если управляющее напряжение с обмотки отключить, то под действием противодействующей пружины 4 якорь и контакты реле

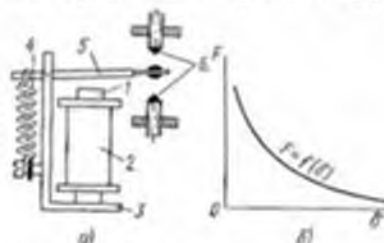


Рис. 187. Электромагнитное реле: а — конструкция, б — типовая характеристика: 1 — сердечник, 2 — обмотка, 3 — магнитопровод, 4 — пружина, 5 — якорь, 6 — контакты

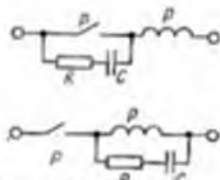


Рис. 188. Искрогасящие цепи контактов реле

возвращаются в исходное положение: верхние — замыкаются, нижние — размыкаются. Таким образом, в зависимости от управляющего напряжения положение контактов реле изменяется скачкообразно.

Для электромагнитных реле постоянного тока в качестве магнитопроводов и сердечников применяется мягкая электротехническая сталь, т. е. материал с большой магнитной проницаемостью. Типовой характеристикой реле является электромеханическая характеристика реле $F = f(\delta)$, где F — сила притяжения якоря, δ — величина воздушного зазора между якорем и сердечником. На рис. 187, б представлена электромеханическая характеристика реле, из которой следует, что чем меньше воздушный зазор δ , тем больше сила притяжения якоря F к сердечнику реле.

В зависимости от мощности контактных групп контакты изготовляют из золота, серебра, платины, вольфрама и т. д. Эти материалы обладают высокой температурой плавления, механической прочностью, электропроводностью и малой окисляемостью.

Наиболее распространенным материалом для контактных групп средней мощности является серебро; контакты большой мощности изготавливают из вольфрама. Для плавности хода контактных групп и надежности их электрических контактов они укрепляются на упругих плоских пластинах или пружинах.

Для уменьшения искрообразования на контактах реле применяют искрогасящие цепи, состоящие из емкости и сопротивления, которые включаются параллельно контактам реле. На рис. 188 показаны схемы искрогасящих цепей контактов реле. При размыкании контактов реле емкость C заряжается или разряжается через сопротивление R , тем самым уменьшая напряжение между управляющими контактами реле P .

Электромагнитное реле переменного тока по принципу действия аналогично реле постоянного тока. Однако ярмо, якорь и сердечник изготавливают только из листовой электро-технической стали, с тем чтобы за счет конструкции уменьшить вихревые токи и потери на гистерезис (перемагничивание стали). Характерной особенностью реле напряжения переменного тока является независимость электромеханической характеристики реле от величины воздушного зазора, т. е. $F=f(\delta)=\text{const}$. Существенным недостатком реле данного типа является вибрация якоря и искрение контактов с двойной частотой изменения силы притяжения F . Это объясняется тем, что при переменном токе сила притяжения F меняется по синусоидальному закону: $F=F_{\text{в}} \sin^2 \omega t$, где $F_{\text{в}}$ — амплитуда силы притяжения, ωt — угловая частота ($\omega t = 2\pi f t$, f — частота переменного тока).

Для борьбы с явлением вибрации якоря применяется такая конструкция реле переменного тока (рис. 189), при которой полюсный наконечник b раздвоен и на нем устанавливается короткозамкнутый медный виток $б$. Под действием напряжения катушки часть магнитного потока наводит э.д.с. в медном короткозамкнутом витке, которая создает в нем ток и свой магнитный поток. Этот магнитный поток, взаимодействуя с основным магнитным потоком катушки, удерживает якорь притянутым, не допуская вибрации якоря и искрения контактов.

Полярное реле типа РП (рис. 190) является реле постоянного тока с поворотным якорем, однако отличается от электромагнитного реле наличием постоянного магнита вместо ярма, что существенно повышает чувствительность, а также позволяет изменять направление срабатывания реле в зависимости от полярности приложенного к обмотке напряжения.

Магнитный поток постоянного магнита Φ_0 , проходя по якорю, разделяется на два потока Φ_1 и Φ_2 . Если напряжение в катушках отсутствует, то якорь устанавливается в среднее (нейтральное) положение, потоки Φ_1 и Φ_2 равны по величине и противоположны по направлению. Если полярность приложенного напряжения к одной из катушек 2, 4 такова, что создается магнитный поток Φ_2 , совпадающий по направлению с потоком Φ_2 , то эти потоки складываются, сила притяжения, действующая на якорь, увеличивается

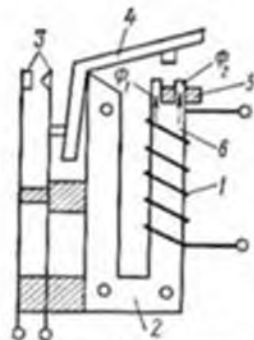


Рис. 189. Реле переменного тока:

1 — обмотка, 2 — магнитопровод, 3 — контакты, 4 — якорь, 5 — медный виток, 6 — полусферический наконечник

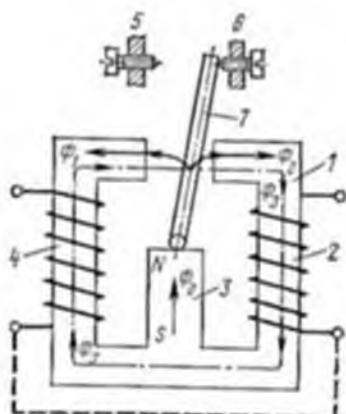


Рис. 190. Поляризованное реле:

1 — магнитопровод, 2, 4 — катушки, 5, 6 — контакты, 3 — постоянный магнит, 7 — якорь

и якорь притягивается вправо. При изменении полярности питающего напряжения якорь будет притягиваться в противоположную сторону.

Технические характеристики реле типов РП приведены в табл. 18.

Реле времени служат для создания выдержки времени в цепях автоматического регулирования, управления и сигнализации. Интервал времени от момента подачи напряжения на обмотку реле до момента изменения положения его контактов называется выдержкой времени.

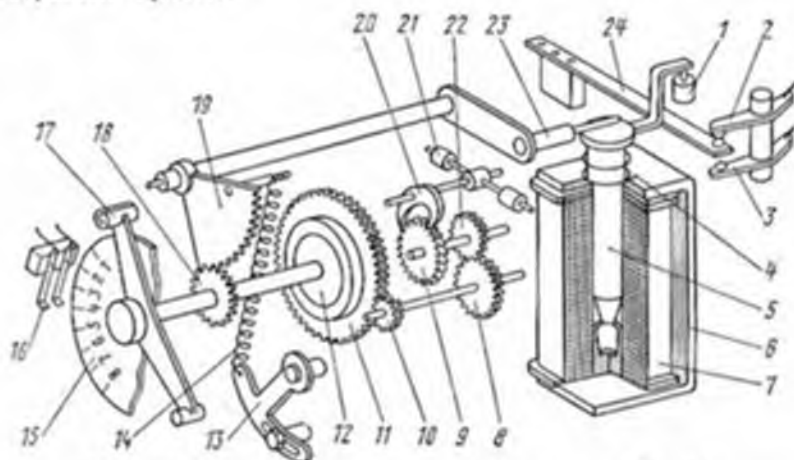


Рис. 191. Электромеханическое реле времени ЭВ-132:

1 — поводок, 2, 3, 16, 17, 24 — контакты, 4 — пружина, 5 — якорь, 6 — магнитопровод, 7 — обмотка, 8, 18, 22 — зубчатые колеса, 9 — анкерное колесо, 10 — трибна, 11 — ведущее колесо, 12 — сцепление, 13 — скоба, 14 — пружина, 15 — шкала, 19 — сектор, 20 — анкерная скоба, 21 — противовес, 23 — палец

Реле времени по конструкции делятся на электромеханические, электропневматические, программные, электронные.

В электромеханическом реле времени ЭВ-132 (рис. 191) при подаче напряжения на обмотку 7 якорь 5 практически мгновенно втягивается и поводком 1 переключает контакты 2, 3, 24 и освобождает палец зубчатого сектора устройства выдержки времени, выполненного в виде часового механизма. Основными элементами часового механизма являются анкерное зубчатое колесо 9 с анкерной скобой 20 и противовесами 21.

Выдержка времени устанавливается перемещением контакта 16 относительно шкалы 15. Часовой механизм приводится в движение ведущей пружиной 14, усилие которой передается через трибку 10

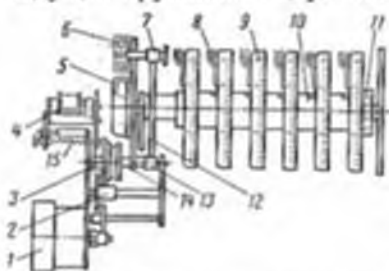


Рис. 192. Кинематическая схема программного реле ВС-10:

1 — двигатель, 2 — редуктор, 3 — сцепление, 4 — электромагнит, 5 — возвратная пружина, 6 — тормоз, 7, 13 — трибки, 8 — упор, 9 — диски шкалы, 10 — штулка, 11 — гайка, 12 — шестерня, 14 — диск сцепления, 15 — пружина

на часовой механизм. Анкерное колесо 9, взаимодействуя с анкерной скобой, ступенчато прерывисто производит отсчет времени, при этом подвижный контакт 17 перемещается к контакту 16, а по истечении выбранной выдержки времени контакты 16, 17 замыкаются.

Программные реле времени Е-52 и ВС-10 (рис. 192) представляют собой электромеханическое устройство с приводом от синхронного электродвигателя 1. Вращение двигателя передается кинематическому узлу, состоящему из редуктора 2 и системы шестеренок. Трибка 13 вращает с помощью шестерни 12 одновременно все диски 9 со шкалой. Через установленные интервалы времени упор 8 шкалы переключает электрические контакты реле. В зависимости от модификации реле может иметь от трех до шести барабанов выдержек времени и такое же число независимых контактных групп.

Установка времени срабатывания контактных групп производится перемещением барабанов выдержки времени при отпущенном положении зажимной гайки 11. При отключении напряжения с электродвигателя диски 9 под действием возвратной пружины 15 возвращаются в исходное положение.

5. Логические элементы

Использование полупроводниковых, гибридных и интегральных элементов позволило широко применять интегральные логические схемы в автоматическом регулировании, контроле и сигнализации. При этом повышается надежность, уменьшаются габаритные размеры устройств, снижается стоимость элементов и их потребляемая мощность.

Логический элемент — это устройство, позволяющее реализовать элементарную логическую операцию с помощью дискретных элементов.

Дискретные элементы могут находиться в одном из двух состояний: «Включено» или «Выключено».

Все операции решаются логическими элементами с помощью алгебры логики. Алгебра логики обозначает включенное состояние дискретного элемента символом «1», а отключенное состояние — символом «0».

В развитии интегральных логических элементов, заменивших реле в сложных автоматических схемах, можно выделить три этапа. Первый этап характеризуется разработкой серий интегральных логических схем ИС, выполняющих ряд элементарных логических операций: НЕ — ИЛИ, НЕ — И, И — ИЛИ — НЕ и т. д. При этом число логических схем в одном корпусе составляло 1—6 элементов, число выводов схемы — от 8 до 14.

Второй этап характеризуется увеличением (интеграцией) элементов схемы, при этом число интегральных логических схем в одном корпусе достигает 8—50 элементов. На третьем этапе — этапе развития больших интегральных схем (БИС) — в одном корпусе размещается от 50 до 500 логических элементов.

Рассмотрим построение логических схем на электромеханических реле, полупроводниковых диодах и триодах.

Логическая схема НЕ характеризуется наличием сигнала на выходе схемы при отсутствии сигнала на ее входе или, наоборот, отсутствием сигнала на выходе схемы при наличии сигнала на входе схемы.

На рис. 193 показаны принципиальные логические схемы НЕ. В схеме (рис. 193, а) на реле P при отсутствии сигналов на входе (обмотке) на выходе появляется сигнал, равный источнику э.д.с., так как контакт реле P замкнут. Если появляется сигнал на входе, то реле P срабатывает, размыкает свой контакт и напряжение на выходе схемы отсутствует.

В схеме (рис. 193, б), если на входе полупроводникового триода T сигнал отсутствует, триод открыт напряжением смещения $E_{см}$, поэтому напряжение на выходе практически отсутствует.

Если на вход триода подать сигнал положительной полярности, то триод запирается и на выходе появляется напряжение, равное источнику питания $E_{к}$.

Логическая схема ИЛИ (рис. 194) характеризуется наличием выходного сигнала при появлении входного сигнала на любом из исполнительных элементов схемы.

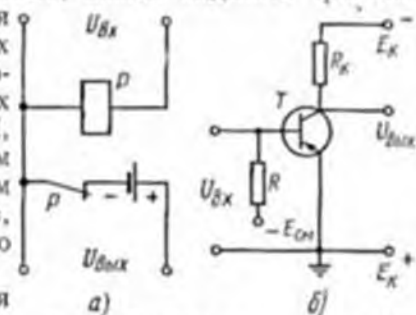


Рис. 193. Логическая схема НЕ: а — на реле, б — на триоде

Схема (рис. 194, а) собрана из двух реле. Входные сигналы поступают из обмотки реле $P1$ и $P2$, а выходной сигнал схемы снимается с их контактов. Если на вход одного реле $P1$, $P2$ или на два реле одновременно поступает сигнал, то реле срабатывают, замыкают

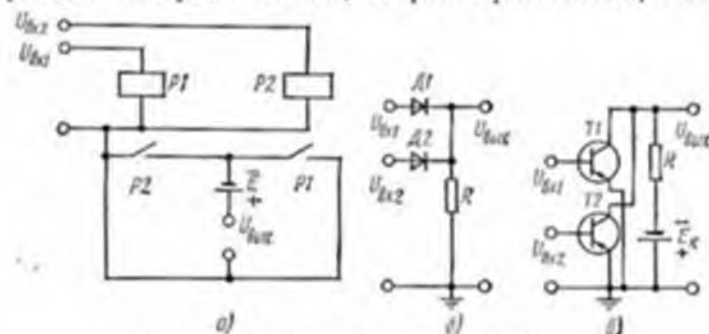


Рис. 194. Логическая схема ИЛИ:
а — на реле, б — на диоде, в — на триоде

свои контакты и на выходе схемы появляется сигнал, равный напряжению E .

В схеме (рис. 194, б) используют полупроводниковые диоды $D1$ и $D2$. Если на вход одного или двух диодов будет подан положительный сигнал, то за счет открытия диодов $D1$, $D2$ или одновременно $D1$ и $D2$ на выходе схемы появляется положительное напряжение.

В схеме (рис. 194, в) используют полупроводниковые триоды $T1$ и $T2$. Если на один из входов или одновременно на два входа триодов $T1$ и $T2$ будет подан сигнал отрицательной полярности, то триоды открываются и на выходе схемы уменьшается напряжение отрицательной полярности.

Логическая схема И (рис. 195) характеризуется наличием выходного сигнала только при одновременном появлении

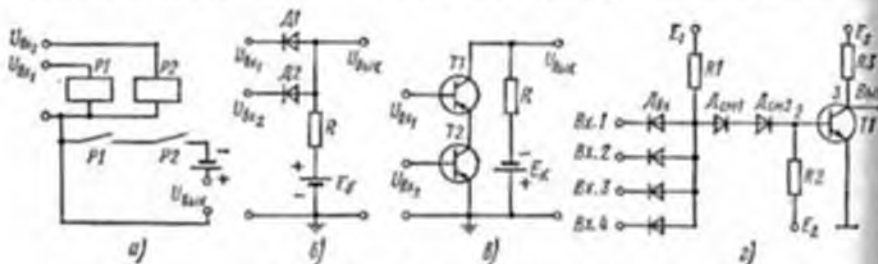


Рис. 195. Логическая схема И:

а — на реле, б — на диодах, в — на триодах, г — диодно-транзисторная схема на четыре входа

входных сигналов на всех исполнительных элементах схемы. В схеме (рис. 195, а) используют реле $P1$ и $P2$, разомкнутые контакты которых соединены последовательно. Поэтому напряжение на вы-

ходе схемы может появиться только при одновременном срабатывании обоих реле, когда их контакты замкнут выходную цепь.

В схеме (рис. 195, б), если сигналы на входе диодов отсутствуют, через диоды $D1$ и $D2$ протекает ток в прямом направлении и на выходе схемы проявляется незначительное напряжение, так как сопротивление R значительно больше сопротивления открытых диодов. Если на вход диодов $D1$ и $D2$ подать положительные сигналы, равные напряжению E_6 , то диоды $D1$ и $D2$ закрываются и на выходе схемы появляется сигнал, равный напряжению E_6 .

Если на входы 1 и 2 (базы триодов $T1$ и $T2$) одновременно подать отрицательные импульсы, то триоды открываются и на выходе схемы появится напряжение (рис. 195, в).

Если на базу одного триода подать отрицательный импульс, то напряжение на выходе схемы станет равным нулю, так как на сопротивлении R создается большое падение напряжения.

Преимуществом интегральных и транзисторных логических схем является большой коэффициент разветвления входов схемы.

В настоящее время выпускают логические элементы типа ЭТ («Логика»), ЭЛМ-50, ЭЛМ-400, которые широко используют в системах автоматического управления. Логические элементы имеют, как правило, ограниченную мощность, поэтому для увеличения нагрузочной способности логических элементов применяются выходные усилители типов ВУП, ВУМ.

Блоки питания для логических элементов представляют собой выпрямитель, источник отрицательного напряжения и источник смещения, подаваемого на базы полупроводниковых триодов.

Сигналы, поступающие на логические элементы, должны иметь строго определенные величины напряжений — уровни напряжений 0 и 1.

Для логических и функциональных элементов «Логика — Т» приняты следующие значения этих напряжений: сигнал логического нуля $U_0 = 0 \div 1$ В; сигнал логической единицы $U_1 = 4 \div 12$ В.

В «Логике — Т» имеется определенный набор элементов, отличающихся друг от друга по функциональным признакам, нагрузочным способностям и т. д. Так, для реализации логического сложения используют элементы Т-106, имеющие восемь входов; для реализации функций И используют элементы Т-107.

Универсальный модуль Т-101 включает в себя два независимых логических элемента ИЛИ — НЕ.

Для правильной и согласованной работы логических элементов большое значение имеет величина входного и выходного сопротивления элемента. Например, при единичной параллельной нагрузке элемента Т-101 величина входного сопротивления составляет $R_{вх} = 1,3$ кОм, а выходного сопротивления — $R_{вых} = 820$ Ом.

При увеличении нагрузки на выход элемента Т-101 соответственно увеличивается коллекторный ток транзистора. При увеличении тока свыше допустимого предела происходит нарушение правильной работы элемента и пробой транзистора.

Универсальный модуль ЭТ-ЛО1 (рис. 196) имеет два независимых элемента ИЛИ — НЕ на три входа каждая (8—9—10 и 11—12—13). Операция ИЛИ производится на резисторах $R1—R2—R3$ или $R7—R8—R9$; операция НЕ — на транзисторах $T1$ или $T2$.

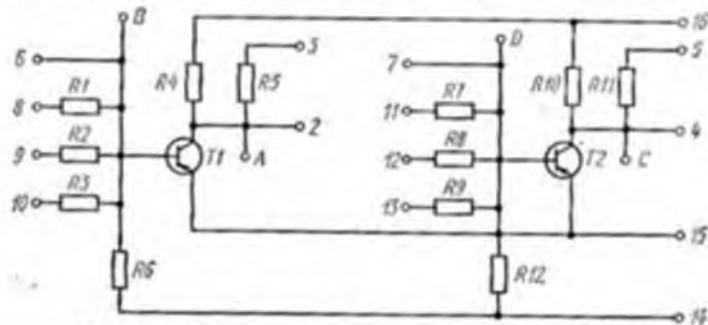


Рис. 196. Схема логического модуля типа ЭТ-ЛО1

Если на входах 8—9—10 отсутствует сигнал отрицательной полярности, то транзистор $T1$ закрыт и на выходе транзистора (вывод 2) появляется сигнал логической «1».

При подаче на один из входов 8—9—10, (или на все одновременно) сигнала «1» транзистор $T1$ открывается и на его выходе (вывод 2) появляется сигнал «0».

Как элемент памяти для длительного запоминания сигнала в устройствах автоматики используется маломощный триггер — элемент Т-102 (рис. 197). Триггер имеет два транзисторных ключа — транзисторы $T1$, $T2$ и две потенциально-импульсные ячейки; на входе транзистора $T1$ — $R9$, $R5$, $C1$, $D1$, на входе транзистора $T2$ — $R10$, $R8$, $C2$, $D2$.

При подаче на вход ячейки отрицательного импульса — логической «1» — транзистор $T1$ открывается и на его выходе 7 появляется нулевой потенциал, т. е. логический «0».

Через обратную положительную связь $R4$ и резистор $R7$ на базу транзистора $T2$ поступает небольшой положительный потенциал, при котором транзистор закрывается. При этом на базу транзистора $T1$ поступает высокий отрицательный потенциал коллектора транзистора $T2$ (через резисторы $R3$, $R6$), вследствие чего транзистор $T1$ закрывается.

Данная схема позволяет сохранять высокую устойчивость триггера от сигналов помех, а также при прекращении подачи сигнала на вход триггера.

Монтаж логических бесконтактных элементов, выполненных в виде модулей, выполняется гибким многожильным проводом сечением 0,12—0,5 мм². Для повышения помехозащитности слаботочные цепи управления, входы и выходы логических ячеек отделяются от входных силовых цепей.

После монтажа элементов логики типов Т-303, Т-304 токоведущие части необходимо покрывать защитным лаком для повышения

стабильности выходных характеристик элементов в условиях повышенной влажности.

Цепи отдельных резисторов и конденсаторов для снижения влияния наводок от внешних электромагнитных полей должны выполняться экранированным коротким проводом.

Предварительная проверка работоспособности логических элементов проверяется без включения питающего напряжения с помощью омметра. Величина сопротивления изоляции цепей переменного и постоянного тока напряжением 220 В проверяется мегомметром на 1000 В и должна составлять не менее 20 МОм.

Опробование функциональных блоков системы производится при включенном блоке питания; при этом приборами с большим вход-

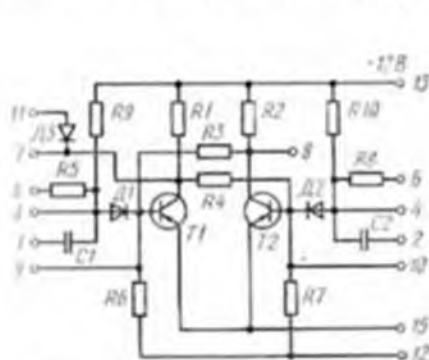


Рис. 197. Триггер типа Т-102

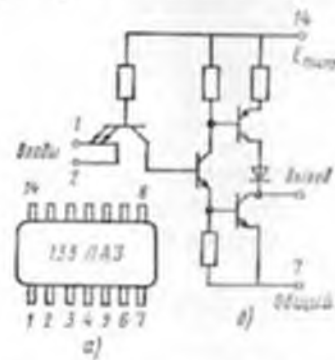


Рис. 198. Микросхема на два входа типа 133ЛАЗ

ным сопротивлением проверяется напряжение на элементах блока и соответствие входных и выходных сигналов.

В настоящее время все шире в автоматизации технологических процессов используются серийные элементы микроэлектроники. Функциональная классификация интегральных микросхем предусматривает подгруппы усилителей, преобразователей, триггеров и т. д.

На рис. 198, б показана микросхема типа 133ЛАЗ на два входа. Распайка выводов производится в соответствии с маркировкой микросхемы (рис. 198, а).

Основные выводы

1. Исполнительные механизмы служат для осуществления команды на изменение степени открытия (закрытия) рабочего сечения задвижки, клапана или шиберы для автоматического поддержания заданного значения регулируемой величины (давления, температуры, расхода и т. д.).

2. По виду используемой энергии исполнительные механизмы подразделяются на пневматические, гидравлические, электрические и электрогидравлические.

3. В качестве управляющих элементов для включения исполнительных механизмов используются реле и логические элементы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные типы исполнительных механизмов по виду используемой энергии.
2. Какое преимущество имеет двухседельчатый регулирующий орган перед односедельчатым?
3. Поясните назначение основных элементов механизма типа КДУ.
4. На какие зажимы колонки дистанционного управления (КДУ) подключается сигнализация «Больше», «Меньше» и дистанционный указатель положения ДУП?
5. Поясните принцип действия программного реле времени типа ВС-10.
6. Перечислите, какие операции реализуются логическими элементами.
7. Как реализовать схему ИЛИ на триодах?
8. Как определить маркировку выводов на микросхемах?

ГЛАВА XII

РЕМОНТ ПРИБОРОВ И ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИКИ

§ 1. Структура участка ремонта КИПиА

В зависимости от оснащенности предприятий средствами автоматического контроля и регулирования участок ремонта КИПиА может относиться как к цеху КИПиА, так и к отделу метрологии предприятия.

Руководство ремонтным участком КИПиА осуществляет начальник участка (или старший мастер). Штатное расписание участка зависит от объема выполняемых работ и номенклатуры эксплуатируемых средств измерения и контроля. На больших предприятиях при широкой номенклатуре средств КИПиА в состав ремонтного участка входит ряд специализированных подразделений ремонта: приборов давления, расхода и уровня; приборов измерения температуры; аналитических приборов; приборов измерения физико-химических параметров; автоматических регуляторов.

Основными задачами участка ремонта является ремонт средств КИПиА, их периодическая поверка, аттестация и представление приборов и мер в установленные сроки органам государственной поверки.

В зависимости от объема ремонтных работ различают следующие виды ремонтов: текущий, средний и капитальный.

Текущий ремонт средств КИПиА производит эксплуатационный персонал КИПиА.

Средний ремонт предусматривает частичную или полную разборку и настройку измерительной, регуливающей или других систем приборов, замену деталей, чистку контактных поверхностей, деталей или узлов.

Капитальный ремонт предусматривает полную разборку прибора (регулятора) с заменой деталей и узлов, пришедших в негодность, градуировку, изготовление новых шкал и опробование прибора после ремонта на испытательных стендах.

После среднего и капитального ремонта прибор должен пройти ведомственную или государственную поверку.

Поверка прибора — определение соответствия прибора всем техническим требованиям, предъявляемым к прибору. Методы поверки приборов определяются заводскими техническими условиями, инструкциями и методическими указаниями Государственного комитета стандартов при Совете Министров СССР.

Сроки периодической поверки приборов определяются действующими стандартами (табл. 19).

Государственная поверка приборов осуществляется метрологической службой Государственного комитета стандартов при Совете Министров СССР. Кроме того, предприятия, производящие эксплуатацию и ремонт средств контроля, измерений и автоматики, могут иметь право проведения отдельных видов поверочных работ. При этом предприятиям, имеющим право на проведение поверок, органы Государственной метрологической службы ГК стандартов при СМ СССР выдают специальное клеймо.

После удовлетворительных результатов поверки на лицевую часть прибора наносят оттиск поверительного клейма.

Кроме очередной поверки приборов существует внеочередная поверка, связанная с повторной необходимостью поверки исправности прибора, повреждением поверительного клейма, вводом прибора в эксплуатацию и т. д.

Поверка приборов после ремонта производится квалифицированным персоналом — метрологами.

§ 2. Организация рабочего места слесаря КИПиА

Слесари КИПиА в зависимости от структуры предприятия (объединения) могут выполнять как эксплуатационные, так и ремонтные работы.

В задачи эксплуатации средств КИПиА, установленных непосредственно на производственных участках и цехах, входит обеспечение бесперебойной, безаварийной работы всех элементов КИПиА (датчиков, приборов и регуляторов), установленных в щитах, пультах и отдельных схемах.

Ремонт и поверка средств КИПиА производится в цехах КИПиА или отделе метрологии с целью обеспечения метрологических характеристик средств измерений в соответствии с паспортными данными завода-изготовителя. Характерной особенностью выполнения данных работ является то, что они производятся в помещениях, не связанных непосредственно с производственным процессом.

В силу специфики эксплуатации и ремонта существенно различается и организация рабочего места слесаря КИПиА.

Рабочее место слесаря КИПиА включает щиты, пульты с установленной аппаратурой, приборами и коммутации, а также стол-верстак с источником регулируемого постоянного и переменного напряжения, необходимый ЗИП, предохранители различных номиналов и типов. Основными элементами современной организации рабочего места слесаря при эксплуатации средств КИПиА являются: наличие непосредственно на рабочем месте монтажных и принципиальных электрических схем; исправного инструмента с диэлектрическим покрытием для работы в электроустановках до 1000 В; индикаторов напряжения и пробников, необходимых для прозвонки цепей.

На участке должны поддерживаться санитарно-бытовые требования: площадь одного рабочего места слесаря КИПиА не менее 4,5 м², температура воздуха в помещении 20 ± 2 °С; наличие приточно-вытяжной вентиляции и достаточная освещенность рабочего места.

На участке должен быть журнал, в который вносятся сведения по эксплуатации средств КИПиА (состояние приборов, проведенные работы, ремонт, неисправности). Запись производит слесарь КИПиА ежедневно, ставит дату и свою подпись.

Основными элементами организации рабочего места слесаря КИПиА при выполнении ремонта и поверки приборов (в лабораториях отдела метрологии или цехе КИПиА) являются: распределение рабочих мест по видам отдельных измерений; наличие необходимых стендов и оборудования для ремонта и поверки; наличие аппаратуры и образцовых средств измерений; наличие установок с регулируемым напряжением переменного и постоянного токов; наличие источника сжатого воздуха для питания пневматических приборов и регуляторов.

Лаборатории и ремонтные участки должны иметь стенды для информации персонала по современным передовым методам выполнения отдельных видов работ и их технологий, а также стенд для освещения социалистического соревнования между бригадами.

§ 3. Ремонт автоматических весов и дозаторов

Правила эксплуатации циферблатных весов. 1. При эксплуатации весов промежуточный механизм должен находиться в строго вертикальном положении. Для контроля вертикального положения промежуточный механизм имеет специальный уровень (рис. 199), который вмонтирован в циферблатный указатель. Механизм считается установленным правильно, если пузырек уровня находится внутри малой окружности. Если пузырек смещен, необходимо произвести выверку положения промежуточного механизма на раме.

2. Необходимо систематически проверять тарную нагрузку,

тарные грузы должны быть хорошо закреплены, так как изменение их положения во время работы вызывает изменение условий равновесия.

3. Требуется периодически проверять уровень масла в успокоителе. Уровень масла в стакане успокоителя должен быть на 8—10 мм выше поршня успокоителя при его верхнем положении.

Летом успокоитель заполняют смесью трансформаторного масла с автолом № 10 в соотношении 1 : 2, 1 : 5, зимой — чистым трансформаторным маслом.

4. Циферблатные весы должны подвергаться периодическим осмотрам с проверкой и соответствующим ремонтом: один раз в 3 месяца производится осмотр, проверка и текущий ремонт, один раз в год — средний ремонт с клеймением; один раз в 4 года — капитальный ремонт с клеймением.

При осмотре и проверке механизмов весов все обнаруженные неисправности немедленно устраняют. Ослабленные гайки, винты подтягивают, дефектные и поломанные детали заменяют запасными.

5. Основные неисправности весов: «зарезы» подушек, притупление рабочего острого призма, сколы и трещины, недостаточная твердость подушек и призм.

Твердость призм и подушек может быть определена непосредственно на весах с помощью тарировочного напильника. Заправку рабочих ребер призм и канавок подушек при необходимости выполняют мелким заправочным карборундовым брусочком.

Конусные призмы могут быть заменены на запасные; при замене нельзя ударять непосредственно по призме, поэтому на торец призмы подкладывают медную или другую мягкую подкладку.

При текущем ремонте устраняют мелкие неисправности на месте эксплуатации.

Средний и капитальный ремонт выполняют в специализированных весоремонтных мастерских, которые несут ответственность за ремонт и готовят весы для поверки и клеймения их органами Государственного комитета стандартов.

Юстировка циферблатных весов. При превышении допускаемых погрешностей производят юстировку (регулировку) весов. Юстировка заключается в приведении механизма в состояние, при котором показания указательной стрелки по отсчетной шкале соответствуют массе образцовых гирь 4-го разряда, а погрешность показаний не превосходит установленного допуска.

Перед юстировкой необходимо проверить состояние деталей и узлов, убедиться в отсутствии постороннего трения в механизмах. Если после нажатия на платформу или основной весовой рычаг промежуточного механизма стрелка возвращается на прежнюю отметку, то постороннее трение в механизмах отсутствует. Юстировка на циферблатном указателе выполняется путем изменения поло-

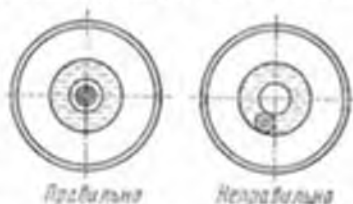


Рис. 199. Контроль установки весов по уровню

жения противовеса грузоприемного сектора квадрантов и грузиков на указательной стрелке.

При регулировке грузоприемных секторов квадранта (рис. 200) необходимо отвернуть контрольный винт 5, ослабить установочные винты 6 и 8 и повернуть сектор в ту или иную сторону в зависимости от показаний прибора.

При плюсовых погрешностях ослабляют верхний установочный винт и подтягивают нижний.

При минусовых погрешностях грузоприемный сектор опускают, т. е. выполняют обратные действия.

Если указательная стрелка при максимальной массе гири не дошла до деления наибольшего предела взвешивания, то противо-

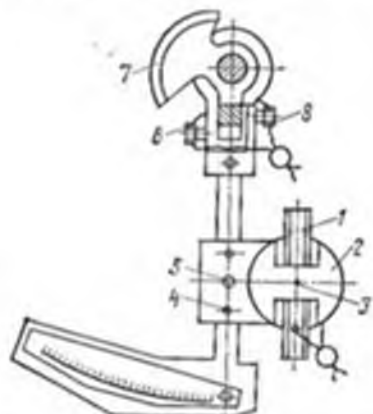
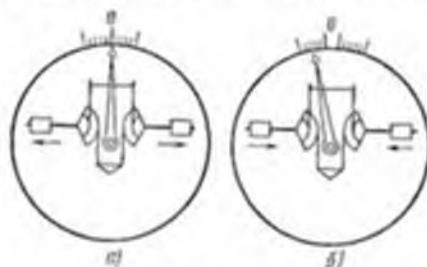


Рис. 200. Квадрант:

1 — винт, 2 — груз, 3, 4 — винты, 5 — контрольный винт, 6, 8 — установочные винты, 7 — кулачок

Рис. 201. Настройка и юстировка весов



весы квадрантов передвигают к центру (рис. 201, б); если указательная стрелка перешла за деление, соответствующее наибольшему пределу взвешивания, противовесы квадрантов передвигают по стержням от центра (рис. 201, а).

Основные неисправности весов. 1. Указательная стрелка при взвешивании совершает более трех-четырех колебаний из-за слабого тормозящего действия успокоителя колебаний.

Требуется настроить работу успокоителя регулировочным винтом, уменьшая зазор между поршнем и колпачком.

2. Указательная стрелка при взвешивании резко останавливается вследствие резкого тормозящего действия успокоителя.

Необходимо настроить работу успокоителя регулировочным винтом, увеличивая зазор между поршнем и колпачком.

3. При резком изменении температуры воздуха стрелка останавливается резко или начинает делать более трех-четырех колебаний.

Причина возникшей неисправности заключается в несоответствии марки масла окружающей температуре. При зимнем режиме требуется масло заменить на менее вязкое и отрегулировать успокоитель; при летнем режиме — сменить масло на более вязкое и отрегулировать успокоитель.

4. Указательная стрелка колеблется с задержками, не плавно.

Данная неисправность возникает при наличии трения между поршнем и цилиндром успокоителя из-за смещения тяги в месте подвески. Для устранения неисправности необходимо правильно установить шток успокоителя.

5. Весы изменяют свои показания — при одной и той же нагрузке стрелка останавливается на различных делениях шкалы.

Неисправность возникает от дополнительного трения в механизме весов и неправильной сборки. Требуется проверить сборку узлов всех механизмов.

При эксплуатации автомобильных и элеваторных весов платформа должна иметь незначительные свободные перемещения. После перемещений она не должна «затираться» с корпусом обвязочной рамы. Зазор между краями платформы и обвязочной рамой должен быть в пределах 10—15 мм.

Платформу весов устанавливают горизонтально и выше уровня земли на 150—200 мм. Устойчивость платформы не должна допускать приподнятия противоположного конца платформы при въезде автомашины. Необходимо проверять установку весов по уровню, контролировать уровень масла в стакане успокоителя.

Тарировку весов выполняют следующим образом: если стрелка весов отходит от вертикали на угол не более 5—8° при тарной нагрузке, то весы тарированы правильно; если стрелка весов отходит от вертикали на угол более 8°, требуется выполнить тарировку тарировочным грузом.

После тарировки проверяют работу масляного успокоителя. Если стрелка делает больше или меньше трех колебаний, то необходимо настроить работу успокоителя регулировочной гайкой.

Для учета работы весов, отметок о их поверках и ремонтах необходимо вести эксплуатационный паспорт. Вместе с эксплуатационным паспортом должен храниться также и технический паспорт завода-изготовителя.

§ 4. Ремонт оптико-механических приборов

Процесс ремонта оптико-механических приборов подразделяется на пять этапов: определение неисправностей и подготовка заменяемых деталей, замена или ремонт оптических или механических элементов, сборка прибора, смазывание и герметизация узлов, юстировка отремонтированного прибора.

Промывка оптических и механических частей приборов производится с целью удаления с их поверхностей различных загрязнений — следов масел и пыли. Применяется ультразвуковая и простая механическая очистка в среде растворителя. Ультразвуковая очистка эффективна при большом объеме ремонта различных оптико-механических приборов. В качестве растворителей используют ацетон, бензин «Галоша», бензол, растворы щелочей и кислот, в целом ряде случаев используют дополнительные компоненты.

В последнее время для ультразвуковой промывки широко используют такие органические соединения, как трех- и четыреххлористый углерод.

В качестве источника ультразвуковых колебаний применяют звуковой генератор с частотой от 10 до 40 кГц. Длительность промывки в зависимости от загрязнения деталей составляет от нескольких секунд до нескольких минут.

Ручным способом детали промывают в среде авиационного бензина Б-70 специальным ершиком. В зависимости от требований чистоты промывка может выполняться циклом, включающим несколько рабочих ванн с различной чистотой растворителя. На конечной стадии используют чистый бензин.

После промывки и сушки оптические детали подлежат окончательной чистке перед сборкой. Обезжиривание осуществляют органическими растворителями — этиловым спиртом или смесью этилового спирта с петролевым эфиром в соотношении 9 : 1. При таком обезжиривании применяют ватные тампоны, салфетки и беличьи кисточки.

Рабочее место должно быть оборудовано специальными приспособлениями, обеспечивающими чистоту набора инструмента, ватных тампонов, замши и т. д. Рабочие поверхности пинцетов и инструмента должны быть оклеены замшей.

При большом количестве обрабатываемых деталей устанавливается приспособление (рис. 202), включающее вращающийся от электродвигателя 2 маховик 1, имеющий захватывающий патрон 3. В патроне закрепляют обрабатываемую деталь и при вращении маховика обрабатывают ее.

Антифрикционные смазки и масла, применяемые при смазывании приборов, обеспечивают хорошее качество притирки трущихся поверхностей и плавность хода. Смазки подразделяются на три вида: масла, консистентная и твердая.

Смазка ГОИ представляет собой консистентную смазку, состоящую из костного масла, приборного масла МВГП и церезина. Она применяется для смазывания трущихся механических соединений, имеющих очень малые зазоры, порядка нескольких десятков микрометров (мкм), и работающих в непосредственной близости с оптическими элементами.

В силовых передачах используют смазку БВН — графитовая смазка с церезином; смазку ЦИАТИМ-202 и ОКБ-122-7.

Для смазывания затворов фотообъективов и кинематических звеньев часовых механизмов и передач используют веретенное масло АУ и часовое масло МЗП-6.

Пыль и влага в оптико-механических приборах вызывает коррозию, расслоение оптических склеенных элементов и ухудшение оптических характеристик приборов. Для борьбы с такими явлениями применяют герметизацию элементов с помощью специальных уплотнительных замазок, которые подразделяются на твердые, полутвердые и мягкие.

Твердая замазка используется в широком интервале температур от -60 до $+80$ °С. Замазка содержит такие компоненты, как масло МС-14, воск, рубрикс, канифоль, церезин и озокерит. Новый уплотнитель «Герметик-УТ-34», работающий в подобном

температурном диапазоне, выдерживает ударные и вибрационные нагрузки.

Полутвердая замазка используется для заливки головок стопорных винтов и резьб, крепления защитных стекол и устранения зазоров. Интервал рабочих температур от -60 до $+60$ °C. Замазка содержит такие компоненты, как трансформаторное масло, битум, канифоль, вазелин, каолин и церезин.

Мягкая замазка применяется для уплотнения узлов приборов, соединения поверхностей и фиксации резьбовых соединений. Интервал рабочих температур от -60 до $+60$ °C. Компонентами замазки являются приборное масло МВП, канифоль, воск, церезин и петролатум.

Все вышеперечисленные замазки обладают высокой пластичностью, малой усадкой и сохраняют свои свойства на длительный период.

В процессе сборки оптико-механических приборов возникает ряд специфических особенностей, как установка, крепление оптических элементов, проверка и устранение люфтов направляющих.

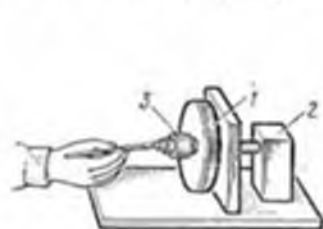


Рис. 202. Приспособление для обработки оптических деталей

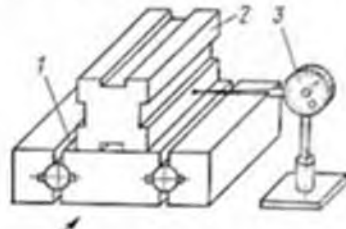


Рис. 203. Проверка люфтов и прямолинейности направляющих

Как правило, крепление оптических элементов производится с помощью центрирующих резьбовых пружинящих колец, планок и герметиков. В некоторых случаях применяется вальцовка — неразъемное соединение, выполняемое путем закатки поверхности механической детали относительно оптической детали и ее жесткой фиксации.

Некоторые приборы работают в широком диапазоне температур, вследствие чего при креплении применяют компенсационные упругие кольца, которые устанавливают между линзами и резьбовым крепящим кольцом. Такая конструкция крепления оптических деталей устраняет возможность появления деформаций и напряжений в оптике и предохраняет ее от повреждений и поломок.

Призмы крепят с помощью жестких планок, а пружинящие планки, подобно упругим кольцам, применяют для компенсации линейных расширений деталей.

Элементы приборов и узлов, имеющие направляющие, проверяют на горизонтальные и вертикальные биения и люфты. На рис. 203 показана схема проверки на отсутствие люфтов и прямолинейности

направляющих. На направляющей 1 по ходу ее движения установлена и закреплена лекальная линейка 2. На подставке установлен индикатор 3, упирающийся своим датчиком в поверхность лекальной линейки. Наличие изменений в показаниях индикатора говорит о неисправности и отклонении ее от прямолинейности самой направляющей.

На рис. 204 показан набор специального инструмента, применяемого при сборке и соединении оптических и механических деталей приборов.

Шлицевые ключи используют для закрепления и ввинчивания внутренних резьбовых оправок и колец, а накидные ключи — для закрепления силовых фасонных гаек и колец, имеющих специальные отверстия или буртики.

Юстировка окуляров оптико-механических приборов имеет ряд особенностей. Существуют окуляры телескопических приборов, окуляры микроскопов и окуляры измерительных приборов.

Для хорошего качества изображения требуется высокая степень центрирования линз окуляра в пределах 0,05—0,1 мм, что обеспечивается специальными центрирующими устройствами самого прибора.

К окулярам биноклярных приборов предъявляются требования к совпадению оси вращения и оптической оси окуляра, т. е. параллельности осей труб прибора. Кроме того, резкое увеличение окуляров вызывает искажение, удвоение изображения по краю поля

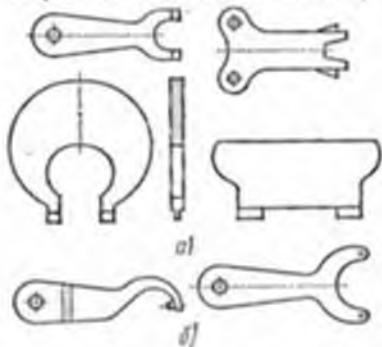


Рис. 204. Набор ключей для сборки оптических и механических деталей:

а — шлицевые, б — накидные

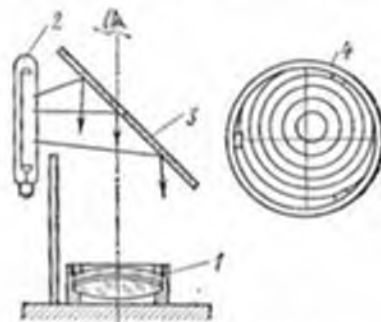


Рис. 205. Установка для контроля качества сборки двухлинзовых объективов

и соответственное искажение и ошибки измерения в дальномере. Поэтому на специальных стендах измеряют фокусные расстояния окуляров с допустимой разницей не более 2%.

Так как объективы представляют собой систему линз, у которых центры кривизны сферических поверхностей расположены на прямой линии, то при их сборке и юстировке учитывается точность центрирования линз. Собранный объектив при изображении объекта всегда характеризуется искажениями по яркости, форме и т. д.

Такие явления возникают из-за аберраций, отклонения размеров оптических элементов, неточности центрирования и т. д. Поэтому существуют определенные допустимые значения отклонений размеров элементов и центрирование при сборке объективов.

Все элементы объектива перед сборкой промывают, сушат и удаляют пыль. Методом последовательного монтажа (столбиком) линзы собирают и кренят зажимными кольцами, затем собранный объектив проверяют на центрирование, аберрацию и определение его оптических характеристик.

При сборке крупногабаритных двухлинзовых объективов с небольшим воздушным промежутком 0,04—0,1 мм между линзами устанавливают тонкие кольца из металлизированной фольги. Если воздушный зазор выбран неравномерно, то возникают искажения

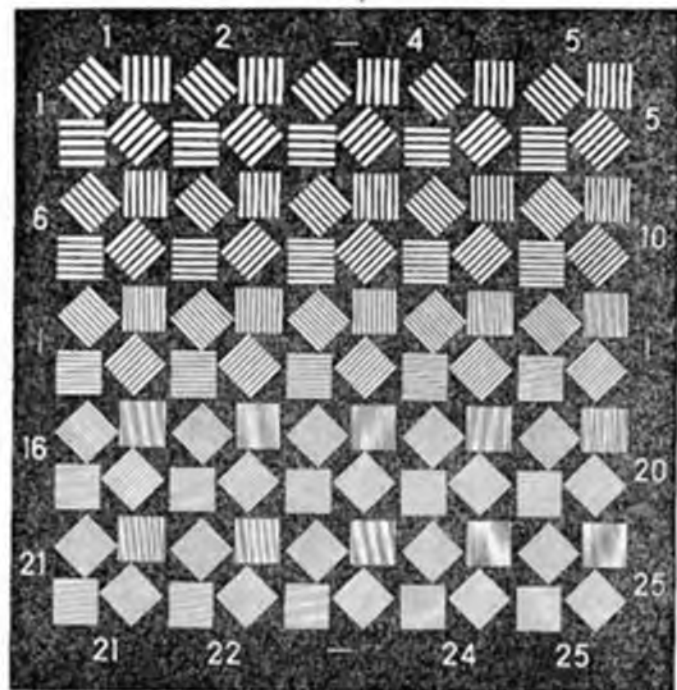
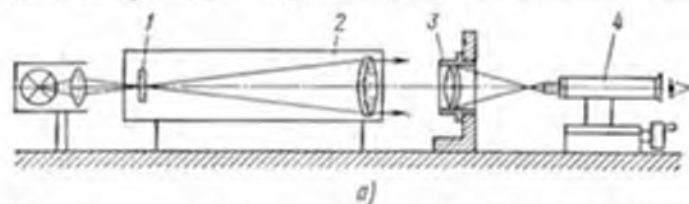


Рис. 206. Проверка разрешающей способности объектива телескопа:

а — вид установки: 1 — штриховая мира, 2 — коллиматор, 3 — проверяемый объектив, 4 — микроскоп; б — общий вид штриховой миры

изображения. Поэтому такие объективы проверяют на центрирование специальными приспособлениями.

На рис. 205 показана установка для контроля качества сборки двухлинзовых объективов. Проверяемый объектив 1 устанавливают под специальный экран 3, освещенный ртутной лампой 2. Вращением объектива вокруг своей оси добиваются совмещения изображения перекрестия, выполненного на экране 3, от двух поверхностей линз. Если линзы имеют правильное центрирование, то в микроскоп 4 видны правильные концентрично расположенные в межлинзовом промежутке кольца Ньютона. Если центрирование выполнено с перекосом, то центр колец смещен от перекрестия в экране в сторону большего зазора между линзами.

Качество сборки и юстировки объектов телескопов контролируют после определения разрешающей способности и определения качества изображения точечного источника света.

Разрешающую способность объектива можно проверить на установке, изображенной на рис. 206, а, по изображению штриховой миры 1, образованной проверяемым объективом и наблюдаемой в микроскоп 4. При этом предел

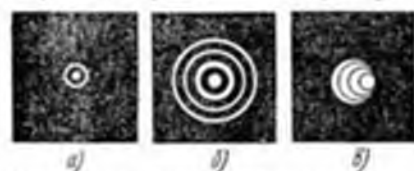


Рис. 207. Изображение дифракционной точки:

а — при правильной сборке, б, в — при неправильной сборке

разрешения объектива R определяется выражением $R = f_k / (f_{об} = 2a)$, где R — предел разрешения объектива (число линий на 1 мм), a — ширина штриха разрешаемого элемента штриховой миры, f_k — фокусное расстояние коллиматора, $f_{об}$ — фокусное расстояние объектива.

Качество изображения точечного источника света определяется по изображению точечной диафрагмы, расположенной в фокальной плоскости коллиматора. Если объектив собран правильно, то изображение точки окружено одним или двумя правильными кольцами, не имеющими разрывов (рис. 207, а). При неудовлетворительной сборке объектива наблюдается увеличенное и искаженное число колец (рис. 207, б, в). Причина этих явлений — повышенная аберрация или неправильный выбор радиусов при сборке поверхностей линз.

§ 5. Ремонт электронизмерительных приборов

Характерными неисправностями электронизмерительных приборов являются: повышенное трение в опорах; неисправность спиральных пружинок; обрывы обмоток рамок; обрывы добавочных сопротивлений и шунтов; выход из строя элементов схем, диодов и триодов.

Трение в опорах увеличивает погрешность измерений, так как равновесие между вращающим моментом подвижной системы и противодействующим моментом пружин при измерении электри-

ческой величины наступает несколько раньше и стрелка прибора не фиксирует истинное положение равновесия. Это справедливо как при уменьшении, так и при возрастании измеряемой величины, поэтому возникает удвоенная погрешность от трения, называемая вариацией от сил трения.

Основными причинами возрастания погрешностей от трения в опорах являются: плохое качество полировки камня и зерна, уменьшение противодействующего момента пружин и увеличение массы подвижной системы.

Конус зерна должен иметь угол в пределах $50-55^\circ$. При заправке зерна требуется вначале обработать поверхность конуса, а затем приступать к обработке сферической поверхности (для закругления по заданному радиусу). Зерна удобно заправлять в пинге часового станка полировочными брусками. Качество заправки контролируется микроскопом, установленным на корпусе станка.

В качестве кругов применяют круги из яшмы и алмазов, а для полировки — наборные круги из кожи, фетра или прессшпана.

В состав полировочной пасты входят: парафин 30 г, стеарин 30 г, керосин 6 г, пищевой свиной жир 10 г, оксид хрома 240 г. Оксид хрома должен иметь тонкую структуру (дисперсность), поэтому его просеивают через сито (шелк), имеющее 900 отверстий на 1 см^2 . Для полировки применяют также пасты ГОИ, имеющие три сорта: тонкая, средняя и грубая.

К неисправностям спиральных пружин можно отнести изгиб, перегрев током и т. д. Незначительный изгиб или скручивание можно выправить после демонтажа пружинки двумя пинцетами. Осмотр качества пружинки производят с помощью часовой лупы.

Установку и пайку пружины выполняют после тщательной подгонки соотношений размеров между пружиной и держателями. Пружинки навивают в специальных оправках (рис. 208).

После ремонта подвижной системы электронизмерительного прибора с целью устранения дополнительной погрешности осуществляют ее уравнивание (балансировку) правильной установкой противовесов. Типы противовесов и их держателей показаны на рис. 209. Они изготавливаются из латунной проволоки.

Систему уравнивают перемещением грузиков-противовесов относительно их держателей до тех пор, пока при наклоне прибора стрелка не отклоняется от нулевой или другой отметки шкалы. Окончательную фиксацию противовесов выполняют в зависимости от типа прибора оловом, припоем или шеллаком.

Измерительные стрелки (рис. 210) при деформациях и изгибах выравнивают пинцетом.

Ремонт рамок, неподвижных катушек измерительных механизмов, шунтов и катушек индуктивностей выполняют перематкой проводов согласно техническим данным прибора (сечение, тип изоляции).

Алгоритмы ремонтных операций по намотке рамок и сборке измерительного механизма даны в табл. 39, 40.

Существуют однослойная и многослойная укладка витков обмотки. К однослойной укладке относится простая однослойная и бифилярная обмотки; к многослойной — простая многослойная спиральная секционированная и бифилярная обмотки.

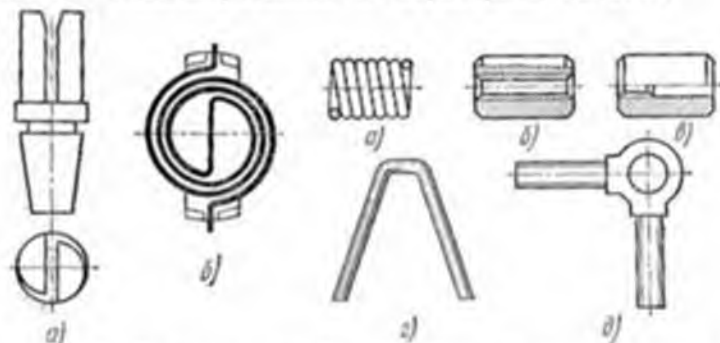


Рис. 208. Вид оправки для навивки спиральных пружин;

а — оправка, б — вид пружинки на оправке

Рис. 209. Типы противовесов и их держателей:

а, б, в — противовесы, г, д — держатели

Бифилярная обмотка выполняется для уменьшения индуктивности катушек. Провод в этом случае перед намоткой складывается вдвое.

Рамки подвижных систем бывают каркасные и бескаркасные. Перед намоткой рамок провод проверяют на наличие ферромагнитных включений, а также измеряют сечение и сопротивление на

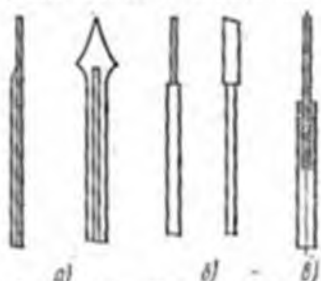


Рис. 210. Типы стрелок измерительных приборов;

а — немагнитные, б — магнитные, в — рамочные

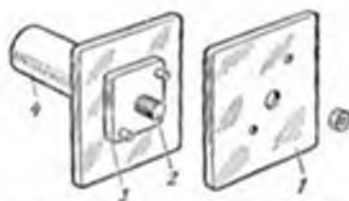


Рис. 211. Оправка для намотки бескаркасных рамок:

1 — наклепанная пластина, 2 — болт, 3 — шаблон рамки, 4 — шпилька

длине одного метра. При укладке провода через 2—4 слоя обмотку следует пропитать бакелитовым лаком. Для намотки бескаркасной рамки применяют специальные оправки (рис. 211), с приводом которой связан счетчик числа витков.

В зависимости от диаметра используемого провода для обеспечения высокого качества намотки, исключения случаев обрыва, повреждений изоляции и нарушения формы рамки при намотке

должно соблюдаться необходимое натяжение провода. Натяжение обеспечивается тормозным устройством.

В табл. 20 приведены значения натяжений медного провода при намотке рамок.

После намотки требуемого количества витков верхний слой обмотки покрывают лаком, сушат 6—8 ч при температуре 20—25 °С, а затем рамку помещают в термостат с температурой 100—120 °С на 7—9 ч. После этого оправку разбирают, рамку очищают от следов лака, зачищают выводы и вторично сушат в термостате при той же температуре в течение 2—3 ч. После сушки проверяют общее сопротивление рамки на отсутствие обрывов и короткозамкнутых витков. На рис. 212 показана схема стенда для выявления короткозамкнутых витков.

В анодной цепи триода лампового генератора установлен резонансный контур, состоящий из катушки индуктивности $L1$ и конденсатора $C1$. Величина сеточного тока определяется параметрами

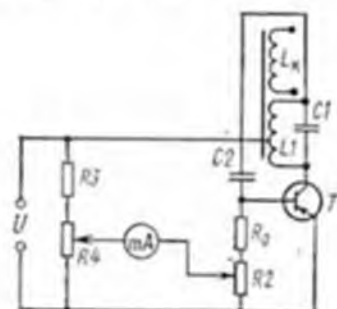
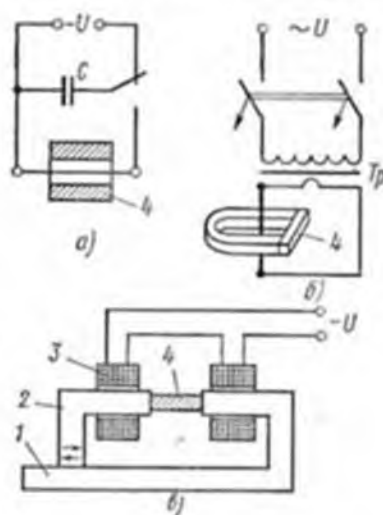


Рис. 212. Схема стенда для проверки короткозамкнутых витков рамки

Рис. 213. Схема намагничивания постоянных магнитов:
1 — неподвижный магнитопровод, 2 — подвижный магнитопровод, 3 — катушка, 4 — магнит



резонансного контура $L1 - C1$ и фиксируется миллиамперметром. Если на катушку сердечника установить проверяемую рамку L_k , имеющую короткозамкнутые витки, то изменится режим лампового генератора (его анодный и сеточный токи), что вызовет изменение показаний миллиамперметра.

Намотка, проверка и сушка каркасных рамок практически не отличаются от намотки, проверки и сушки бескаркасных рамок. Перед намоткой проверяют каркас рамки, затем каркас покрывают бумагой и устанавливают на оправе в станок. В качестве клея при намотке используют клей БФ-2. Выводы рамки зачищают шабером или скальпелем, закручивают вокруг лепестков стрелкодержателей и держателей, а затем паяют припоем ПОС-90 с канифолью или флюсом ЛТИ-1.

Намотку катушек индуктивностей, шунтов и добавочных сопротивлений выполняют так же, как и рамки.

В качестве намоточного провода при намотке добавочных сопротивлений и шунтов используют манганиновый провод в эмалистой изоляции. Намотка ведется до заданной величины сопротивления и контролируется мостом типа МО или МВУ. После намотки для стабилизации характеристики добавочное сопротивление подвергается искусственному или естественному старению. Искусственное старение заключается в выдержке сопротивления в термостате при температуре 120°C в течение 8 ч и остывании при комнатной температуре $20-25^{\circ}\text{C}$. Цикл старения повторяется 8—12 раз (в зависимости от диаметра провода), затем окончательно подгоняют сопротивление с помощью указанных приборов.

Магнитные системы приборов вследствие магнитного старения теряют свои свойства с течением времени. Причиной частичной потери магнитных свойств являются физико-химические изменения структуры материала, изменение температуры, действие внешних магнитных полей и т. д.

Для улучшения свойств и повышения стабильности постоянных магнитов производится их искусственное старение, которое заключается в выдержке магнита при температуре 100°C в течение нескольких часов, а затем его намагничивание.

Намагничивание может производиться по одной из приведенных схем (рис. 213). По схеме (рис. 213, а) магнит намагничивается постоянным током с токоведущей шиной между полюсами электромагнита. По этой схеме намагничиваются постоянным током разряда батареи конденсаторов C общей емкостью до 20 мФ и при напряжении до 400 В кольцевые и замкнутые магнитные системы.

По схеме (рис. 213, б) намагничивание производится на переменном токе через силовой трансформатор, нагрузкой которого является короткозамкнутая медная шина, на которой установлен намагничиваемый магнит. При размыкании цепи (с помощью автомата в первичной обмотке трансформатора) индуцируется намагничивающий импульс тока до 20—25 кА. При намагничивании по схеме (рис. 213, в) магнитное поле создается катушками 3.

После ремонта измерительного механизма его закрепляют с помощью установочных болтов и присоединяют к электрической схеме. Для предохранения резьбовых соединений от самоотвинчивания их покрывают лаком АК20. Затем производится балансировка, определение и подгонка угла отклонения рамки со стрелкой, проверка параллельности плоскости шкалы и плоскости вращения стрелки прибора. После этого проверяют чистоту поверхностей демпферов, работу арретира, крепление подвижной части прибора, осевой зазор между керном и его подпятником.

Вследствие того что угол отклонения прибора магнитоэлектрической системы зависит от тока рамки, подгонкой сопротивления рамки можно добиться соответствия между углом поворота стрелки и значением измеряемого тока.

На рис. 214 показана схема подгонки сопротивления рамки щип-

товых приборов. По образцовому прибору выставляют заданное напряжение и изменением подгоночных сопротивлений r_1 , r_2 добиваются соответствующего показания регулируемого прибора.

При ремонте рамки приборов классов точности свыше 0,5 проверяют схему компенсации температурной погрешности (рис. 215).



Рис. 214. Схема подгонки сопротивления цепи рамки:

R — потенциометр, r_k — рамка, r_1 , r_2 — подгоночные сопротивления, I — проверочный прибор

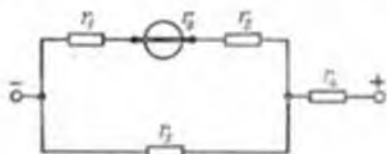


Рис. 215. Схема компенсации температурной погрешности магнитоэлектрического прибора:

r_k — рамка, r_1 , r_2 — подгоночные катушки, r_3 — шунт, r_4 — сопротивление, определяющее предел измерения прибора

Медное подгоночное сопротивление r_1 и манганиновое сопротивление r_2 включены последовательно с рамкой r_k прибора для температурной компенсации. Сопротивление r_4 , включенное последовательно с цепью рамки, определяет предел измерения прибора.

Подгонку цепи рамки производят регулировкой тока потребления подгоночной катушкой r_1 .

Ремонт и устранение неисправностей комбинированных электроизмерительных приборов. При невозможности ремонта узлы и детали заменяют, а затем выполняют подгонку, проверку и градуировку прибора. Обнаружение неисправностей прибора ведется по описанию, заводской электрической схеме прибора и спецификации элементов схемы.

При замене сопротивлений их номиналы определяют по спецификации. Обрыву сопротивлений и шунтов многопредельных приборов соответствует отсутствие показаний прибора или их искажение.

В комбинированных приборах переменного и постоянного токов при выходе из строя диодов мостовых схем прибор не работает на всех пределах постоянного тока (или имеет неправильные показания) и правильно работает на пределах измерения переменного тока. Недопустимая погрешность измерения прибора на переменном токе может быть также связана с изменением коэффициента усиления транзистора.

Полное отсутствие показаний прибора на всех пределах измерения связано с обрывом цепи измерительного механизма.

Применяемые при проверке и ремонте измерительные установки позволяют обеспечить повышение производительности труда и точности измерений.

Измерительные установки типов У309, У355, У313 предназначены для точных измерений э.д.с., напряжений, токов и электрического сопротивления. Кроме того, установки позволяют произво-

дить поверку потенциометров, магазинов сопротивлений и других типов приборов измерения сопротивления на постоянном токе.

Установка У309 обеспечивает измерения: э.д.с. и напряжений до 2,1 В на потенциометре типа Р309; напряжений до 1000 В; постоянного тока до 10 А; электрических сопротивлений до 10^8 Ом.

Автоматизированная установка типа У313 используется для градуировки и поверки электроизмерительных приборов на постоянном и переменном токе до класса точности 0,5. Установка позволяет вести разбраковку электроизмерительных приборов по классам точности и определять поправки к показаниям прибора в долях деления шкалы. С помощью кнопочного пульта управления цифровпечатывающей машинкой оформляется протокол испытания с указанием типа, номера и предела измерения прибора.

Кроме целого ряда специальных испытательных стендов ремонтный участок должен быть укомплектован следующими приборами: универсальным мостом Уитстона МВУ-49, одинарно-двойным мостом Р39 или образцовым двойным мостом МО — для измерения сопротивлений элементов электрических схем и блоков.

§ 6. Ремонт приборов для измерения температуры

Ремонт манометрических термометров типа ТПГ-СК, ТС-100. Наиболее распространенными неисправностями приборов данной группы являются: частичная или полная разгерметизация термосистемы термобаллон—капилляр; неисправности в кинематических элементах показывающего устройства; отказы сигнальных устройств и контактных групп; неисправности и отказы механизмов привода диаграммного устройства (электродвигателя или часового механизма).

Для проверки герметичности термосистемы термобаллон помещают в термостат, изменяют температуру его нагрева и методом сравнения показаний образцового и ремонтируемого манометрического термометра определяют герметичность термосистемы. Если основная погрешность манометрического термометра лежит в пределе его класса точности, то термосистема герметична.

Отсутствие приращения показаний на приборе при повышении температуры указывает на потерю чувствительности термосистемы вследствие нарушения ее герметичности.

Место разгерметизации определяют подачей азота в термосистему через капиллярный отросток, для этого редуктором плавно повышается давление азота в пределах 1,5—3,0 МПа (15—30 кгс/см²), термобаллон с капилляром погружают в емкость с водой, а пружину показывающего прибора — в емкость с керосином или бензином. Пузырьки азота, поднимающиеся на поверхность жидкости, указывают место разгерметизации датчика.

Наибольшую трудность представляет определение разгерметизации капилляра, так как он защищен металлической защитной оболочкой.

Место повреждения в термобаллоне устраняется запаиванием припоем типа ПСр-45; при неплотности капилляра вырезают поврежденный участок, устанавливают на капилляре вставки из медной трубки $\varnothing 2-3$ мм и опаявают ее припоем типа ПСр-45.

После ремонта термосистему проверяют на падение давления в системе; если падение давления отсутствует, то термосистема герметична.

Затем термосистему заполняют наполнителем (газом, жидкостью или конденсатом) согласно паспортным данным прибора. Давление в термосистеме контролируют по образцовому манометру. Величина давления, при котором заполняется система, называется начальным давлением. Величина начального давления определяется согласно паспорту прибора и зависит от пределов измерения манометрического прибора и характеристики пружины. Для газовых термометров начальное давление составляет 1,0—3,4 МПа (9,8—34,4 кгс/см²).

Отросток капилляра после данной операции расклепывают и опаявают.

Нарушения и отказы в кинематических звеньях возникают при увеличении трения, загрязнении и коррозии элементов измерительного механизма, а также при плохих соединениях кинематических звеньев.

При неисправностях необходимо осмотреть элементы, проверить трение в соединениях измерительного механизма с пером и пружиной. При обнаружении повышенного трения и загрязнения механизма его разбирают, чистят и промывают в бензине.

Если при проверке манометрического термометра после его ремонта обнаруживается несоответствие показаний с действительной температурой, то необходимо произвести корректировку «нулевого» положения стрелки прибора при установке термобаллона в среду таящего льда, т. е. при 0 °С.

Отказы сигнальных устройств происходят, как правило, при неправильной эксплуатации прибора, в условиях повышенной вибрации, превышении максимально допустимого тока через контактные устройства. При этом возникает повышенное искрение контактных групп, «залипание» контактов, а также их обгорание.

Периодически контакты сигнальных устройств необходимо очищать волосной щеточкой, смоченной в бензине или техническом спирте.

Категорически запрещается зачищать контакты надфилями и мелкозернистой шкуркой во избежание нарушения поверхности контактов и снятия серебра. Обгоревшие контакты подлежат замене. После чистки контактных групп проверяют и регулируют зазоры контактов и четкость их срабатывания.

К неисправностям механизма привода диаграммного устройства следует отнести: превышение погрешности хода диаграммы свыше допустимых норм (для синхронного двигателя ± 15 мин, для часового механизма ± 5 мин за 24 ч непрерывной работы); периодические отказы механизмов привода.

Основными неисправностями термопар и термометров сопротивления являются: обрыв чувствительных элементов, замыкание элементов на корпус, межвитковое замыкание термометра сопротивления, понижение сопротивления изоляции, повреждение защитной гильзы.

Сопротивление изоляции обмотки термометра сопротивления и термопары измеряют мегомметром типа М1101М на 500 В. Целостность обмотки и значение сопротивления термометра определяются лабораторным мостом типа МВУ-49, образцовым мостом МО. Причиной уменьшения величины сопротивления по сравнению с градуировочными данными может явиться витковое замыкание датчика или утечка тока через блок зажима.

При обрывах обмотки термометров сопротивления их заменяют новыми чувствительными элементами той же градуировки, а при их отсутствии выполняют ремонт термометров.

Ремонт медных термометров сопротивления. Ремонт заключается в изготовлении (намотке) чувствительного элемента. Для этого на предварительно подготовленный и бакелизованный каркас равномерным шагом наматывают медный провод марки ПЭШО или ПЭС диаметром 0,1 мм; каждый слой обмотки покрывают бакелитовым или глифталевым лаком. После просушки элемент с целью получения стабильной характеристики термопар сопротивления подвергается старению, которое ведется при температуре 150 °C в течение 6 ч. После охлаждения производится проверка, подгонка и сравнение характеристики термометра с градуировочными данными. Перед сборкой термометра выводы зажимов припаивают к концам чувствительного элемента припоем типа ПОС-60.

Ремонт платиновых термометров сопротивления. При ремонте чувствительный элемент разбирают, отделяя его от слюдяных накладок, стяжной ленты и каркаса. Обрыв устраняют сваркой платиновой проволоки в электрической дуге или в растворе поваренной соли переменным током напряжением 20—24 В.

При витковом замыкании элемента либо заменяют поврежденную слюдяную пластину с насечками, либо короткозамкнутые витки раздвигают и укладывают в соответствующие пазы (насечки) в слюдяной пластине. Проверка, подгонка и сравнение сопротивления термометра с градуировочными кривыми производится с помощью мостов сопротивления типа МВУ-49 или МО.

Сопротивление изоляции отремонтированных и собранных в чехол термометров измеряют мегомметром, при этом напряжение прикладывается на корпус и закороченные выводы термометра. Величина сопротивления изоляции в зависимости от исполнения термометров сопротивления лежит в пределах 1—10 МОм.

Ремонт термопар при обрывах и нестабильности работы заключается в разборке и осмотре состояния рабочего конца и термоэлектродов. При обнаружении дефектов (трещин, обрывов) термопары ремонтируют. Места обрывов сваривают. Сварка рабочего конца термопары производится после скрутки концов электродов в электрической дуге между графитовыми электродами малого диа-

метра (5—8 мм) до образования расплавленного шарообразного окончания на конце электродов.

Обрывы электродов термопар типов ХА, ХК можно устранить дуговой сваркой. Для этого на вторичную обмотку понижающего трансформатора (напряжением 20—30 В) через графитовый электрод подсоединяют оборванные части термоэлектрода — с прикосновением графита к частям термоэлектрода возникает дуга и части свариваются. При сварке термопар типов ХА, ХК в качестве флюса используется бура, которая после сварки удаляется резким охлаждением в воде.

При ремонте термопары из благородных металлов ее подвергают отжигу, чистке и проверке на однородность электродов. Отжиг производится нагревом электрическим током до температуры 1300 °С в течение 1 ч, при этом бурой ведут чистку электродов от оксидов. Однородность термоэлектрических свойств электродов проверяют милливольтметром, подключенным к свободным (холодным) концам термопары. Затем термоэлектрод помещают в муфельную печь. При медленном перемещении электрода через печь измеряется термо-э.д.с. Если термо-э.д.с. превышает половину допустимой погрешности термопары, то на данном нагретом участке существует неоднородность и этот участок подлежит замене.

Алгоритмы ремонтных операций датчиков температуры даны в табл. 41.

Ремонт вторичных приборов — логометров и милливольтметров — заключается в определении и устранении неисправностей, возникших при их эксплуатации, транспортировке и т. д.

Основными неисправностями таких приборов являются обрывы обмотки рамки и спиральных волосков измерительного механизма, износ подпятников и кернов, увеличение трения стрелки и выход элементов электронной схемы регулирующих приборов.

Подвижную часть прибора осматривают с помощью бинокулярной лупы. При этом обращают внимание на состояние подпятников и кернов. Подпятник не должен иметь следов трещин и неровностей. При наличии дефектов агатовый картер заменяют новым. Изношенные керны со следами нарушений поверхности, конусности и радиуса закругления также подлежат замене. Протирка кернов и агатовых подпятников допускается только папирусной бумагой.

Противодействующие спиральные пружины, имеющие повреждения, заменяют новыми с теми же механическими характеристиками. При обрывах обмотки рамки заменяют или изготавливают новую с намоткой по шаблону. Тип провода, сечение и число витков определяются по техническим данным прибора.

В логометрах при ремонте измерительного механизма производят регулировку полного угла отклонения измерительной стрелки на угол $(72 \pm 2)^\circ$. Регулировку выполняют подгонкой сопротивлений, обеспечивающих минимальный и максимальный углы поворота стрелки.

Основные характеристики измерительных механизмов тепловых приборов даны в табл. 35.

Пример. Рассмотрим подгонку полного угла отклонения логометра типа Лр-64-02 градуировки 50М со шкалой $-50 \div +100^\circ\text{C}$. Для этого в измерительную схему логометра (см. рис. 62) включают три магазина сопротивления типа Р-33. Первый магазин, имитирующий сопротивление датчика термометра сопротивления при температуре, соответствующей начальной точке шкалы с учетом сопротивления линии, равной 5 Ом, включают в цепь 2—3.

По табл. 5 определяют значение сопротивления термометра градуировки 50М при $t = -50^\circ\text{C}$ (т. е. начальной точке шкалы прибора); $R_{T, c} = 39,24$ Ом.

К найденному значению прибавляем сопротивление соединительной линии $R_A = 5$ Ом, получаем $R_M = R_{T, c} + R_A = 39,24 + 5 = 44,24$ Ом.

Значение R_M устанавливаем на первом магазине типа Р-33. Второй и третий магазины включают вместо катушек R_2 , R_4 и имеют их номиналы.

При включении напряжения на логометр Лр-64-02 определяется положение стрелки, соответствующее начальной точке шкалы, т. е. -50°C . При полном отклонении стрелки от нулевой точки шкалы подгонка производится изменением сопротивления второго магазина (т. е. катушки R_2).

Затем на первом магазине устанавливают сопротивление, равное максимальному значению шкалы, т. е. 100°C . При $t = 100^\circ\text{C}$ термометр сопротивления градуировки 50М имеет значение сопротивления $R_{T, c} = 71,4$ Ом.

С учетом сопротивления линии ($R_A = 5$ Ом) $R_M = R_{T, c} + R_A = 71,4 + 5 = 76,4$ Ом, т. е. на первом магазине необходимо установить значение сопротивления, равное $R_M = 76,4$ Ом.

Если при включении прибора стрелка не отклоняется на конечное значение шкалы, необходимо изменением сопротивления третьего магазина добиться полного отклонения стрелки прибора.

После окончательной подгонки полного угла отклонения измерительной стрелки логометра вместо магазинов устанавливают постоянные сопротивления R_2 , R_3 с номиналами, равными значениям сопротивлений магазинов.

После замены и ремонта неисправных частей измерительного механизма осуществляют регулировку и балансировку его подвижной части перемещением грузиков-противовесов, закрепленных канфолью на усиках с противоположной стороны измерительной стрелки. При правильной балансировке изменения показаний прибора не должны превышать основной погрешности.

При обрывах или коротких замыканиях в термоэлектрическом термометре или милливольтметре прибор имеет нулевые показания. При данной неисправности необходимо определить место обрыва в датчике или приборе. Датчик подлежит ремонту или замене с равноценной градуировкой.

При неправильной полярности подключения датчика стрелка милливольтметра отклоняется влево.

Нестабильность показаний милливольтметра возможна при ненадежных контактах в местах присоединения проводов внешней линии, а также неисправности самого прибора.

Завышенные или заниженные показания милливольтметра возможны при неправильной установке стрелки прибора на нулевую отметку, неправильной подгонке сопротивления линии, а также неисправности самого прибора.

Отказ регулирующих устройств милливольтметра типа Ш-4500 или логометра Ш6900 возможен при обрывах в цепи питания прибора, в цепи регулирования прибора, при выходе из строя выходного реле PI , транзисторов $ПП1 - ПП4$, трансформатора и выпрямителя.

Карта напряжений для ремонта тепловых приборов дана в табл. 36.

После ремонта милливольтметр проверяют с помощью переносного потенциометра типа ПП-63 класса точности не ниже 0,05 с диапазоном 100 мВ. Для этого к зажимам проверяемого прибора, предназначенным для подключения термоэлектрического термометра, подсоединяют зажимы потенциометра ПП-63. Корректором отрегулированного прибора устанавливается «0» прибора, а на потенциометре ПП-63 переключатель «Род работы» — в положение «Поверка», соответствующее диапазону измерения 25 мВ. Затем включают питание потенциометра ПП-63 и проверяют основную погрешность отремонтированного милливольтметра. Для этого плавно подводят стрелку к проверяемым отметкам шкалы вращением ручки резистора «Напряжение».

Поверка производится на всех числовых отметках шкалы. Основная погрешность определяется по формуле $\gamma = (U_1 - U_2/U_n) \cdot 100\%$, где U_1 — напряжение, соответствующее данной числовой отметке (определяется по градуировочным таблицам), мВ, U_2 — показания прибора ПП-63 (образцового прибора), мВ, U_n — номинальное значение напряжения, соответствующее диапазону измерения прибора, мВ.

Основная погрешность проверяемого милливольтметра не должна превышать паспортных значений.

Неисправности в электрической и электронных частях приборов определяют по заводским принципиальным электрическим схемам и монтажно-эксплуатационным инструкциям. Полупроводниковые элементы проверяют на неисправность комбинированными приборами Ц4341, Ф434 или Л2-1. Номиналы резисторов и состояние конденсаторов определяют омметром. При полном пробое конденсатора его сопротивление практически равно нулю, при частичном пробое — лежит в пределах нескольких килоом.

Неисправные резисторы часто имеют видимые следы нарушения теплового режима — обугливание, разрушение и отставание проводящего слоя.

В электронных мостах и потенциометрах основные неисправности возникают в кинематических узлах, измерительной схеме и усилителе (см. табл. 37).

Характерными неисправностями в автоматических потенциометрах и мостах являются:

замедленное движение стрелки прибора из-за неисправностей транзисторов, заниженного коэффициента усиления усилителя, загрязнение реохорда, плохого экранирования входных цепей датчика (термопары или термометра сопротивления);

самопроизвольный реверс электродвигателя привода измерительной стрелки и подвижного контакта реохорда из-за отсутствия напряжения на управляющей обмотке двигателя;

несоответствие показаний прибора значениям измеряемой величины из-за неисправности датчика или несоответствия его градуировки.

Для определения и отыскания неисправностей к прибору согласно электрической схеме подключается напряжение переменного

тока 220 В и датчик соответствующей градуировки. При заклинивании реверсивных двигателей типа РД, привода реохорда и измерительной стрелки выполняют разборку и промывку редуктора, осмотр и замену неисправных шестеренок. После сборки и смазывания техническим вазелином редуктор проверяют на вращение. Вращение должно быть равномерным и плавным, без заеданий и посторонних шумов.

Неисправные шестеренки механизма привода диаграммы подлежат замене на новые.

После ремонта кинематических узлов приборов осуществляют проверку плавности хода механизма и заливку в редуктор двигателя 10 см³ масла типа МВП или МС-24.

Перед проверкой измерительной части приборов требуется: обратить внимание на положение вращающегося подвижного контакта на реохорде — «бочонка», расположенного между двумя спиралями реохорда. При небрежном проведении текущего ремонта на месте эксплуатации прибора, при транспортировке, крайних положениях измерительной стрелки контакт может соскочить с реохорда и образовать разрыв измерительной схемы прибора, что может явиться ложной причиной неисправности прибора;

проверить и установить положение подвижного контакта реохорда, соответствующее положению измерительной стрелки, так как несоответствие положений служит причиной неправильных показаний.

Непосредственно реохорд представляет собой две спирали из калиброванной (манганиновой или палладий-вольфрамовой) проволоки, намотанной на изолированные медные шинки и закрепленные на круглом пластмассовом цилиндре. Одна спираль R_p рабочая (см. рис. 55), другая — закорочена для съема тока.

Полное (приведенное) сопротивление реохорда отечественных автоматических электронных приборов составляет 90, 120 или 300 Ом.

Движок реохорда (бочонок) перемещается относительно реохорда реверсивным двигателем РД (см. рис. 55) и в процессе эксплуатации теряет свою бочкообразную форму, окисляется, нарушает контакт в измерительной схеме. Вследствие этого возникает частичная потеря чувствительности прибора и сбой в его работе.

Изношенный «бочонок» заменяют, а поверхность реохорда промывают спиртом или бензином волосистой щеточкой. После сушки реохорда в его нижнюю крышку заливают сухое трансформаторное масло для предотвращения окисляемости рабочей поверхности реохорда.

Правильность установки подвижного контакта реохорда проверяется с помощью схемы, представленной на рис. 216. На вход

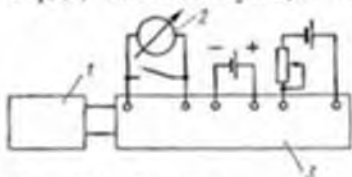


Рис. 216. Схема проверки исправности автоматического потенциометра:

1 — проверяемый потенциометр, 2 — гальванометр, 3 — потенциометр типа ПП-63

прибора 1 вместо термопары подключается переносной потенциометр 3 типа ПП-63. Потенциометром ПП-63 устанавливается напряжение, равное значению э.д.с. термопары соответствующей градуировки. Если напряжение между точками А и В (см. рис. 53) равно э.д.с. потенциометра ПП-63, то стрелка его гальванометра находится в нулевом положении. Если стрелка гальванометра не устанавливается на нулевое положение, то требуется переместить подвижный контакт реохорда относительно самого реохорда. Перемещать контакт следует вручную до тех пор, пока стрелка гальванометра не установится в нулевое положение.

Исправность измерительных схем электронных мостов типов КСМ, МСР и других проверяют следующим методом. К точкам а и b измерительной схемы моста (см. рис. 61) подключают источник постоянного тока с напряжением 4—6 В, к точкам с и d через переключатель подсоединяют гальванометр постоянного тока. Вместо датчика (термометра сопротивления) через добавочные сопротивления, равные 2,5 Ом, подключают магазин сопротивления типа МО.

Вручную стрелку ремонтируемого электронного моста перемещают на любое оцифрованное деление шкалы в пределах середины шкалы и устанавливают на магазине МО значение сопротивления, равное сопротивлению термометра соответствующей градуировки на определяемой точке шкалы. При этом значение сопротивления, установленное на магазине МО, определяется по типовым градуировочным данным термометров сопротивлений.

При правильном положении подвижного контакта на реохорде и исправности всех элементов измерительной схемы стрелка гальванометра имеет нулевые показания. При неисправности элементов измерительной схемы гальванометр не устанавливается на нулевые показания или зашкаливает при любом положении реохорда. В таких случаях проверяют все элементы измерительной схемы (согласно заводским данным) и надежность контактов в месте соединения катушек. Обрывы мест соединения катушек измерительной схемы в электронных мостах и потенциометрах возникают при небрежном проведении планово-предупредительных работ (ППР), при эксплуатации приборов, а также их транспортировке.

Пайку мест обрывов выполняют припоем ПОС-40 или ПОС-60. Катушки, имеющие внутренний обрыв, заменяют на новые или ремонтируют. После ремонта (намотки) катушки проверяют и подгоняют сопротивления с помощью мостов МО или МВУ-40 с точностью $\pm 0,03$ Ом.

Ремонт электронных усилителей автоматических мостов и потенциометров. Ремонт производится методом измерения сопротивлений и напряжений в отдельных точках схемы (по отношению к корпусу усилителя). При этом полученные результаты сравнивают с данными карт напряжений и сопротивлений ремонтируемого типа усилителя.

В качестве примера в табл. 38 представлена карта напряжений электронного усилителя УПД 1-2 автоматических приборов серии КСУ.

Причинами неисправностей усилителей могут быть обрывы или витковое замыкание силового или выходного трансформаторов, неисправности транзисторов, полупроводниковых элементов, конденсаторов и резисторов.

В связи с внедрением в промышленность новых типов приборов повысилась унификация основных узлов, которые при неисправности заменяются на новые.

§ 7. Ремонт приборов для измерения давления

Основными неисправностями мембранных приборов — напорометров, тягомеров и тягонапорометров — являются деформация мембранных коробок вследствие перегрузки, деформация измерительной стрелки, износ и коррозия кернов оси стрелки.

Ремонт мембранных приборов. Ремонт рекомендуется выполнять в такой последовательности:

- вскрыть прибор, продуть кинематические элементы от пыли сухим сжатым воздухом или с помощью резиновой груши;
- определить и заменить неисправные элементы;
- проверить надежность крепления деталей прибора;
- проверить герметичность мембранной коробки. При обнаружении негерметичности пайка мембран возможна только на линии спая по образующей. Пайку мембраны на поверхности гофра не выполняют, так как при этом происходит изменение ее упругости, прибор дает большие разбросы по показаниям и не поддается регулировке;

- проверить противодействующие пружины 2 (см. рис. 78) (начальный угол закручивания пружины должен составлять 90° , вилки не должны касаться друг друга, а поверхность пружины должна быть без следов замятин и деформаций);

- установить стрелку прибора на нулевые показания с помощью корректора 14 (для проверки диапазона измерения подать на вход прибора давление, соответствующее пределу измерения).

Если стрелка при этом не установилась на предельное значение шкалы, то необходимо тягу 1 переместить на следующее отверстие коленчатого рычага 3.

После ремонта определяют погрешность и вариацию прибора. Приборы, удовлетворяющие нормам и требованиям инструкций, допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Сильфонные чувствительные элементы в самопишущих манометрах, датчиках, вторичных приборах типов МС, ДМПК, РЛ, ДРД и других при эксплуатации подвергаются значительным знакопеременным нагрузкам. Поэтому основными неисправностями в таких приборах являются нарушение герметичности, образование трещин на гофрированной поверхности сильфона, старение и потеря упругости. При обнаружении таких дефектов требуется заменить неисправный сильфон.

Ремонт пружинных приборов. Основными неисправностями пружинных приборов являются износ деталей передаточного механиз-

ия, износ пружин, появление в них остаточных деформаций, увеличение зазора в соединениях, неисправности корпуса, стекла, шкалы и т. д.

Перед ремонтом прибор разбирают, осматривают кинематический узел и трубчатую пружину.

Зубчатый сектор 4 (см. рис. 80) не должен иметь следов наклепа и износа зубцов, а непосредственно плата сектора не должна иметь следов деформации. При износе зубцов сектора 4 необходимо его заменить, а деформацию платы сектора устранить на металлической плите специальным деревянным молотком.

Спиральная пружина 3 должна иметь правильную форму без касания витков. Пружину правят пинцетом с помощью бинокулярной пятикратной лупы.

После замены или ремонта пружину 3 устанавливают в отверстие оси трубки 2 и закрепляют латунной конусной шпилькой. Другой конец пружины закрепляют подобным способом при упоре зуба трубки к правой части сектора. После полной сборки передаточный механизм смазывают часовым маслом.

Деформированную трубчатую пружину выпанвают из держателя газовой горелкой, гнездо зачищают и подготавливают для установки новой пружины. Пайку ведут припоем ПОС-40, ПОС-60 с раствором канифоли в ацетоне (спирте).

При пайке новой пружины обеспечивается ее правильное положение свинцовыми вкладышами или специальным приспособлением. После пайки проверяют ее герметичность. Держатель с трубчатой пружиной 5 устанавливают на пресс и по контрольному манометру подают максимальное расчетное давление пружины. Отсутствие падения давления в течение 5 мин говорит о герметичности прибора.

При ремонте кислородных приборов необходимо тщательно обезжирить рабочую полость прибора и его штуцер, так как в эксплуатации при незначительных включениях масла и его паров происходит резкое окисление кислородом масла, повышается его температура и прибор становится взрывоопасным. Поэтому ремонт и испытание кислородных приборов давления выполняют на рабочем месте, изолированном от других приборов. Приборы проверяют и испытывают на прессе с применением разделительной камеры, которая изолирует рабочую полость манометра от рабочей жидкости в прессе.

Для проверки отсутствия следов масла в рабочую полость прибора вводят 5—10 см³ спирта. Прибор несколько раз встряхивают штуцером вверх, а затем выливают содержимое на поверхность чистой белой бумаги. Если после высыхания спирта на бумаге отсутствуют масляные пятна, то прибор имеет чистую обезжиренную поверхность.

Для поверки манометров после ремонта используют грузопоршневые манометры типов МП-60, МП-600, имеющие классы точности 0,05 и 0,2.

Грузопоршневой манометр типа МП (рис. 217) имеет корпус винтового пресса 15 с поршнем 16, который перемещается совместно с винтовым штоком 17 при вращении маховика 1.

Калиброванный шток (поршень) 8 с тарелкой 6 и калиброванными грузами 7 перемещается относительно грузопоршневой колон-

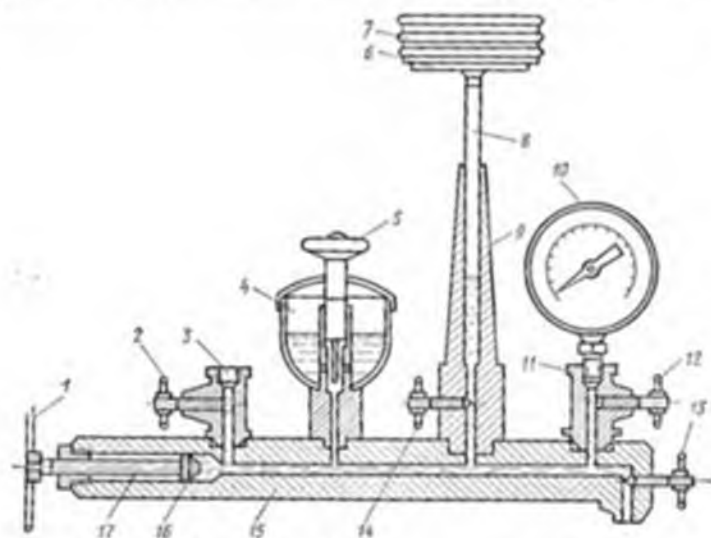


Рис. 217. Грузопоршневой манометр типа МП

ки 9 за счет давления трансформаторного масла, заливаемого в пресс, при вращении маховика 1.

Трансформаторное масло заливается в воронку 4 при открытом вентиле 5 и выведенном в крайнее левое положение поршне 16, при этом игольчатые вентили 2, 12, 13, 14 должны быть закрыты. При появлении перелива масла в воронке из пресса вентиль 5 закрывают — пресс подготовлен к работе в двух режимах: проверка манометров методом сравнения с показаниями образцового манометра; проверка манометров с помощью калибровочных грузов.

По первому режиму в отборы 3, 11 устанавливают поверяемый и образцовый манометры, открывают вентили 2, 12 и вращением маховика 1 создается давление трансформаторного масла, соответствующее поверяемым отметкам шкалы манометра.

По второму режиму используют калибровочные грузы 7, позволяющие создавать в прессе давление через 50, 100, 500 кПа (0,5; 1,0; 5,0 кгс/см²). Поверяемый манометр 10 устанавливают в отбор 11, открывают игольчатые вентили 12, 14. Маховиком 1 перемещают поршень 8, чтобы он выступал из колонки 9 на треть своей длины.

Начальное давление, равное 100 кПа (1 кгс/см²), создается поршнем 8 с тарелкой 6. Для создания последующих давлений согласно поверяемым отметкам шкалы устанавливают соответствующие калибровочные грузы.

При отсчете показаний поверяемого прибора тарелка 6 для устранения погрешности из-за трения поршня 8 должна вращаться с частотой 30—50 об/мин. Погрешность измерений определяется разностью показаний поверяемого манометра и давления, создаваемого прессом.

При неисправностях и деформациях многовитковых трубчатых пружин отделяют кинематический узел, выпаивают капилляр и отделяют трубчатую пружину от стойки.

Новую пружину свободным концом припаивают к гибкой скобе, соединяющей пружину с ее осью, а неподвижный конец пружины впивают в демонтированный ранее капилляр. После установки пружины на стойке ее опавляют и собранный блок соединяют с передаточным механизмом с помощью соединительной тяги.

По капилляру через гидравлический пресс подается максимальное рабочее давление, при этом многовитковая пружина манометра должна раскручиваться на угол, равный 50° .

Качество пайки трубки считается удовлетворительным, если в течение 5 мин отсутствует падение давления.

При сборке и настройке самопишущих манометров с многовитковой трубчатой пружиной необходимо соблюдать следующие требования:

при отсутствии давления на входе в прибор соединительная тяга должна находиться в горизонтальном положении; при отклонении соединительной тяги от заданного положения ее регулируют перестановкой наконечника тяги в одно из отверстий приемного рычага;

осевой зазор (люфт) многовитковой трубчатой пружины должен быть установлен в пределах 0,25—0,5 мм.

Величину зазора регулируют при сборке блока трубчатой пружины за счет изменения положения стойки относительно кронштейна.

Непосредственно секторный передаточный механизм пружинного манометра (см. рис. 80) при ремонте регулируют на плавность перемещения зубчатого сектора 4 по всей его длине, а также на параллельность осей сектора 4 и шестерни (трибки) 2.

При проверке манометров в зависимости от класса точности прибора существуют проверяемые отметки шкалы: класс 1,5; 2,5 — пять точек, класс 4 и т. д. — три точки.

При снятии показаний с поверяемого прибора отсчет производится без постукивания по корпусу манометра, а сама проверка выполняется (в прямом) повышением и (в обратном) понижением измеряемого давления.

Давление, равное максимальному давлению шкалы прибора, выдерживается в течение 15 мин, при котором показания прибора не должны изменяться.

Манометр регулируют и проверяют на специальном прессе. На прессе устанавливают образцовый манометр, класс точности которого должен быть в четыре раза выше класса точности поверяемого манометра. С помощью пресса поднимают давление на манометре согласно контрольным отметкам, которые должны быть равномерно

распределены по всей шкале. При проверке погрешность поверяемого манометра на каждой отметке шкалы не должна превышать основной допустимой погрешности. При превышении приведенной погрешности в одной или нескольких точках шкалы манометр регулируют изменением положения поводка *б* относительно хвостовика зубчатого сектора *д*, т. е. изменяют передаточное число передающего механизма, которое зависит от отношения перемещения стрелки *г* к перемещению сектора *д*.

Существуют следующие методы регулировки манометров при различных характерах погрешностей:

постоянная по величине и знаку погрешность по всей шкале устраняется только перестановкой самой стрелки прибора на соответствующий угол;

пропорциональное изменение погрешности измерений при увеличении давления устраняется изменением плеча *г* (см. рис. 80, *а*), причем при положительной погрешности необходимо увеличить плечо *г*, при отрицательной — уменьшить *г*; длину плеча *г* изменяют перемещением поводка *б* в секторе *д*;

превышение погрешности в средней части шкалы устраняют перемещением поводка *б* и изменением угла α .

Нелинейное увеличение погрешности прибора при увеличении давления от 0 до максимального значения устраняют только поворотом передаточного механизма против часовой стрелки, при этом стрелку прибора устанавливают против середины шкалы, а угол α должен составлять равно 90° . После этого фиксируют положение передаточного механизма и повторно поверяют прибор по контрольным точкам.

Если при установке стрелки против середины шкалы угол α будет меньше 90° — погрешность в начале шкалы отрицательная, убывающая. При угле α больше 90° погрешность в первой половине шкалы будет в пределах допуска, а во второй половине — положительная, возрастающая.

Превышение погрешности в одной-двух отметках шкалы прибора (при соответствии классу точности прибора по всей шкале) устраняется, как правило, только заменой сектора, имеющего «задиры» или неравномерность зубцов.

Если погрешность манометра постоянна по всей шкале, то ее устраняют перестановкой самой стрелки. После ремонта прибора и нанесения клейма поверки на штуцер устанавливают специальную заглушку, которая предохраняет прибор от попадания масла при его транспортировке и хранении.

У самопишущих приборов проверяется точность перемещения диаграммы и правильность движения пера по линии времени — радиальной дуге диаграммы. При отклонении пера от линии времени в начале и конце шкалы свыше 0,25 мм (не считая толщины пера) производят регулировку положения пера относительно его держателя. Погрешность механизмов привода диаграммы за 24 ч работы для часовых механизмов не должна превышать ± 5 мин, для синхронных электродвигателей ± 15 мин.

Ремонт вторичных пневматических приборов системы «Старт».

Ремонт (см. рис. 91) связан с перетиранием (обрывом) лавсановой нити 12, нарушением плотности сальфона 2 (или его остаточной деформацией), а также засорением сопла 4 вследствие плохого качества очистки и осушки сжатого питающего воздуха.

Засоренный канал сопла 4 подлежит прочистке специальной иглой из фосфористой бронзы. При обрыве нити 12 необходимо пере-
установить и установить новую лавсановую нить, проверив и настро-
ив после закрепления нити (при отсутствии давления питания)
положение стрелки, соответствующее нулевому значению шкалы.

Сильфон со следами остаточной деформации подлежит замене. После выполнения ремонтных работ на вторичных приборах системы «Старт» проверяют положение измерительной стрелки прибора при давлении, соответствующем нулевому значению шкалы прибора, устанавливаемого по контрольному манометру. При этом стрелка прибора должна установиться на начальной отметке шкалы (диаграммы) с допустимым отклонением $\pm 0,5\%$ диапазона шкалы прибора.

Основная допустимая погрешность на любой отметке шкалы не должна превышать $\pm 2\%$ от верхнего предела измерения прибора.

Шкалы приборов могут быть выражены по стандартным рядам в единицах измерения давления, перепада давления, температуры и т. д. Для проверки равномерности показаний прибора по всей шкале проводят стендовую поверку прибора.

Шкала, %	0	20	40	60	80	100
Давление на выходе:						
кПа	20	36	52	68	84	100
кгс/см ²	0,20	0,36	0,52	0,68	0,84	1,00
Давление из выхода при 20°C:						
кПа	19,6	35,4	51,1	66,8	82,4	98,2
мм рт. ст.	147,6	265,7	383,9	502,0	620,1	738,2

Наладка бесшкальных преобразователей давления типа МЭД.

Перед установкой прибора МЭД на объект необходимо проверить значение выходного сигнала при нулевом значении измеряемого давления, т. е. проверить «нуль» прибора.

Данную проверку проводят с помощью магазина комплексной взаимной индуктивности типов Р-5017, Р-5017/2 по схеме (рис. 218). При нулевом значении измеряемого давления и значении выходного сигнала уравнивают электрическую схему с помощью поворотов курбелей «М» и «Мо» для манометров и вакуумметров и курбеля «М» для мановакуумметров. При этом

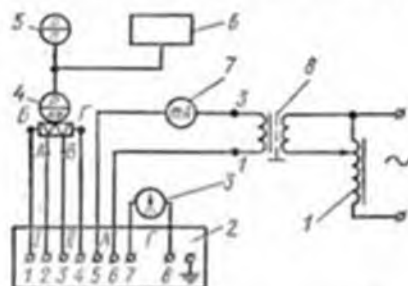


Рис. 218. Схема проверки преобразователя типа МЭД:

1 — автотрансформатор, 2 — магазин комплексной взаимной индуктивности, 3 — гальванометр, 4 — преобразователь МЭД, 5 — образцовый прибор, 6 — источник давления, 7 — миллиамперметр, 8 — трансформатор

положение курбеля «Мо» устанавливается при подаче в прибор вакуумметрического давления, равного верхнему пределу измерений, и в дальнейшем не изменяется.

При отклонении выходного сигнала от заданного на половину предела допускаемой основной погрешности (для манометров и вакуумметров) и на предел допускаемой основной погрешности (для мановакуумметров) производится корректировка «нуля» перемещением сердечника дифференциального трансформатора. Для этого требуется расконтрить гайку 9 (см. рис. 89) и повернуть винт 10, связанный с сердечником 8 дифференциального трансформатора. После установки «нуля» прибора гайку 9 необходимо законтрить.

При изменении входного давления на преобразователь типа МЭД от нулевого до максимального значения измеряемого давления (разряжения) ход плунжера составляет от 2 до 5 мм, что соответствует изменению взаимной индуктивности прибора в пределах 10—0—10 мГн.

Основные неисправности прибора:

отсутствие выходного сигнала прибора при изменении давления на входе. Данная неисправность возможна при отключении питания в первичной цепи, обрыве в линии питания вторичного прибора или катушке дифференциального трансформатора;

стрелка вторичного прибора уходит в одно из крайних положений или занимает произвольное положение. Для устранения неисправности необходимо проверить линию связи и правильность ее подключения;

увеличенная вариация показаний возникает при затираниях сердечника дифференциального трансформатора прибора, в механической схеме или низкой чувствительности вторичного прибора; повышенная погрешность прибора вызывается старением упругого чувствительного элемента. Неисправность устраняется новой установкой «нуля» прибора и его тарировкой.

Тарировку производят при изменении давления на входе в прибор и определении выходного сигнала прибора.

Измеряемое давление (% от верхнего предела измерения прибора)	0	25	50	75	100
Выходной сигнал, мГн	0	2,5	5,0	7,5	10,0

Ремонт и настройка приборов с пневмовыходом системы ГСП типов ИС-П, МС-П, ВС-П, ДС-П. При отсутствии выходного сигнала прибора необходимо проверить пневматическую линию питания и прочистить или сменить фильтр или дроссель пневмореле.

Если выходной сигнал давления нестабилен и занижен, требуется определить засорение дросселя пневмореле. При этом выворачивают дроссельный винт и прочищают капиллярную трубку специальной иглой.

При засорении сопла или отвертывании дросселя пневмореле нарушается диапазон настройки, прибор имеет завышенное значение выходного сигнала. Для устранения такой неисправности необходимо прочистить сопло специальной иглой, завернуть дроссель, а затем отрегулировать диапазон настройки.

Неисправность демпфера определяется по неустойчивости выходного сигнала. Для устранения затирания демпфера следует визуально проверить зазор между стаканом и поршнем демпфера и настроить такое положение поршня, чтобы со всех сторон был одинаковый постоянный зазор, при котором при постоянном входном давлении и повороте стакана до одного оборота выходной сигнал имел бы постоянное значение.

Неустойчивость значений выходного сигнала может возникать при ослаблении крепления измерительного блока с преобразователем, ослаблении резьбовых соединений в преобразователе и измерительном блоке, рычагов в преобразователе.

После устранения неисправностей прибор готовят к работе.

Для заправки демпфера кремнийорганической жидкостью типа ИМС необходимо отпустить стопорный винт, вывернуть стакан демпфера и заполнить его необходимой жидкостью до уровня 12—13 мм от верхней кромки стакана. После этого стакан ввертывают в колодку и фиксируют стопорным винтом.

Зазор между упорами и Т-образным рычагом преобразователя (см. рис. 85) настраивают в пределах 0,3—1 мм, предварительно ослабив фиксирующие гайки. Сначала регулируют правый, затем левый упоры. Левый упор вворачивают до изменения выходного сигнала, затем упор вывертывают на один оборот и его положение закрепляют фиксирующей гайкой.

При настройке пневматических преобразователей выходной сигнал, соответствующий нулевому (начальному) значению измеряемого давления, определяется по табл. 21.

Настройка преобразователя на требуемый диапазон измерений производится в два этапа — грубо и точно.

При снятом кожухе с помощью корректора нуля устанавливают значение выходного сигнала преобразователя, соответствующее нулевому илиначальному значению измеряемого давления.

Затем производят грубую настройку диапазона измерений. Поднимают измеряемое давление до верхнего предела измерений.

Если при увеличении измеряемого давления выходной сигнал достиг предельного значения, а измеряемое давление не достигло еще верхнего предела измерений, то преобразователь регулируют перемещением вверх опоры 5 вдоль Г-образного рычага 3 (см. рис. 86).

Если при увеличении измеряемого давления до верхнего предела измерений выходной сигнал не достигнет предельного значения, то подвижную опору 5 необходимо переместить вниз.

Точная настройка диапазона производится поворотом кольца 1. Для этого винт 4 слегка отпускают, а после регулировки кольца — стопорят.

Корректором нуля устанавливают значение выходного сигнала, равное 2,0 кПа (0,2 кгс/см²). Если при увеличении измеряемого давления до верхнего предела измерений выходной сигнал меньше

10 кПа (1 кгс/см²) — кольцо поворачивается вправо, если выходной сигнал больше 10 кПа (1 кгс/см²) — влево. При этом поворот кольца на 60° соответствует изменению диапазона измерений примерно на 0,5%.

При возникновении автоколебаний выходного сигнала давления требуется настроить работу демфера, отвертывая или заворачивая стакан демфера на 2—3 оборота, не допуская упора поршня демфера в дно стакана.

Настройка приборов-датчиков с унифицированным пневмодисковым преобразователем типа ГСП. При измерении давления менее заданного начального значения пружина 6 (см. рис. 86) корректора нуля прижимает рычаг 2 преобразователя к упору 4 и выходной сигнал датчика остается менее 20 кПа (0,2 кгс/см²).

При равенстве измеряемого давления и давления задания рычаг 2 отходит от упора и выходной сигнал давления равен 20 кПа (0,2 кгс/см²).

При увеличении измеряемого давления выходной сигнал преобразователя изменяется пропорционально изменению давления.

С помощью корректора нуля настраивают требуемое значение выходного сигнала.

Выходной сигнал пневмопреобразователей системы ГСП, соответствующий нулевому или начальному значению измеряемого давления, устанавливается согласно табл. 21.

Автоколебания выходного сигнала устраняют откручиванием или закручиванием стакана демфера на 2—3 оборота в ту или иную сторону. Необходимо следить за тем, чтобы поршень не упирался в дно стакана, что обнаруживается по резкому возрастанию выходного сигнала, не уменьшающемуся после регулировки демфера. Если поршень упирается в дно стакана, требуется его отвернуть на 1—2 оборота.

§ 8. Ремонт приборов для измерения уровня

Ремонт поплавковых и буйковых приборов. Отказ сигнальных устройств приборов данной группы возможен при неисправности переключателей типа МП, понижении сопротивления изоляции, а также обрыве неисправности тросовых и рычажных систем.

Сопротивление изоляции микропереключателей проверяется мегомметром типа М1001, при этом величина сопротивления должна быть не менее 1 МОм.

Микропереключатели с неисправным перекидным устройством, а также имеющие следы коррозии подлежат замене.

Неисправности тросовых и рычажных систем устраняют заменой тросов или рычагов; после настройки диапазонов срабатывания сигнальных устройств блоки, рычаги, тросы и ограничители хода смазывают смазкой типа УС или ЦИАТИМ.

Уровень мер типа УДУ-5 имеет механизм проверки зацепления мерной ленты. Он позволяет контролировать работоспо-

собию прибора методом проверки зацепления перфорированной ленты с мерным шкивом, а также определить обрыв ленты и ее заклинивание.

Если при повороте рукоятки механизма привода определяется усилие по поднятию поплавка и при этом происходит поворот отсчетного механизма с изменением показаний счетного механизма, то лента привода исправна.

Срыв ленты с перфоратора зацепления определяется по отсутствию усилия при поднятии привода и отсутствию изменения показаний при повороте механизма проверки.

Прибор УДУ-5 настраивают на рабочей емкости (резервуаре), заполненной контролируемой жидкостью. Уровень жидкости измеряется вначале с помощью любой меры длины, затем на отсчетном механизме прибора; плавно вращая ручку барабана отсчетного устройства, устанавливают определенный результат. Данная операция производится при снятии с барабана стопорной гайки, после выставления отсчета необходимо снова затянуть гайку.

Перед эксплуатацией прибора в дистанционную приставку заливают сухое трансформаторное масло, уровень которого контролируется специальной комбинированной пробкой со щупом.

Отказы в работе прибора возникают, как правило, зимой вследствие заклинивания шкивов мерной ленты, образования оледенения в дистанционной приставке вследствие некачественного масла, имеющего следы влаги.

Ряд контролируемых по уровню объектов (цистерны, мокрые газгольдеры, танки) оборудованы обогревом — паром или горячей водой. Такие условия работы для приборов типа УДУ-5 являются наиболее тяжелыми: на реохорде, токоулавливающих кольцах, щетках появляется конденсат и элементы прибора корродируют.

Для поддержания работоспособности прибора необходимо регулярно, раз в месяц, чистить приставку и заменять регенерированное масло.

Причинами отказа уровнемера с пневмодыхом типа УБ-П являются нарушения плотности импульсных линий питания, малое давление питания прибора, неисправности демпфера, засорение пневмореле и т. д.

Отсутствие выходного пневматического сигнала прибора проявляется при засорении дросселя пневмореле или неисправности (обрыве или засорении) линии питания.

Неплотности линии питания проверяют методом «обмыливания» соединений или пневмониспытанием. Засорение дросселя 9 пневмореле (см. рис. 84) устраняют прочисткой специальной иглой или заменой дросселя.

Завышенный выходной пневмосигнал в приборе появляется при засорении сопла пневмореле, которое устраняется прочисткой.

Наиболее серьезной неисправностью прибора является нестациональность выходного сигнала. Она может появиться при целом ряде таких причин, как затирание успокоителя — демпфера, механическом ослаблении крепления измерительного блока с преобразова-

телем, ослаблении резьбовых соединений в измерительном блоке и преобразователе, а также нарушении установки ленточных опор рычагов преобразователя.

Вначале осматривают пневмопреобразователь и определяют слабые места соединений. Затем подтягивают болты и гайки крепления стойки Т-образного рычага и узла измерительного блока, а также накладные гайки в резьбовых пневмосоединениях.

Затирание демпфера определяется по зазору между поршнем и стаканом демпфера. Положение поршня настраивается таким образом, чтобы зазор по образующей стакана был равным. При этом при постоянном входном давлении и повороте станка до одного оборота выходной сигнал должен иметь постоянное значение.

Ремонт и регулировка емкостных уровнемеров. Основными неисправностями данных приборов являются выход из строя блока питания, высокочастотного генератора, а также других элементов электрической схемы приборов.

Схему ремонтируют согласно технической документации, номиналов элементов схемы и т. д.

Проверка работоспособности и настройка уровнемера типа ЭИУ-2 производится на рабочем объекте с заполненным контролируемым уровнем.

При сливе уровня до нижней отметки устанавливают стрелку вторичного прибора М325 или потенциометра КСП на нулевую отметку вращением подстроечного конденсатора $C9$ (см. рис. 128). При полном заполнении уровня производят подстройку стрелки показывающего прибора на максимум шкалы вращением оси переменного резистора $R11$.

В зависимости от диапазона изменения емкости датчика прибор ЭИУ-2 имеет три диапазона: 0—300, 0—600, 0—1200 пФ.

Изменение диапазонов измерения производится методом переключения переключки между контактом 1 и контактами 2—5 конденсаторов $C7$ — $C11$.

Электронный блок с датчиком соединяется радиочастотным кабелем.

Для периодической проверки правильности показаний прибора необходимо иметь контрольную емкость в пределах 200—300 пФ, (эквивалент датчика). При отключенном датчике к радиочастотному кабелю и земле подключают данный эквивалент и фиксируют показания прибора.

Производя проверку данным методом и обнаружив расхождение показаний, ручкой резистора $R11$ устанавливают фиксированное эталонное показание. При отсутствии генерации сигналов высокочастотного генератора выполняют проверку L — C контура; в случае выхода из строя транзистора $ПП1$ его заменяют в схеме.

В емкостных уровнемерах типов МЭСУ и ЭСУ наиболее характерными неисправностями являются:

1. Выход из строя высокочастотного генератора — лампа «Уровень» при касании контролируемой среды электродом датчика не загорается и не происходит переключения реле $P1$ (см. рис. 130, б).

Вышедшая из строя лампа генератора 6Н16Б подлежит замене.

2. Неисправность реле *PI* определяется: а) по постоянно горящей лампе «Уровень» — это происходит при «залипании» контактов реле *PI*, которые подлежат чистке и настройке; б) по отсутствию срабатывания лампы «Уровень» при касании контролируемой среды электродом датчика.

В этом случае необходимо проверить и прочистить контактные группы реле *PI*, а при повторных отказах заменить реле.

3. При понижении сопротивления изоляции датчика менее 50 МОм постоянно горит лампа «Уровень».

Необходимо прочистить, просушить датчик или заменить его.

§ 9. Ремонт приборов для измерения расхода

Ремонт расходомеров постоянного перепада — ротаметров типов РС, РИ, РМ — заключается в проверке плотности соединений, чистке поплавка и стекла ротаметра. Поплавки и стекла, имеющие трещины и задиры, заменяют на новые. После ремонта определяют расходную характеристику прибора и составляют его паспорт.

Расходомеры переменного перепада ремонтируют в комплекте датчик — вторичный прибор. Основными неисправностями расходомеров являются:

заниженные или завышенные показания прибора из-за неплотности соответственно на плюсе или минусе дифманометра;

полное отсутствие чувствительности прибора при изменении перепада на дифманометре;

неисправность электронного прибора;

большая погрешность измерений расхода из-за разрегулировки комплекта дифманометр — вторичный прибор.

Для определения неплотностей и мест утечек комплект проверяют на специальном стенде. При подаче избыточного давления воздуха (в зависимости от рабочего предела дифманометра) методом обмыливания находят утечки в плюсовом, минусовом и уравнительном ventилях. Более эффективным методом отыскания негерметичностей прибора является использование теческателей типов ГТИ, ПТИ и др. При обнаружении утечек сальники ventилей подтягивают накидной гайкой;

если утечка не ликвидируется, сальник заменяют на новый с асбестографитовой набивкой.

Основными неисправностями дифманометров типа ДМ являются: вытекание жидкости из мембранных блоков, забивка отверстий, отборов давления к камерам прибора, неплотность запорных ventилей, «затирания» сердечника относительно внутренней полости разделительной трубки.

Вытекание жидкости из мембранного блока приводит к потере чувствительности прибора от измеряемого перепада давления. Для замены мембранного блока необходимо выполнить следующие работы (см. рис. 107): вывернуть крепеж и снять колпак 10 с индукцион-

ной катушкой 5, отпаять выводы с разъема, снять индукционную катушку 5, вывернуть штуцер крепления разделительной трубки 11, вынуть разделительную трубку, специальным профильным ключом вывернуть гайку крепления сердечника дифтрансформатора, вывернуть накидные штуцера *a*, *b* крепления импульсных трубок «+» и «-», снять стяжные болты верхней и нижней крышек датчика, разобрать корпус и вынуть мембранный блок (см. табл. 42).

Сборку дифманометра производят в обратной последовательности. После сборки дифманометр испытывают на герметичность и механическую прочность.

Герметичность проверяется при подаче на вход прибора максимального рабочего перепада давления. Затем давление отсекается запорной арматурой на 5 мин и по показанию образцового манометра проверяют отсутствие падения давления.

Прибор выдерживает испытание на герметичность, если показания образцового манометра за указанное время не изменяются.

Испытания на механическую прочность проводятся при подаче на прибор в течение 10 мин полуторакратного максимального рабочего давления, указанного в паспорте на прибор.

Если при исправном дифманометре возникает большая погрешность измерений расхода, то требуется отрегулировать комплект дифманометр — вторичный прибор: регулировкой «нуля» дифманометра, регулировкой «нуля» шкалы вторичного прибора, коррекцией «нуля» дифманометра, регулировкой «предела» шкалы вторичного прибора.

Комплект следует регулировать в такой последовательности: на вторичном приборе при нажатой кнопке «Контроль» регулировкой «нуля» прибора добиваются перемещения и установки измерительной стрелки на контрольную точку шкалы;

в датчике типа ДМ регулировка «нуля» дифманометра производится перемещением катушки относительно сердечника; в датчиках колокольного типа ДКО — перемещением сердечника относительно катушки дифференциального трансформатора;

корректор «нуля» дифманометра устанавливают в нейтральное положение при закороченной вторичной обмотке датчика; при этом стрелка прибора должна подойти к контрольной точке шкалы;

при подаче на вторичный прибор сигнала, соответствующего контрольной точке, производится регулировка «нуля» датчика до тех пор, пока стрелка прибора не установится на контрольную точку шкалы;

регулировкой «предела» шкалы вторичного прибора добиваются соответствия положения стрелки и входных сигналов, соответствующих началу и концу шкалы.

В зависимости от типов вторичных приборов и дифманометров контрольная точка на приборе устанавливается на 30 или 70% длины шкалы.

Неисправности вторичных электронных приборов — расходомеров — аналогичны описанным неисправностям электронных мостов и потенциометров.

Прибор типа КСД-3 поверяют с помощью магазина взаимной индуктивности типа Р5017 класса 1 или 2 (после включения и прогрева прибора в течение 2 ч). Схема поверки прибора типа КСД-3 представлена на рис. 219.

Параметры магазина Р5017 при поверке прибора типа КСД-3

Угол погрешности	6'18"	6'13"	8'02"	8'02"
Устанавливаемое значение аргумента комплексного сопротивления первичной цепи	φ_1^+	φ_1^+	φ_1^+	φ_1^+

Первоначально устанавливают на магазине нулевое значение взаимной индуктивности и на приборе при нажатии кнопки *Кн* «Контроль» (см. рис. 117) измерительная стрелка прибора *Ш* и перо не должны смещаться от «нуля».

При смещении стрелки прибора относительно «нуля» необходимо с помощью сопротивления *R9* установить правильное положение стрелки на нулевую отметку шкалы прибора.

При неправильной установке дека и стрелочного указателя указатель при изменении значения сопротивления *R9* может не установиться на «нуль». Поэтому при включенном напряжении необходимо поставить подвижную систему прибора (измерительная стрелка — ротор двигателя) в крайнее левое положение, соответствующее начальной отметке шкалы — «0», а затем закрепить указательную стрелку прибора точно на отметку механического нуля, соответствующую контрольной отметке.

При включении напряжения на прибор поворотом слегка отпущенного дека установить указатель прибора против начальной числовой отметки шкалы прибора.

При изменении взаимной индуктивности на магазине проверяется погрешность прибора по поверяемым отметкам шкалы 30, 60, 90 и 100% шкалы.

После устранения неисправностей комплекта расходомера прибор поверяют по контрольным точкам методом сравнения показаний ремонтируемого прибора с образцовым. Перепад давлений согласно расчетным данным прибора подается на ремонтируемый дифманометр и образцовый прибор; методом сличения показаний определяется погрешность прибора при значениях расхода, равных 30, 40, 50, 60, 80 и 100%, в прямом и обратном направлениях. Погрешность отремонтированного прибора не должна превышать основной погрешности, указанной в заводском паспорте.

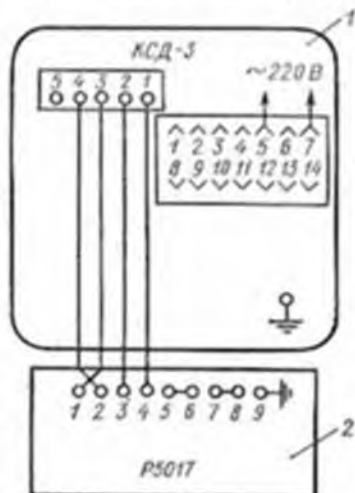


Рис. 219. Схема поверки прибора типа КСД-3:

1 — прибор КСД, 2 — магазин комплексной взаимной индуктивности

На рис. 220 показана схема проверки расходомера переменного перепада — колокольного дифманометра. Схема включает образцовый микроманометр типа ММН для определения величины перепада давлений, подаваемого в дифманометр 5 с помощью сильфонного пресса 7. На выход дифманометра подключен вторичный электронный прибор. Вращением ручки 8 винта сильфонного пресса

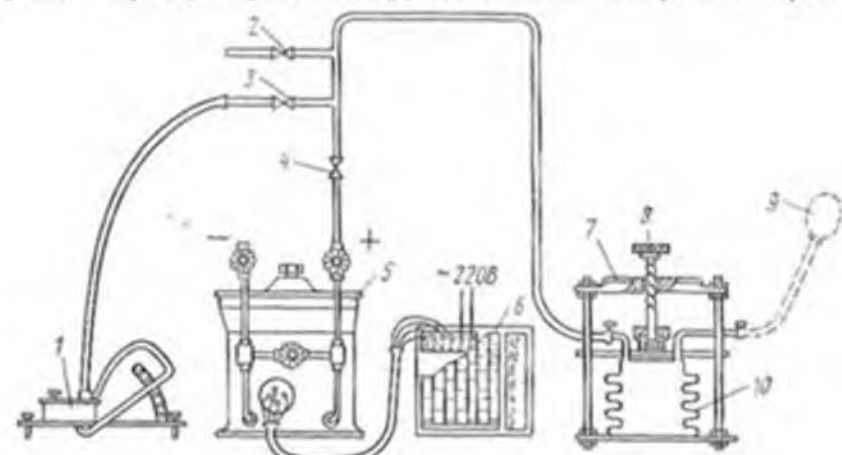


Рис. 220. Схема проверки дифманометров:

1 — образцовый прибор ММН, 2, 3, 4 — краны, 5 — проверяемый дифманометр, 6 — регистрирующий прибор, 7 — пресс, 8 — ручка для создания давления, 9 — группа, 10 — сильфон

создаются необходимые перепады давлений для проверки расходомера, соответствующие значениям 30, 40, 50, 60, 80 и 100% расхода в прямом и обратном направлениях (табл. 22).

Разница в показаниях образцового прибора ММН и вторичного электронного прибора дает значение погрешности.

При отсутствии образцового прибора используется U-образный контрольный манометр (см. рис. 73) с ртутным или водяным наполнением в зависимости от рабочего перепада проверяемого дифманометра.

При этом класс точности контрольного дифманометра должен быть в три раза выше класса точности проверяемого прибора.

При подготовке поплавкового дифманометра типа ДП к работе необходимо в прибор залить ртуть. Такие работы проводят в специальных помещениях, имеющих приточную и вытяжную вентиляцию.

Для заливки ртути в прибор надо вывернуть пробку с арретиром из крышки поплавкового сосуда, а также освободить лекало и щуп от фиксаторов-арретиров. Ртуть заливают в дифманометр из баллона. Слегка отвернув нижнюю пробку в сообщающейся трубке прибора, проверяют всплытие предохранительного клапана. Если ртуть подтекает через пробку, то клапан всплывает, при этом воздух проникает в поплавковый сосуд. Если клапан не всплывает,

то нужно завернуть пробку, закрыть уравнительный вентиль дифманометра и при открытии «плюсового» вентиля плавно подать на сменный сосуд давление в пределах 13,3—26,2 кПа (100—200 мм рт. ст.).

Если показания прибора не укладываются в табличные данные, то необходимо произвести корректировку положения лекала. При завышенных показаниях лекало поворачивают против часовой стрелки, при заниженных — по часовой.

Для разворачивания лекала необходимо ослабить стопорные винты крепления. После правильной установки лекала нужно вновь закрепить стопорные винты.

Если при проверке прибора по контрольным точкам стрелка отстает или опережает показания на всех точках диаграммы на постоянную величину, то это свидетельствует о неправильном уровне ртути в приборе.

Если показания отстают, необходимо уменьшить уровень ртути, если показания увеличиваются — увеличить уровень ртути.

Данная неисправность может быть также при неправильной установке измерительной стрелки прибора. Стрелку прибора устанавливают на нуль при ослаблении винта колодки.

При негерметичности (утечках давления) «плюсового» вентиля прибора наблюдаются заниженные показания прибора; при потере плотности «минусового» вентиля прибор имеет завышенные показания. Негерметичность уплотнительной муфты также вызывает заниженные нестабильные показания.

Неплотности в «плюсовом», «минусовом» и уравнительном вентилях устраняют подтягиванием гайки сальника. Если гайка подтянута полностью, а неплотность не устранена, необходимо заменить асбографитовый сальник и прокладки. Перед ремонтом поплавковых дифманометров необходимо произвести их подготовку для определения характера неисправности и необходимых деталей (см. рис. 106).

Для капитального ремонта прибора необходимо: очистить прибор, слить ртуть в специальные груши, открепить лекало и втулки, снять лекало, снять механизм и корпус прибора, снять сообщающую трубку прибора, снять крепление магнитной муфты и развернуть муфту на 90° по часовой стрелке, отсоединить поплавок от оси сектора магнитной муфты, снять магнитную муфту и поплавок.

После проверки и ремонта магнитной муфты, поплавок, уплотнительной муфты сборку прибора выполняют в обратной последовательности.

При обнаружении неплотности уплотнительной муфты проверяют и заменяют ее прокладки, а масленку муфты набивают смазкой следующего состава: 65—66% вазелина, 17—18% графита, 11% тавота, 5% резинового клея.

Неисправности сигнального устройства проверяют согласно электрической схеме прибора (см. рис. 105).

Отсутствие срабатывания реле *P1* и *P2* и их выходных сигнальных групп может быть вызвано следующими причинами: перего-

раннем лампы подсветки Л4, Л5, неисправностью фотосопротивлений типа ФСК-4, выходом из строя соответствующего транзистора ПП1 или ПП2, неисправностью реле Р1 или Р2 или залипанием их перекидных контактов в цепи сигнализации.

Вышедшие из строя элементы подлежат замене. После проверки схемы при включении напряжения неоднократным перемещением стрелок-задатчиков относительно измерительной стрелки прибора проверяют четкость срабатывания реле Р1, Р2 и их выходных контактов на разъеме Ш1.

§ 10. Ремонт анализаторов газов и жидкостей

Автоматические анализаторы газов и жидкостей являются довольно сложными приборами, ремонт которых производится под руководством высококвалифицированных специалистов-ремонтников. Алгоритм проверки газоанализаторов дан в табл. 43.

Основными характерными причинами отказов анализаторов являются: превышение допускаемой концентрации измеряемых газов, проскоки на датчик вредных компонентов (влаги, щелочей, кислот, органических соединений и т. д.), неправильная эксплуатация блоков подготовки газов — ГОУ (газоочистных устройств), неисправность вторичного регистрирующего электронного прибора; неисправность схем питания; неисправность датчика и схемы электронного блока.

При отыскании неисправностей в блоках питания, электронных блоках и датчиках используют ампервольтметры Ц-435, Ц-4315, цифровые вольтметры и осциллографы, позволяющие определять неисправности по данным заводских инструкций и картам сопротивлений и напряжений в схемах.

Например, в газоанализаторе типа МН неисправность схемы приемника (см. рис. 137) определяют следующим образом:

при включении напряжения приемника проверяют напряжение сети, выходное напряжение стабилизатора и напряжение питания мостовых измерительных схем, которые должны соответственно составлять: в сети — 220 В, на контактах 1—2 разъема Ш2 — 127 В, на контактах 6—7, 8—9 блока зажима К1 — 24 В;

при отключении приемника от сети с помощью тестера Ц-435 проверяют элементы электрической схемы приемника, в том числе резисторы и плечевые элементы рабочего I и сравнительного II мостов (см. рис. 134). Резисторы, вышедшие из строя, подлежат замене согласно их номиналам и типам. При обрывах и неисправностях плечевых элементов (сопротивление $R1 - R4$) выполняют разборку приемной камеры-датчика (см. рис. 135). Для этого откручивают четыре винта, крепящие верхнюю латунную крышку 5, снимают крышку и уплотняющие резиновые прокладки. Затем осторожным подплатыванием вверх вынимают неисправный чувствительный элемент 2 (стеклянный капилляр с вплавленной пла-

тиновой проволокой) из специального держателя 1 с токоподводами. После установки нового заводского элемента сборку камеры ведут в обратном порядке с заменой резиновых прокладок.

Работоспособность отремонтированного прибора проверяют после проверки плотности приемной камеры датчика по контрольным газовым смесям. Если показания газоанализатора отличаются от данных контрольной газовой смеси, то необходимо отрегулировать чувствительность приемника резистором *R16* до соответствия показаний прибора паспортным данным контрольной газовой смеси (см. рис. 137).

Газоанализатор проверяют по двум контрольным смесям, соответствующим 20—30 и 60—80% рабочей шкалы прибора.

Для газоанализаторов типов ТП, МН, ТХГ необходимо строгое соблюдение синфазности напряжения, питающего блок питания и вторичный прибор. Если фазы питающего напряжения различные, то газоанализатор не поддается настройке и регулировке, а стрелка вторичного прибора резко уходит в одно из крайних положений (минимум или максимум шкалы).

Правильность фазировки проверяют вольтметром переменного тока или комбинированным прибором типов Ц-56, Ц-4312 и др.

При правильной фазировке вольтметр, включенный на фазы питающего напряжения между блоком питания и вторичным прибором, будет иметь нулевые показания (разность напряжений между одноименными фазами равна нулю). При неправильной фазировке вольтметр, включенный таким же способом, будет иметь показания $U=380$ В.

Ремонт и проверка газоанализаторов типов ТП, ТХГ и ОА в основном подобны ремонту прибора МН и отличаются лишь изменениями, связанными с конструкциями датчиков и электрических схем приборов.

Ввиду сложности электрических схем кулонометрических измерителей микроконцентраций влажности типов КИВГ, «Байкал», «Кулон» и анализаторов запыленности воздуха и газов типов АЗ-4, АЗ-5 их ремонт не рассматривается. Основными неисправностями таких приборов являются неплотности газовых схем приборов и их импульсных линий. Например, неплотности в газовых схемах датчиков могут возникнуть при плохом креплении чувствительных элементов, находящихся в одном стеклянном корпусе.

Герметичность газовой схемы проверяют с помощью образцового манометра с пределами измерений 0—0,4 МПа (0—4 кгс/см²), включенного в газовую схему прибора с заглушенным выходом. При подаче, а затем отсечке осушенного газа давлением 0,3 МПа (3 кгс/см²) падение давления за 20 мин испытаний должно полностью отсутствовать.

Если подтяжка накидных гаек не устраняет утечки, то требуется заменить импульсную трубку, предварительно проверив качество ее вальцовки.

Операции, связанные с устранением неплотностей в измерителях влаги в газах, являются довольно трудоемкими и требуют от сле-

сварей-ремонтников КИПиА высоких производственных навыков и знания всех элементов газовой схемы.

При эксплуатации, наладке и ремонте газоанализаторов одним из методов определения их работоспособности, а также метрологической поверке является поверка газоанализаторов по поверочным газовым смесям (ПГС), поставляемых баллонами малой емкости газовыми заводами.

Газоанализаторы проверяют по трем точкам шкалы — начало, середина и конец шкалы.

Указанные ПГС подаются по газовому тракту газоанализатора, при этом необходимый паспортный расход газа (42 л/ч) контролируется и регулируется ротаметром типа РС-3А (расходомером), установленным в газовой схеме прибора.

Если после продувки ПГС через датчик в течение 3 мин показания прибора отличаются от паспортных значений ПГС, то необходимо произвести корректировку показаний согласно заводской инструкции на газоанализатор. Так, в газоанализаторе типа МН-5130 корректировка производится переменным резистором $R9$ (см. рис. 137).

Наладка газоанализатора типа МН-5130. В приборе типа МН-5130 для проверки «нуля» прибора в приемнике установлен магнитный шунт, ручка которого выведена сверху магнитной системы.

Для проверки «нуля» газоанализатора необходимо, вращая ручку шунта против часовой стрелки, опустить магнитный шунт до упора. При опускании шунта магнитные полюса замыкаются, магнитное поле над чувствительными элементами «выключается», вследствие этого отсутствует взаимодействие магнитного поля с кислородом в анализируемом газовом потоке. Поэтому стрелка регистрирующего прибора должна установиться на красной отметке шкалы, соответствующей началу шкалы прибора.

Если стрелка прибора не устанавливается на «нуль», следует ослабить гайку цангового зажима нулевого реостата $R9$ (см. рис. 137) и выставить «нуль» прибора.

После проверки «нуля» необходимо поднять магнитный шунт, вращая его ручку до отказа по часовой стрелке.

Для определения работоспособности кислородных газоанализаторов типа МН со шкалами 0—21, 15—21, 15—30, 20—80% кислорода в качестве поверочной газовой смеси можно использовать воздух, так как он содержит 20,8—21,0% кислорода.

Если через газовую схему прибора пропустить воздух с заданным расходом 42 л/ч, то вторичный регистрирующий прибор должен зафиксировать показания, равные 21% кислорода (O_2).

Если газоанализатор МН не поддается регулировке и настройке по указанной методике, необходимо произвести поверку приемника по карте напряжения (табл. 13) и схеме (см. рис. 137).

Необходимым условием при наладке и эксплуатации газоанализатора типа МН является строгая синфазность питания датчика, блока стабилизированного напряжения и вторичного регистрирующего прибора. При нарушении синфазности (питании элементов

газоанализатора от разных фаз питающей сети) прибор наладке не поддается, а стрелка вторичного прибора резко уходит в одно из крайних положений шкалы.

Газоанализатор градуируют с учетом сопротивления проводов линии связи измерительной схемы, т. е. 2,5 Ом на каждый провод. Для подгонки сопротивления линии связи служат подгоночные катушки (методика подгонки сопротивления линии связи изложена в гл. IV, § 4).

Проверка исправности электронного регистрирующего прибора типа КСМ-2 для газоанализатора МН производится при отключенном датчике. Для этого собирают схему (рис. 221), включающую кроме поверяемого прибора два магазина сопротивления типа Р-33 (R_3 — R_4) с номиналом 30 кОм.

Методика проверки заключается в изменении величины сопротивления магазинов R_3 и R_4 через 1 Ом, с тем чтобы сумма их значений оставалась постоянной, равной 95 Ом, т. е. $R_3 + R_4 = 95$ Ом. При этом регистрируются показания поверяемого электронного прибора.

Вначале необходимо подобрать величину R_3 в пределах 4—8 Ом, с тем чтобы стрелка электронного прибора установилась на начальной отметке шкалы. При этом требуется на магазине сопротивления R_4 выставить значение сопротивления $R_4 = R_5 - R_3$. Фиксируется значение R_3 . Затем магазинами R_3 и R_4 выставляют подобным способом стрелку электронного прибора на конечную отметку шкалы. Фиксируется значение R_4 .

Для исправного прибора при одновременном изменении сопротивлений R_3 , R_4 на 1 Ом (при этом $R_3 + R_4 = 95$ Ом) показания по шкале прибора должны изменяться на 0,8—1% от разности значений начала и конца шкалы прибора.

Ремонт газоанализатора типа ТХГ-5. 1. Определение и регулирование заданной температуры датчика в пределах 200 ± 5 °С производится с помощью прилагаемой к прибору термопары (термоэлектрического термометра) хромель — конпель.

Указанную термопару устанавливают через крышку датчика в специальное отверстие, подключают к милливольтметру или потенциометру подобной градуировки (гр. ХХ) и по шкале прибора определяют значение температуры датчика.

Если при температуре окружающей среды (20 ± 2 °С температура корпуса выходит из заданного предела (200 ± 5 °С, необходимо переменным резистором $R1$ (см. рис. 145), установленным в блоке индикации, подрегулировать ее значение.

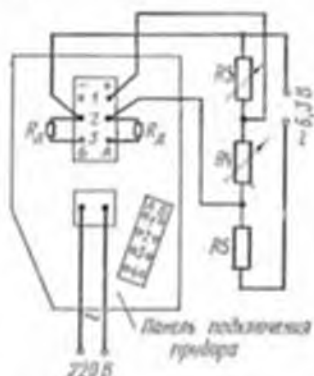


Рис. 221. Схема проверки электронного моста типа КСМ

При этом необходимо иметь в виду инерционность (большое время запаздывания) датчика, так как он имеет специальную тепловую защиту. Поэтому после регулировки необходимо несколько раз проверить установившееся значение температуры.

2. Для достоверности показаний газоанализатора необходимо проверить и настроить ток мостовой схемы.

К зажимам «Ток» параллельно резистору $R10$ (см. рис. 145) подключают милливольтметр постоянного тока (предел измерения 0—50 мА) или потенциометр типа ПП-63.

Если измеренный ток не соответствует $(20 \pm 0,1)$ мА, необходимо установить заданное значение переменным резистором $R5$ «Ток».

3. Поверка «Нуля» прибора производится подачей на вход газовой схемы прибора (см. рис. 144) поверочной газовой смеси (ПГС), не содержащей определяемого газового компонента. Расход газовой смеси через датчик определяется по ротаметру (расходомеру), имеющему контрольную предельную отметку расхода. ПГС пропускают через датчик до установления постоянных показаний на регистрирующем приборе.

Если показания прибора не выходят на «Ноль» — начальную отметку шкалы, необходимо скорректировать «Ноль» переменным резистором $R8$ (см. рис. 145).

4. Настройку «конца шкалы» прибора производят по второй контрольной газовой смеси, у которой содержание определяемого газа лежит в пределе максимального значения шкалы поверяемого прибора.

Если показания прибора отличаются от паспортного значения поверочной газовой смеси, то корректировка «конца шкалы» прибора производится переменным резистором $R11$ «Шкала».

Наиболее характерной неисправностью газоанализатора является потеря активности палладиевого катализатора вследствие проскока в датчик влаги, паров щелочей, кислот и хлора.

Катализатор заменяют после разборки датчика. Для этого снимают крышку и корпус датчика с основания и защитный термостойкий кожух. Чувствительные элементы, рабочий и сравнительный, подлежат замене на запасные.

Сборку производят в обратной последовательности.

Влагомер газов типа «Байкал». Причиной выхода из строя прибора являются потеря плотности в газовой схеме датчика, отработка сорбента (пентаоксида фосфора) в канале чувствительного элемента.

Герметичность датчика проверяют в такой последовательности: при включении влагомера в сеть подключить через тройник к штуцерам датчика «Выход газа» и «Байпас» образцовый манометр с пределом измерений 0—0,6 МПа (0—6 кгс/см²); затем на «вход» датчика через запорный вентиль необходимо подать сухой азот или воздух под давлением 0,3 МПа (3 кгс/см²), а затем закрыть запорный вентиль и следить за падением давления по образцовому манометру. Спад давления за 120 мин не должен превышать 0,002 МПа (0,02 кгс/см²).

Превышение указанной нормы спада давления свидетельствует о неплотности газовой схемы датчика; при этом необходимо последовательно подтянуть все накидные гайки в газовой схеме, а затем повторить проверку герметичности датчика.

При неудовлетворительных результатах проверки требуется поочередно демонтировать участки газовой схемы (нержавеющие трубы из материала Х18Н9Т диаметром 3 мм) и обратить внимание на качество их развальцовки. Трубки с неправильной формой вальцовки необходимо заправить на точильном станке, а затем развальцевать конусом с углом $74 \pm 2^\circ$.

После проведения данных работ необходимо повторить испытания датчика на герметичность.

Регенерация чувствительных элементов влагомеров (восстановление сорбента в канале) производится после изъятия чувствительного элемента (ЧЭ) из газового тракта. В зависимости от времени отработки ЧЭ, а также наличия механических примесей, «проскоков» пылевых и масляных частиц в канал ЧЭ его обработка ведется в горячей 10%-ной азотной кислоте при неоднократной промывке канала дистиллированной водой. После сушки канала сухим азотом или воздухом необходимо закрепить ЧЭ на штативе, вскрыть ампулу с сорбентом — 20%-ный раствор ортофосфорной кислоты — и пропустить через канал ЧЭ примерно 50 мл. После стекания сорбента из канала ЧЭ подвергают сушке в два этапа: сухим газом (азот, воздух), а затем досушке пленки сорбента электрическим током — электролизом.

Первоначальную сушку проводят при расходе газа через ЧЭ в пределах 15—20 см³/мин. Периодически измеряя сопротивление между электродами ЧЭ, продувку заканчивают при сопротивлении 5—10 кОм, что соответствует времени продувки в пределах 1—1,5 ч.

При достижении сопротивления 5—10 кОм к ЧЭ подсоединяют источник постоянного тока 5—10 В и контрольный миллиамперметр.

Ориентировочное время процесса досушки составляет 0,5—1 ч.

По окончании сушки ЧЭ отсоединяют от схемы, протирают его торцы чистой марлей и вновь устанавливают в датчик влагомера.

Обработанные и подготовленные резервные ЧЭ необходимо хранить в специальных пеналах, предварительно загерметизировав заглушками канал ЧЭ от атмосферной влаги.

В электрической схеме влагомера встречаются следующие основные неисправности:

1. На всех диапазонах измерения стрелка регистрирующего прибора резко уходит до конца вправо и не реагирует на изменение влажности измеряемого газа.

Вероятной причиной неисправности может явиться плохой контакт на зажимах ЧЭ, обрыв или короткое замыкание.

2. На одном или нескольких диапазонах измерения стрелка регистрирующего прибора не отклоняется и не реагирует на изменения влажности газа.

Причиной неисправности является плохой контакт в переключателе диапазонов измерения. Необходимо прозвонить измерительные цепи и устранить неисправность.

3. Нестабильные показания влагомера могут быть вызваны кратковременными «проскоками» влаги в канал ЧЭ либо нестабильной работой регулятора расхода газа.

При «проскоках» влаги необходимо перевести переключатель диапазонов прибора в положение «сушка».

Нестабильность работы регулятора расхода устраняется настройкой регулятора по измерителю расхода типа ИРПТ. Наиболее характерными неисправностями газоанализатора типа ТП-1116 являются неисправность побудителя расхода, отсутствие чувствительности прибора, нарушение работы сигнальных устройств.

Неисправность побудителя обнаруживается по отсутствию потока газа через ротаметр РС-3А. При этом возможны следующие варианты неисправностей: выход из строя электродвигателя побудителя, обрыв или прорыв резиновой мембраны побудителя, негерметичность клапана побудителя.

Неисправный электродвигатель подлежит замене, для замены мембраны необходимо разобрать головку побудителя расхода, отвернуть крепление, снять неисправную и установить исправную мембрану. Сборку производят в обратном порядке.

Негерметичность клапана побудителя устраняется его прочисткой или заменой клапана.

После монтажных работ по установке газоанализатора ТП-1116 при наладке прибора возможно полное отсутствие чувствительности прибора вследствие нарушения контакта в измерительном реохорде или неисправности усилителя вторичного электронного самопишущего прибора типа КСМ-2.

Если при включении питания газоанализатора стрелка вторичного прибора резко перемещается в одно из крайних положений шкалы прибора и газоанализатор не реагирует на концентрацию поверочной газовой смеси, то возможен ряд причин:

нарушена сифазность питания приемника и вторичного регистрирующего прибора (необходимо поменять местами провода, подводящие питание к приемнику или вторичному прибору),

возник обрыв чувствительного элемента датчика (необходимо произвести ремонт датчика),

нарушен контакт в линиях связи датчика и вторичного прибора (необходимо проверить и устранить обрыв контакта).

Основными неисправностями оптико-акустического газоанализатора типа ОА-5501 являются: перегорание излучателей И1 или И2 (см. рис. 147), неисправность фотосопротивления ФС типа ФСК-4, неисправность поляризованного реле Р1 типа РП-4, перегорание лампы подсветки Л1 фотосопротивления ФС, неисправность конденсаторного микрофона вследствие замыкания мембраны, ее ослабления или попадания пылинок между обкладками конденсатора.

Конденсаторный микрофон ремонтируют, как правило, на

заводе-изготовителе или в соответствии с инструкциями завода по сборке и наладке датчика слесари-ремонтники.

Особенностью ремонта оптико-акустических газоанализаторов типа ОА является необходимость юстировки оптической схемы прибора при замене перегоревших излучателей И1 и И2 и периодической чистки рабочей камеры. Юстировка прибора производится при пропусканнии через рабочую камеру контрольной газовой смеси, соответствующей начальной точке шкалы прибора. При этом перекрывается световой поток одного излучателя (И1 или И2), резистор электроблока «установка нуля» устанавливается в среднее положение и по осциллографу при перемещении второго излучателя добиваются максимального значения сигнала. Осциллограф типа ЭС-7 или С1-19Б подключают к зажиму «Выход-3» колодки «усилитель» на электроблоке. После этого фиксируют положение излучателя. Затем, перекрывая световой поток от настроенного излучателя, таким же образом регулируют положение второго излучателя.

При наличии помех, наблюдаемых на сигнале излучателя по осциллографу, требуется резисторами «фон микрофона» и «фон усилителя» установить наименьшее значение фона переменной частоты 50 Гц.

Поворачивая обтюратор относительно оси вращения, требуется установить максимальную чувствительность схемы. Сигнал на осциллографе, который подключен на зажим «фаза» колодки усилителя электроблока, должен иметь при этом вид обрезанной синусоиды (рис. 222).



Рис. 222. Вид кривой при настройке прибора типа ОА-5501 по осциллографу

После закрытия крышки приемника и заполнения корпуса азотом производят проверку и настройку газоанализатора по контрольным газовым смесям.

Технологические установки и трубопроводы с датчиками газоанализаторов соединяются медными трубками или трубками из нержавеющей стали диаметром 3—6 мм. Линия, связывающая место отбора и датчик, называется импульсной линией.

Для удобства монтажа с целью уменьшения их жесткости импульсные трубки отжигают газовыми горелками на природном газе. При значительной протяженности импульсной линии необходимое количество трубок после развальцовки сваривают между собой. Медные трубки паяют медью с помощью сварочного газового поста, нержавеющие трубки сваривают серебряным припоем ПСР или аргоновой сваркой. После сварки проводят гидравлические испытания на отсутствие утечек в линии.

Импульсные линии, используемые на кислороде, подлежат предварительному обезжириванию.

В местах врезки импульсной линии в технологический трубопровод и у датчика газоанализатора должны устанавливаться запорные краны на соответствующее рабочее давление.

Газоанализатор СВК-3М. При выходе из строя измерительных элементов датчика (см. рис. 140), обрыве платиновой нити вслед-

ствие разбаланса мостовой измерительной схемы прибор выдает сигнализацию «Неисправность» и на изменение концентрации газа не реагирует.

При данной неисправности следует отключить напряжение с газоанализатора, специальным торцовым ключом снять болтовые соединения крышки датчика, отсоединить от электрической схемы элементы $R1$ и $R2$, вывернуть и заменить их.

После этого установить и закрепить крышку датчика герметично, затем проверить работоспособность прибора по поверочной газовой смеси, содержащей 20% НВП водорода, т. е. 0,8% водорода. При этом стрелка показывающего прибора газоанализатора должна через 30 с установиться в красном секторе, а прибор выдать сигнал «Концентрация».

Для повторного включения прибора после выдачи сигнала «Концентрация» необходимо на панели электроблока выключить и включить тумблер «Сеть», а затем нажать кнопку «Пуск».

В процессе наладки газоанализатора, а также его дальнейшей эксплуатации необходимо периодически контролировать и поддерживать редуктором и вентилем расход анализируемой среды по ротаметру в пределах $(16 \pm 1,5)$ л/ч.

Электронную часть электроблока ремонтируют согласно электрической схеме прибора, перечня элементов и их номиналов и таблицы режимов работы схемы (табл. 24).

Поверка прибора на «нулевые показания» производится переключением крана-переключателя датчика из положения «Анализ» в положение «Контроль». В таком положении через датчик просасывается чистый воздух и стрелка индикатора должна установиться в начале шкалы. При необходимости корректировку «нуля» прибора требуется произвести переменным резистором $R17$ «Установка нуля», расположенным на электроблоке прибора (см. рис. 142).

В процессе наладки и эксплуатации газоанализатора требуется периодически производить следующие замеры и настройки.

1. Контроль стабилизированного тока питания датчика, равного $(0,35 \pm 0,07)$ А, проверяется миллиамперметром 0—500 мА, включенным на блок зажима $K3$ (см. рис. 142) при нажатой кнопке $Kи2$.

Если величина тока отличается от заданного значения, то резистором $R22$ «Установка тока» производится корректировка тока.

2. Порог срабатывания блока (35 ± 5) мВ измеряется милливольтметром постоянного тока с пределом измерения 0—75 мВ, включенным на блок зажима $K1$.

Если величина напряжения не равна заданной, потенциометрами $R8$ «Грубо» и $R11$ «Точно» выставляется требуемое напряжение (35 ± 5) мВ.

§ 11. Ремонт элементов автоматики

Неисправностями электромеханических реле являются обрывы обмоток, износ контактов и разрегулировка реле.

Как правило, катушка (обмотка) реле подлежит замене. Катушки перематывают в тех случаях, когда нет запасных.

Обгоревшие, сработанные контактные группы реле заменяют. В реле ПЭ-6, МКУ-48 для этой операции (рис. 223) ослабляют гайки 13 держателя и изоляционных плат 14, пинцетом снимают обгоревшие контакты, а на их место устанавливают новые. Затягивая гайки 13, одновременно выравнивают и предварительно регулируют контактные группы, не допуская перекосов общей траверсы.

Окончательно контакты регулируют имитацией срабатывания реле от руки, нажатием на якорь 3. В отрегулированном реле при замыкании контактов должен образоваться некоторый прогиб контактной группы в пределах 1—3 мм (в зависимости от типа реле).

Контакты чистят только щеточкой или бумагой, смоченной в бензине или спирте.

Положение контактов регулируют пинцетом или «утконосами», причем регулируют положение не самих контактов, а их упорных держателей 15: подгибая или опуская держатели, добиваются правильного положения контактов при срабатывании и отпуске реле.

Механические и электрические характеристики реле регулируют на специальном стенде, включающем источник регулируемого напряжения, измерительные приборы и электрический секундомер. Для токовых реле определяют ток срабатывания, для промежуточных реле напряжения — напряжение срабатывания.

Для изменения тока срабатывания некоторых типов токовых реле предусматривается регулирование силы натяжения противодействующей пружины.

Промежуточные реле должны обеспечивать надежное срабатывание при 15—20%-ном понижении напряжения от номинального значения. С учетом запаса напряжение срабатывания реле $U_{ср}$ принимается равным 60—70% паспортной величины.

Реле времени, кроме того, проверяют на точность временной шкалы электросекундомером. Плохое состояние оси якоря, подпятников, загрязнение кинематических узлов являются причинами нарушения механических и электрических характеристик реле.

Температурные dilatометрические элементы автоматики типов ТР-200, ТРДЭ и другие имеют достаточно высокую надежность в работе. Наиболее характерной неисправностью этих элементов является несоответствие температуры

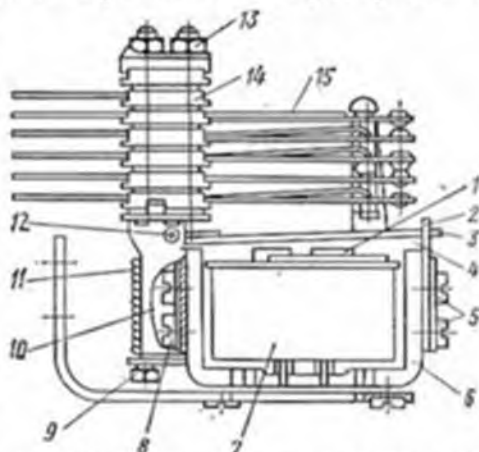


Рис. 223. Электромеханическое реле ПЭ-21:

1 — штифт отщипывания, 2 — ограничитель, 3 — якорь, 4 — затвор, 5, 8 — винты, 6 — сердечник, 7 — катушка, 9 — натяжной винт, 10 — стойка, 11 — пружина, 12 — ось якоря, 13 — гайка, 14 — изоляционные платы, 15 — упорные держатели

срабатывания температуре задания. Эти неисправности возникают при использовании реле в местах повышенной вибрации и электрических цепях с разрывной мощностью, превышающей разрывную мощность контактов реле.

При ремонте таких приборов требуется вскрыть реле, осмотреть кинематические узлы и электрические контакты; обгоревшие контактные группы подлежат замене, а грязные контакты чистят щеткой, смоченной в спирте или бензине.

При замене контактов реле ТР-200 (рис. 224) сверление и клепка контактных плат должна производиться без деформации инварных

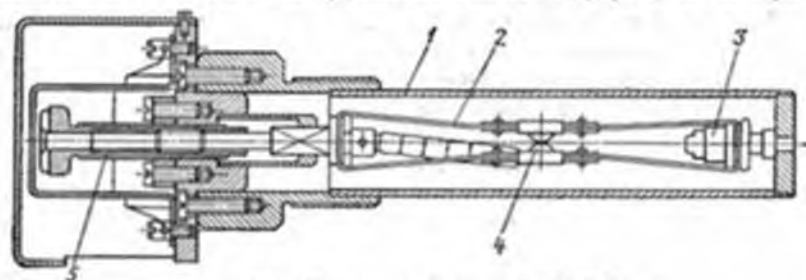


Рис. 224. Температурное реле ТР-200:

1 — корпус, 2 — инварные пластины, 3 — держатель, 4 — контакты, 5 — винт задания

пластин 2. Деформации могут в дальнейшем служить причиной разрегулировки диапазона задания срабатывания.

При ремонте реле ТРДЭ также заменяют прокладки и уплотнения.

После ремонта и сборки производят опробование реле при нагревании датчика прибора в водяном или масляном термостате методом сравнения температуры срабатывания с уставкой срабатывания. Опробование производится в трех-четыре точки шкалы датчика и повторяется не менее трех раз. Температура срабатывания реле ТР-200 не должна превышать «задание срабатывания» более 5°C , а реле ТРДЭ $\pm (1,5-2,5)^{\circ}\text{C}$ от диапазона регулирования.

В манометрических реле-датчиках давления и разрежения типов ДН, ДД и ДТ (см. рис. 96) основными причинами отказов являются: разгерметизация датчика (разрыв мембраны или сильфона), неисправность микропереключателя, высокая погрешность срабатывания.

Разгерметизация приборов возникает при значительных перегрузках датчиков по давлению или разрежению. При разрыве или старении мембраны она заменяется новой.

При неисправностях в работе микропереключателей типов МПЗ, ЕИ-6 — обгорание контактов, поломки толкателя и пружины — переключатель заменяют.

После сборки реле проверяют его герметичность при давлении, равном максимальному пределу давления прибора, и срабатывание соответственно шкалы настройки. Срабатывание проверяют об-

разцовым манометром, подключенным к датчику, в трех-четырёх точках шкалы. Погрешность срабатывания отремонтированных приборов должна составлять 2—5% от предела задания.

При ремонте поплавковых реле уровня типов РП-40, СУ-1, дифференциальных реле давления ДРД, реле давления РДС и реле скорости потока воздуха РПВ-2 кроме неисправностей кинематических узлов возникают отказы в работе из-за старения и снижения сопротивления изоляции токоведущих частей, обрывов подвижных токоведущих проводников и поломки стеклянного корпуса ртутного переключателя.

При обрывах проводников и их коррозии проводники подлежат замене без изменения типа и сечения проводника, пайку мест соединений проводников и контактов ведут припоем ПОС-40 или ПОС-60.

В некоторых типах датчиков на проводники надевают керамические изоляторы — бусы. Разбитые ртутные переключатели заменяют новыми, предварительно удалив в вытяжном шкафу из корпуса разлитую ртуть с помощью резиновой груши. Собранный ртуть должна находиться в закрытой металлической или резиновой груше.

После очистки корпуса прибора ослабляют крепеж держателей переключателей, отпаивают токоведущие проводники, демонтируют старые и устанавливают новые переключатели. Перемещая в крайние положения кинематические звенья приборов, определяют правильное положение и угол наклона переключателей, после чего их окончательно крепят и припаивают контакты.

Сопротивление изоляции всех типов приборов определяется мегомметром напряжением 1000 В.

§ 12. Ремонт автоматических регуляторов

Неисправности электронных регуляторов определяют методом проверки параметров схемы и ее отдельных элементов с помощью приборов. После ремонта и замены элементов регулятор должен пройти стендовую проверку.

Проверка электронного регулятора Р-25 осуществляется опробованием резисторами «Задатчик», «Корректор», «Зона», «Чувствительность K_1 , K_2 , K_3 ». Исходное состояние элементов настройки регулятора (рис. 225, а): ручки резисторов «Демпфер», «Зона», «Импульс», « $K_{П-63}$ » установить в крайнее левое положение; ручки «чувствительность K_1 , K_2 , K_3 » — в крайнее левое положение; «корректор» — в среднее; длительность пауз (клавишу T_n) отжать.

После подачи напряжения на схему проверим чувствительность регулятора по «задатчику»: если установить сопротивление задатчика, равное сопротивлению датчика (термометру сопротивления), то регулятор не должен выдавать сигнал на регулирование, т. е. светодиоды «Больше», «Меньше» загораться не будут; и наоборот, при сопротивлении больше или меньше сопротивления датчика регулятор отработает сигнал соответственно «Больше» или «Меньше». Поэтому необходимо плавно вращать ручку «Задатчика» до балан-

сирования измерительной схемы регулятора: вначале горит один из указанных сигнальных светодиодов; затем по мере вращения «Задатчика» светодиоды выключаются (схема легко балансируется по измерительной части). Затем вращением «Задатчика» относительно

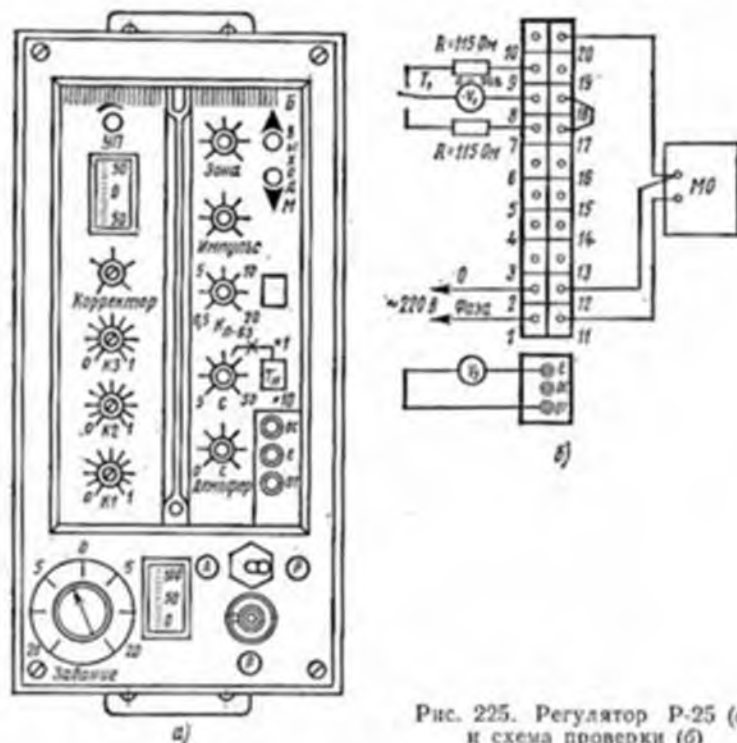


Рис. 225. Регулятор Р-25 (а) и схема проверки (б)

шкалы на 0,5% влево и вправо производят разбалансирование измерительной схемы: при этом должен загораться соответствующий светодиод «Больше», «Меньше», а на зажимах 8—9 и 7—8 появится напряжение 21—27 В (рис. 225, б). При возвращении «Задатчика» в положение баланса схемы напряжение на выходе (по вольтметру V_1) должно быть в пределах 0—0,5 В.

Порядок и последовательность операций по проверке регулятора резисторами «Зона» и «Корректор» подобны описанному.

Для проверки регулятора по резистору «Чувствительность $K1$, $K2$, $K3$ » на соответствующие зажимы надо подать переменное входное сопротивление с помощью образцового магазина сопротивления MO от 75 Ом (по паспорту — для температуры 100 °C) до 100 Ом.

Для этой проверки ручкой «Чувствительность $K2$ » выставляют на магазине сопротивления 75 Ом, устанавливая ее в крайнее правое положение. Затем при плавном изменении сопротивления магазина до 100 Ом вольтметр должен показать напряжение 10 В, а при вращении ручки $K2$ в противоположное крайнее левое поло-

жение — это напряжение на вольтметре V_2 должно плавно уменьшаться до 0. После этого вновь устанавливают паспортное значение сопротивление магазином MO , равное 75 Ом, затем плавным его изменением (больше и меньше) добиваются загорания соответствующего светодиода «Больше» и «Меньше». Разбаланс измерительной схемы (отработка выходного сигнала регулятора) при исправном блоке должен происходить при отклонении сопротивления магазина от паспортного (75 Ом) не более чем на 0,5 Ом.

Проверка резистора «Чувствительность K_3 » производится подобным порядком, при этом магазин MO подключается на зажимы 13, 14, 20 и устанавливается сопротивление 53,6 Ом, соответствующее 0 °C.

В пневматических изодромных регуляторах типов МС-711р, МТ-711р и других при сбоях в работе должна производиться проверка регулирующего устройства. Для проверки к регулятору подводят сжатый воздух давлением 140—160 кПа (1,4—1,6 кгс/см²), которое контролируется по шкале «Питание» двухстрелочным манометром 5, встроенным в прибор (см. рис. 160, а). Дроссель настройки времени изодрома устанавливают по шкале 10 (см. рис. 160, б) на минимальное значение 0,1, а предел пропорциональности на 40%. На вход прибора подают давление, равное 12,5; 50 и 87,5% его диапазона. Смещая стрелку 6 задания регулирования вверх и вниз, требуется настроить регулятор таким образом, чтобы давление на выходе регулятора соответственно составляло 30, 60, 90 кПа (0,3; 0,6; 0,9 кгс/см²).

Если при всех значениях входного и выходного давлений стрелка задания смещена по отношению пера в одну сторону, то требуется настроить начальную точку. Для этого ослабляется стопорный винт и винтом 3 регулировки сопла настраивают до тех пор, пока рассогласование входного давления (контролируемого параметра) и «Задания» во всех контрольных точках (12,5; 50; 87,5%) не станет более 1,5%.

Основными неисправностями таких регуляторов являются износ дросселя настройки времени изодрома, который вызывает несоответствие шкалы времени изодрома;

разгерметизация сильфона обратной связи и пневмостойкости интегрального блока, которая приводит к падению давления до нуля на выходе регулятора при закрытом дросселе изодрома;

нечетко работает дроссель настройки времени изодрома, что приводит к резкому падению или превышению давления на выходе регулятора при установке времени изодрома на бесконечность;

негерметичность пневмолиний и систем, неплотность прилегания «сопло — заслонка» из-за деформации, загрязнения дросселя или сопла, образования трещин в сильфонах обратной связи.

При нарушении герметичности в пневматических изодромных регуляторах типов МТС-711р, МТС-712р, а также в приборах серии КСЗ возникают неисправности: неудовлетворительная работа регуляторов, разброс и нестабильность поддержания регулируемой величины.

Для проверки герметичности пневмосистемы регулятора необходимо заглушить штуцер «Выход» регулятора и закрыть заслонку сопла. Затем на «Вход» регулятора подают сжатый воздух давлением 0,12—0,13 МПа (1,2—1,3 кгс/см²) и тщательно обмывают штуцер.

Неплотное прилегание заслонки к соплу устраняют очисткой заслонки от пыли и грязи вследствие неудовлетворительной работы фильтра очистки. Пыль удаляют кисточкой, смоченной в спирте или бензине. При искривлении плоскости заслонки необходимо выправить ее поверхность пинцетом.

Торцовую поверхность сопла и его канал от пыли чистят специальной фосфористо-бронзовой иглой диаметром 0,2—0,3 мм (рабочий диаметр сопла равен 0,5 мм).

После проведения ремонтных работ проверяют задатчик регулятора: перемещением поводка 5 (см. рис. 160, б) устанавливают предел пропорциональности 1—1,5%, затем вращением винта 3 задатчика добиваются изменения давления на выходе регулятора от 0,01 до 0,1 МПа (0,1—1,0 кгс/см²).

Аналогичную операцию проводят при установке диапазона дросселирования (пределе пропорциональности), равного 50%.

Работоспособность блока пропорциональности проверяется в двух точках: 1—1,5% и 50% диапазона пропорциональности.

Для этого на «Вход» регулятора подают минимальное значение регулируемого давления и вращением винта 3 настраивают выходное давление в пределах 10 кПа (0,1 кгс/см²).

Если блок исправен, то при изменении входного давления на величину 1—1,5% от верхнего предела регулятора давление воздуха на «Выходе» регулятора должно составлять 0,09—0,1 МПа (0,9—1,0 кгс/см²).

В процессе эксплуатации пневматических регуляторов типов МТС-711р, МТС-712р возможны неисправности:

1. Вялая работа регулирующего органа при исправном регулирующем устройстве свидетельствует о засорении или утечке в импульсной линии исполнительного механизма.

Необходимо определить и устранить утечку воздуха в линии исполнительного механизма. Утечки определяют обмыванием. Места соединений, имеющие утечки, затягивают или опаявают.

2. Перо прибора не реагирует на изменение измеряемого давления при засорении подводящей линии, либо в связи со свободным проворачиванием пера на оси.

Необходимо продуть линию, снять накидную гайку со штуцера прибора, при отсутствии давления установить стрелку прибора с пером в нулевое положение и часовой отверткой зафиксировать его положение на оси.

3. Уменьшение времени изодома, не соответствующее отметкам шкалы, происходит при износе дросселя.

Необходимо настроить дроссель или заменить его.

4. При отсутствии выходного сигнала, при отклонении стрелки задания от пера свыше 1,5% от диапазона диаграммы следует произвести настройку начальной точки.

Для этого требуется ослабить контрольный винт и вращать отверткой винт 3 регулировки сопла (см. рис. 160, б), пока согласование параметра и задания на контрольных точках не станет меньше допустимого (1,5%).

При настройке регулятора на объекте необходимо правильно выбрать как время изодрома, так и предел пропорциональности.

При значительных отклонениях (возмущениях) регулируемого давления необходимо установить меньшую величину предела пропорциональности. Настройку работы регулятора следует производить с больших значений. Путем последовательного уменьшения предела пропорциональности останавливаются на таком значении, когда регулируемое давление на диаграмме будет иметь вид незатухающих колебаний с минимальной амплитудой.

Большое время изодрома приводит к значительным отклонениям регулируемого давления от заданного значения в начальный период переходного процесса и приводит к медленному возвращению регулируемого давления к заданному значению.

С другой стороны, установка малых значений времени изодрома уменьшает амплитуду колебаний в переходном процессе, но увеличивает частоту и время колебаний регулируемого давления.

Если не допускаются по условиям работы большие отклонения регулируемого давления, то необходимо уменьшать время изодрома.

Если требуется уменьшить резкие колебания переменной (регулируемого давления) в течение длительного времени, то время изодрома следует увеличивать.

При работе пропорционально-интегрального пневматического регулятора типа ПР3.21 возможны неисправности следующих узлов: элементов сравнения I, II, IV, усилителя мощности V, выключающего реле VI.

При нестабильной работе элементов сравнения необходимо проверить соответствие давлений в камерах.

При отклонениях давлений регулировка производится изменением положения сопел C1 и C2 (см. рис. 168). При этом следует иметь в виду, что рабочие зазоры между соплом-заслонкой составляют $0,1 \pm 0,05$ мм, поэтому данная регулировка должна производиться осторожно.

Усилитель мощности может иметь негерметичность, при которой возникают большие погрешности в усилении сигнала. Герметичность проверяют следующим образом: усилитель мощности отсоединяют от схемы, в его камеру А подается давление питания $P_{вх}$ через редуктор; камера В соединяется с образцовым манометром $P_{вых}$ и пневмоемкостью вместимостью 3 л.

При герметичности элементов и при изменении входного давления $P_{вх}$ давление на его выходе $P_{вых}$ должно соответствовать соотношению $P_{вых} = P_{вх} \pm \Delta$, где Δ не должна превышать $0,5\% P_{вых, макс.}$

Затем в камеру А скачкообразно подается давление до 0,1 МПа (1 кгс/см²). При этом измеряется время набора и сброса давления из пневмоемкости. Если время отличается от нормы 12 ± 2 с, то

необходимо разобрать усилитель, проверить состояние сопла сброса и прорезиненной прокладки между камерами А и Б.

Если пневмоемкости наполняются быстрее заданной нормы, необходимо увеличить зазор у сопла сброса, если пневмоемкость наполняется медленнее заданной нормы — необходимо выполнить притирку сопла сброса после замены прокладки между камерами А и Б.

Неисправность выключающего реле VI, как правило, связана с потерей его герметичности. Для устранения данной неисправности реле отключают от схемы и снимают с платы. Затем проверяют состояние резиновой заслонки, являющейся общей для камер Д и Г. При обнаружении следов неплотности соприкосновения между заслонкой и мембранной прокладкой необходимо приклеить заслонку к мембране клеем № 88. Для этого внутренние поверхности заслонки и мембраны промазывают тонким слоем клея, выдерживают 3—5 мин, а затем склеивают и выдерживают под давлением в течение 6—8 ч.

После проверки качества склеивания реле собирают, устанавливают на плату и подключают в схему.

После устранения указанных неисправностей регулятора ПРЗ.21 проверяют отработку выходного сигнала, шкалу времени изодрома и диапазон дросселирования, смещение контрольной точки.

Регулятор переводится в пропорциональный П-режим (с помощью уставки времени изодрома $T_{из} = \infty$). При создании давления питания $P = 0,14$ МПа (1,4 кгс/см²) проверяется отработка выходного сигнала регулятора; для этого необходимо перевести стрелку диапазона дросселирования на минимальную отметку (5%), создать в камере Д давление задания $P_з = 0$, а в камере Г создать входное давление $P_{вх} = 0,06$ МПа (0,6 кгс/см²). При создании указанных условий давление на выходе регулятора должно быть минимальное $P_{вых} = 0,02$ МПа (0,2 кгс/см²).

При изменении давления задания $P_з$ от 0 давление на выходе регулятора $P_{вых}$ должно возрастать.

При равенстве давлений в камере задания Д и камере входа Г ($P_з = P_{вх}$) давление на входе регулятора должно быть максимальным, т. е. $P_{вх} = 0,1$ МПа (1,0 кгс/см²).

Смещение рабочей точки регулятора проверяется на 0,100 и 1000% диапазона дросселирования.

Вначале устанавливают «0» диапазон дросселирования (при полном закрытии дросселя) и давление задания $P_з = 0,03$ МПа (0,3 кгс/см²), затем плавно поднимают входное давление $P_{вх}$ до такой величины, чтобы давление на выходе регулятора $P_{вых}$ составляло 0,03 МПа (0,3 кгс/см²).

Смещение рабочей точки регулятора, т. е. разность давлений входа и задания ($P_{вх} - P_з$), не должно превышать $\pm 1\%$ максимального рабочего давления регулятора.

Затем аналогичную поверку производят при давлениях задания 0,06 и 0,08 МПа (0,6 и 0,8 кгс/см²).

Проверка диапазона дросселирования производится на всех оцифрованных отметках шкалы 5—300%.

Для этого на сумматоре *I* (см. рис. 168) в камерах *B*, *Г*, *Д* создают давление, равное 0,6 МПа (0,6 кгс/см²). При изменении давления задания P_z в камере *B* добиваются изменения давления на выходе регулятора $P_{вых}$ на следующую величину:

Диапазон дросселирования, %	5—15	150—250	250—3000
Изменение давления на выходе регулятора $\Delta P_{вых}$, МПа (кгс/см ²)	$\pm 0,02$ (0,2)	$\pm 0,01$ (0,1)	$\pm 0,001$ (0,01)

Диапазон дросселирования (%) определяется выражением $\delta = \Delta P_z / \Delta P_{вых} \cdot 100$, где ΔP_z — изменение давления задания, $\Delta P_{вых}$ — изменение давления на выходе регулятора.

Ремонт элементов универсальной системы элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА). Отказы в работе элементов и блоков данной системы вызываются следующими основными факторами: нарушением плотности соединений элементов хлорвиниловыми трубками, попаданием на поверхность пневмоэлементов и пневмоканалов пыли и механических включений при неудовлетворительном качестве питающего воздуха, нарушением плотности (герметичности) соединений элементов, смещением положения элемента сопло-заслонка, прорыве поверхности рабочих мембран или потере чувствительности резиновых мембран вследствие их старения.

При определении утечек в трубках производится их замена, пыль и следы масла удаляются с поверхности элементов чисткой, прочисткой сопловых камер и самих сопел, неисправные мембраны заменяют: при неудовлетворительной регулировке элементов сравнения производится настройка положения между мембраной и соплом.

§ 13. Ремонт исполнительных механизмов

Пневматические исполнительные механизмы (клапаны) имеют отказы в работе по следующим факторам: затирания плунжера клапана вследствие попадания механических включений, окалины между плунжером и седлом;

увеличение пропусков жидкости (или газа) при закрытом состоянии клапана из-за коррозии рабочих поверхностей седла и плунжера;

неравномерность хода штока клапана (заведание) при неправильной регулировке противодействующей пружины и механических неисправностей клапана;

вялая работа клапана вследствие повреждения прорезиненной мембраны клапана (прорыв, потеря плотности, утечка воздуха в соединениях).

При перечисленных механических неисправностях требуется разобрать клапан. Мембранный пневматический механизм (см. рис. 181) отделяют от клапана. Для этого необходимо ослабить и открутить контргайки, вывернуть соединительную муфту. Затем

снять стопорное кольцо, соединяющее клапан с пневматическим механизмом.

Клапан (см. рис. 182) разбирают в такой последовательности: демонтируют крепежные гайки верхней 8 и нижней 2 крышек, а затем извлекают шток с затвором 7. После разборки осматривают состояние затворных сечений седла и рабочего пояса затвора. Эти поверхности необходимо протереть керосином, а затем ветошью. Если при тщательном осмотре обнаружены «задиры» рабочих поверхностей, то это свидетельствует о попадании в клапан металлических включений, окалин и т. д., при которых клапан при работе может «затирать» или иметь большие нерегулируемые протечки рабочей среды (жидкости или газа).

Для устранения дефекта необходимо притереть рабочие поверхности седла клапана и его затворов. Для этого корпус клапана закрепляют в тисках, на рабочие поверхности седла и затвора наносят шлифовальную массу — смесь тонкого помола кварцевого песка с глицерином (или веретенным маслом). Шток помещают в клапан, на его верхний конец закрепляют вороток и одновременно нажатием штока вниз вращают вороток на 60—90°. После 6—8 вращений шток разворачивают на 180° и повторно выполняют притирку. Затем шток вынимают, протирают ветошью рабочие поверхности и осматривают.

Операцию притирки производят до устранения «задилов» поверхностей.

Клапан собирают в обратной последовательности: в корпус клапана устанавливают шток с затворами, собирают и затягивают верхнюю и нижнюю крышки. Мембранный механизм в сборе устанавливают на корпус клапана, закрепляют контргайкой, а шток клапана соединяют со штоком мембранного механизма. Проверяют и подтягивают уплотнительную крышку сальника, с тем чтобы обеспечить свободный ход штока под действием его массы.

При обрыве прорезиненной мембраны мембранного механизма (см. рис. 181) необходимо снять верхнюю крышку 1 и мембрану 2, предварительно сняв верхнюю контргайку. После этого снимают опорный металлический диск, по шаблону вырезают из прорезиненной ткани новую мембрану, размечают отверстия под болтовые соединения, а затем пробойником пробивают заданные отверстия.

Сборку механизма производят в обратной последовательности. Для проверки плотности (герметичности) механизма на штуцер подают давление 0,01 МПа (1 кгс/см²) и обмывают соединения; отсутствие пузырьков воздуха свидетельствует о герметичности механизма. При наличии воздушных пузырьков необходимо равномерно затянуть болтовые соединения крышки.

Пневматические исполнительные механизмы, используемые на чистые технологические газы и кислород, вместо сальниковых уплотнений имеют сильфоны или шевронные уплотнения.

Настройка положения штока с затвором 7 относительно седла клапана (см. рис. 182) производится вворачиванием (выворачиванием) штока в соединительную муфту механизма. Если шток за-

твора 7 свободно вращается в клапане в одном из крайних положений — верхнем или нижнем, то требуется одним накидным ключом вращать в соответствующую сторону шток, а другим — удерживать соединительную муфту. Отсутствие свободного вращения штока свидетельствует о нахождении штока в одном из крайних положений.

После ремонта исполнительного механизма его испытывают на герметичность при давлении, соответствующем паспортному значению. Выход клапана закрывают заглушкой, а на вход подается давление через гидропресс.

Утечки через фланцы, сальник и крышки не допускаются.

Электрические исполнительные механизмы, представляющие собой электропривод с регулирующим органом (завдвижкой), кроме указанных выше неисправностей имеют ряд других, связанных с электроприводом.

Например, в колонке дистанционного управления типа КДУ (см. рис. 185) нарушение контакта в реостатном датчике 2 приводит к неправильным показаниям дистанционного указателя положения (ДУП) о степени открытия КДУ.

Разрегулировка положений концевых выключателей «Больше», «Меньше» приводит к поломке кулачка привода вследствие невыключения электродвигателя привода в крайних конечных положениях.

Выход из строя диодов мостовой схемы нарушает питание ДУП.

Все ремонтные работы в электроприводе выполняют в соответствии с заводской электрической схемой при полном снятии питающего напряжения.

ГЛАВА XIII

ИЗНОС, ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И НАДЕЖНОСТЬ ПРИБОРОВ

§ 1. Износ и смазывание

Повышение износостойкости приборов является задачей высокой народнохозяйственной значимости. Вопросы трения, износа и смазывания играют существенную роль в обеспечении долговечности и надежности приборов и средств автоматизации.

Т р е н и е — это противодействие относительному перемещению соприкасающихся и вращающихся тел в направлении, лежащем в плоскости их соприкосновения. В результате трения происходит изнашивание — изменение размеров и поверхностей трущихся тел.

И з н о с — изменение размеров, формы, массы или состояния поверхности изделия вследствие разрушения (изнашивания) поверхностного слоя изделия при трении.

Для борьбы с трением и износом применяют такое эффективное средство, как смазка. В зависимости от используемого материала,

характеристики нагрузки и скорости в качестве смазки применяют жидкие и твердые вещества.

Для сохранения работоспособности приборов большое значение имеет стабильность трения, которая определяется состоянием трущихся поверхностей и смазочного материала. Для смазывания и фиксации смазочного материала в зоне трения ведут обработку трущихся поверхностей специальными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ), а также вводят присадки в смазочные материалы.

В настоящее время в приборостроении применяются самосмазывающиеся материалы — пористые металлические материалы, смешанные с порошковым смазочным материалом (графитом и т. п.).

Твердые смазки — порошки и антифрикционные покрытия — применяют в приборостроении для стабилизации трения без жидких смазочных материалов.

В качестве порошков используют графит, нитрид бора и другие материалы, которые закрепляются на трущихся поверхностях. В качестве антифрикционных материалов используют различные полимерные, металлические и металлополимерные пленки.

В приборах обеспечение износостойкости ведется по двум направлениям — по оптимальному выбору материалов и форм трущихся поверхностей и правильной организации смазывания узлов трения.

К конструктивным особенностям современных приборов следует отнести применение новых фрикционных материалов, использование «плавающих» деталей и упругих элементов в виде резиновых втулок, башмаков, а также учет температурных деформаций.

Резинометаллические шарниры не имеют износа от трения скольжения, не требуют смазывания и уплотняющих устройств; в связи с этим за ними значительно сокращается уход и контроль.

В плавающих деталях уменьшается износ и заедание. Снижение износа в таких конструкциях обеспечивается равномерным распределением нагрузки и снижением температуры нагрева, так как скорость скольжения при плавающем элементе снижается в два раза.

Правильный учет температурных деформаций трущихся поверхностей обеспечивает требуемые зазоры в сопряжениях и снижение тепловой нагрузки.

Смазывание узлов трения имеет большое значение в обеспечении надежности и долговечности приборов. При эксплуатации приборов требуется периодически чистить и смазывать части приборов и их кинематические узлы.

К основным типам смазок и масел для смазывания кинематических узлов, механизмов и редукторов в приборах и регуляторах относят: масло МВП (масло веретенное приборное), смазки ЦИАТИМ-221, ОКБ-122 и УС-2. Масло МВП применяется для заливки редукторов реверсивных двигателей, смазывания направляющих кареток и т. д.

§ 2. Тепловой режим работы приборов

Всякий работающий прибор можно рассматривать как преобразователь энергии. Баланс энергии в приборе определяется уравнением $E = E_{\text{пол}} + E_{\text{рас}} + E_{\text{нагр}}$, где E — энергия, используемая прибором, $E_{\text{пол}}$ — полезная энергия, используемая на работу прибора, $E_{\text{рас}}$ — энергия рассеиваемой теплоты в пространство, $E_{\text{нагр}}$ — тепловая энергия, расходуемая на нагрев элементов прибора.

Коэффициент полезного действия (к. п. д.) прибора определяется отношением энергии $E_{\text{пол}}$ к энергии E ; $\eta = E_{\text{пол}}/E = 1 - (E_{\text{рас}} + E_{\text{нагр}})/E$. Из уравнения видно, что чем меньше тепловой расход энергии в приборе, тем выше его к. п. д.

Однако любой прибор при своей работе затрачивает на свое функционирование определенную часть подводимой энергии, идущей на его нагрев. Явление теплового нагрева всегда учитывается при разработке конструкции прибора. При этом стремятся, чтобы максимальная часть теплоты рассеивалась в окружающее пространство, с тем чтобы не нарушить рабочие параметры прибора.

Теплообмен с окружающей средой возможен тремя способами — теплопередачей, конвекцией и радиацией.

При теплопередаче тепловой поток возникает при передаче теплоты от одной молекулы к другой; при конвекции теплота переносится вместе с массой вещества; при радиации происходит излучение и поглощение тепловой энергии в виде электромагнитных волн.

Наиболее эффективными методами охлаждения приборов являются естественное и принудительное воздушное охлаждение. В некоторых случаях применяют жидкостное принудительное охлаждение.

При естественном воздушном охлаждении снижение теплового режима работы приборов происходит путем теплопередачи воздушными потоками. В разных частях конструкций прибора существуют различные температуры, которые определяются направлением и скоростью этих потоков. На эффективность охлаждения, кроме этого, влияют размеры поверхностей, их форма и качество. Чем больше поверхность нагретого тела, тем больше его теплоотдача. Для улучшения естественного охлаждения в корпусе приборов делают жалюзи, которые улучшают теплообмен и уменьшают перегрев элементов, работающих в тяжелых условиях.

При тяжелых тепловых условиях работы приборов применяют принудительное воздушное охлаждение, которое осуществляется специальными воздушнонагревательными и воздуходувными устройствами. Чем больше скорость и ниже температура воздуха, тем выше эффективность охлаждения.

Принудительное охлаждение осуществляется двумя способами: обдувом внешней поверхности корпуса и продувкой внутреннего объема прибора.

По кинематическим признакам различают трение скольжения и трение качения. При этом существуют два понятия сил трения — сил трения покоя и сил трения движения. Сила трения покоя есть сопротивление относительно перемещению соприкасающихся тел без нарушения связи между ними. Сила трения движения есть сила сопротивления равномерному относительно движению соприкасающихся тел.

Основными видами трения в приборах, элементах автоматики и регуляторах являются сухое и жидкостное трение.

Сухое трение возникает в кинематических парах, узлах и фрикционных передачах при отсутствии смазки и загрязнении между трущимися поверхностями.

При сухом трении возникают резкие скачкообразные перемещения поверхностей, вибрации и нарушения плавности хода передач. Для борьбы с такими явлениями увеличивают жесткость кинематических узлов, повышают скорость скольжения и подбирают пары трения.

Загрязнение, влага и пленки оксидов влияют на коэффициент трения систем. Прочность оксидов и грязи значительно меньше прочности основного материала, однако их наличие в кинематических узлах и парах увеличивает площадь контакта, а это приводит к увеличению силы трения и быстрому изнашиванию основного материала.

Жидкостное трение возникает в кинематических парах, узлах и фрикционных передачах, когда трущиеся поверхности разделены слоем смазочной жидкости или консистентной смазкой.

Жидкостное трение не зависит от природы трущихся поверхностей изделий, оно характеризуется малым коэффициентом трения, минимальной потерей энергии и большей долговечностью по износостойкости.

Жидкостное трение существует между соприкасающимися поверхностями при качении и скольжении, когда смазочная жидкость вовлекается в зазор между трущимися или соприкасающимися поверхностями и разделяет их слоем смазки.

Консистентные смазки наряду с маслами также обеспечивают режим трения, исключающий непосредственный контакт поверхностей и их взаимное внедрение. Консистентные смазки в отличие от масел, являющихся вязкими жидкостями, обладают вязкопластичными свойствами.

В приборах высокооборотных редукторов применяют в качестве смазки приборное масло МВГ. Для смазывания механизмов зацепления и низкооборотных редукторов используют консистентные смазки ЦИАТИМ-201 и УС-2.

§ 4. Герметизация приборов

Герметизацией называется защита прибора (изделия) от действия пыли, влаги и газов. Герметизация бывает полной или относительной. При полной герметизации обеспечивается защита прибора от пыли, влаги и газов. При относительной (неполной) герметизации обеспечивается защита от действия одного или нескольких факторов.

Герметизацию приборов выполняют тремя способами: использованием электроизоляционных материалов, исключаящих разгерметизацию; выполнением герметичных корпусов, не допускающих разгерметизации; выполнением герметичных корпусов, допускающих разгерметизацию.

По назначению различают водозащитную, влагозащитную, пылезащитную и вакуум-плотную герметизацию приборов и элементов автоматики и контроля.

Пропитку, опрессовку и заливку отдельных элементов приборов выполняют электроизоляционными материалами и компаундами.

При пропитке поры, капилляры и каналы заполняются электроизоляционным материалом, что повышает защиту элемента от внешних воздействий, а также механическую и электрическую прочность изоляции.

Заливка элементов и изделий заключается в заполнении пространства между элементом и его корпусом электроизоляционным заливочным материалом. Этот метод наиболее распространен при герметизации малогабаритных изделий, интегральных схем отдельных узлов и приборов. Материалом для заливки являются пластмассовые компаунды с органическими и неорганическими наполнителями (оксид алюминия, кварцевая пудра и т. д.).

При опрессовке на элемент или прибор толстым слоем наносится изоляционное пластмассовое покрытие. Опрессовку выполняют в специальных пресс-формах под давлением. В зависимости от назначения опрессовки применяют различные марки эпоксидных компаундов.

Данные по заливке изделий и назначение различных компаундов приведены в табл. 26, 27.

При защите приборов с помощью герметичных оболочек, допускающих разгерметизацию, используют герметичные разъемные соединения. Плотность соединения в местах установки разъемов обеспечивается с помощью уплотняющих прокладок — герметиков. В качестве материала герметика используют мягкие металлы, кожу, пластмассы, резину, синтетические замазки и клеи.

Защита приборов оболочками, не допускающими разгерметизации, выполняется с применением неразъемных соединений, которые бывают сварные или паяные. Сварные соединения используются для герметизации малогабаритных и средних корпусов и предназначаются для работы в широком диапазоне температур от -50 до $+200$ °C и механических нагрузок.

Паяные соединения применяют для герметизации приборов и

элементов небольших размеров. При рабочих температурах выше 85 °С используют только твердые припой типов ПМЦ, ПСР, АЛ; при температуре ниже 85 °С используют мягкие припой ПОС, АВИА, ПОСК.

В табл. 28 и 28 указаны марки припоев и их компоненты.

§ 5. Виды износа приборов

Существует два вида износов приборов и средств автоматизации: физический и моральный. При физическом износе прибора возникает резкое падение надежности его работы и возрастание издержек на ремонтные работы.

В реальных эксплуатационных условиях работоспособность приборов и элементов автоматики нарушается вследствие физического износа через определенный срок службы. Работоспособность приборов восстанавливается ремонтом и заменой деталей.

С увеличением времени эксплуатации прибора возрастает количество повреждений и отказов деталей и элементов, подлежащих ремонту или замене. Затем наступает момент, когда затраты на восстановление его работоспособности достигают такого уровня, при котором ремонт и настройка становятся экономически нецелесообразными (перентабельными). Вследствие этого, несмотря на то что прибор еще морально не изношен, его долговечность уже исчерпана.

Срок службы прибора определяется периодом его эксплуатации до разрушения или другого предельного состояния, которое устанавливается по изменению рабочих параметров, необходимости ремонта и т. д.

Моральный износ характеризует такое работоспособное состояние прибора, когда его технические характеристики по сравнению с новыми однотипными приборами являются низкими и эксплуатация такого прибора (регулятора) становится экономически нецелесообразной.

§ 6. Понятие о надежности

Надежность средств автоматики и измерительной техники, используемых при автоматизации технологических процессов производства, является одним из главных факторов повышения качества выпускаемой продукции.

Надежность прибора, элемента автоматики или автоматической системы представляет собой способность изделия сохранять совокупность своих характеристик в установленных пределах в течение требуемого времени эксплуатации.

Приборы и системы обладают множеством различных свойств, связанных с точностью, быстродействием, формой и т. д. Совокупность свойств, обуславливающих пригодность прибора удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением, называется к а ч е с т в о м. Если эта совокупность свойств прибора

удовлетворяет требованиям стандарта или техническим требованиям, то прибор является исправным; при нарушении требуемой совокупности прибор считается неисправным.

Работоспособность также является одним из свойств прибора, характеризующим его качество. Прибор может находиться в одном из двух состояний: работоспособном или неработоспособном.

Работоспособность есть свойство приборов нормально выполнять возложенные на него функции при определенных условиях эксплуатации. В силу целого ряда факторов происходит переход прибора из работоспособного в неработоспособное состояние. Если в приборе часто изменяются технические характеристики и он выходит из строя, то прибор имеет низкую надежность.

Безотказность — это свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени эксплуатации в определенных режимах работы.

При проектировании, разработке и выпуске приборов и элементов автоматики учитывается возможность проведения ремонта и технического обслуживания, т. е. ремонтпригодность прибора.

Однако в некоторых случаях выявление причин отказов приборов и их устранение практически нецелесообразно из-за больших затрат времени и снижения надежности. Например, в электронных самопишущих мостах и потенциометрах типов КСМ и КСП монтаж электронных схем выполняют на отдельных печатных платах. При определении неисправности вышедшая из строя печатная плата заменяется на новую.

Надежность прибора или автоматической системы зависит от надежности отдельных узлов и элементов конструкции; чем выше надежность составных элементов и узлов, тем выше надежность всего прибора.

Надежность автоматической системы понижается с повышением ее сложности. Это обязательно учитывают при проектировании и разработке схем автоматического управления и регулирования. В особых случаях, когда отказ автоматики может привести к тяжелым последствиям и нарушению правил безопасности труда при работе оборудования, предусматривается резервирование элементов автоматики или автоматическое включение резерва (АВР).

Практически надежность любого элемента автоматики измерить нельзя, так как она определяется целым рядом факторов. Основным математическим аппаратом теории надежности является теория вероятностей, оперирующая случайными величинами.

Вероятность безотказной работы прибора определяется по закону распределения $P = e^{-t/\tau}$, где P — вероятность безотказной работы за время t ; e — основание натуральных логарифмов ($e \approx 2,7171$), τ — средняя наработка до первого отказа.

Если при стендовых испытаниях установить время τ прибора, то можно определить вероятность безотказной работы прибора в течение заданного времени t . Например, если для электронного сигнализатора уровня типа ЭСУ время τ составляет 20 000 ч,

а требуется определить P при 10 000 ч работы прибора, то

$$P = e^{-\frac{10000}{20000}} = e^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{e}} \approx \frac{1}{\sqrt{2,7}} \approx 0,6.$$

Вероятность безотказной работы прибора P показывает, что для данного типа прибора при наработке в 10 000 ч из десяти приборов шесть приборов проработают безотказно, а четыре прибора выходят из строя — произойдут отказы.

Чем меньше заданное время t , тем вероятность безотказной работы прибора выше.

Вероятность безотказной работы системы автоматического регулирования или контроля в заданном интервале времени t определяется произведением вероятности безотказной работы составляющих звеньев: $P_c = P_d P_{\text{рег}} P_{\text{и.м}} P_{\text{р.о.}}$, где P_c — вероятность безотказной работы системы, P_d — вероятность безотказной работы датчика, $P_{\text{рег}}$ — вероятность безотказной работы регулятора, $P_{\text{и.м}}$ — вероятность безотказной работы исполнительного механизма, $P_{\text{р.о}}$ — вероятность безотказной работы регулирующего органа.

§ 7. Виды и причины отказов приборов

Отказ — событие, заключающееся в полной или частичной утрате изделием (прибором или системой в целом) работоспособности.

Отказы, их причины, закономерности возникновения и их устранение являются объектами, изучаемыми теорией надежности.

Состояние работоспособности приборов характеризуется двумя составляющими: функционированием и ожиданием.

Функционирование — работоспособное состояние, когда прибор соответствует всем техническим требованиям и выполняет свои функции.

Ожидание — работоспособное состояние, при котором прибор соответствует всем техническим требованиям и готов к выполнению своих функций.

Отказы в работе приборов и систем автоматики подразделяются на два основных вида: постепенные и внезапные.

Постепенные отказы являются следствием старения, изнашивания, температурных и механических перегрузок, коррозии, разрушения и т. д. Все эти необратимые процессы приводят к постепенным изменениям технических характеристик прибора.

Внезапные отказы характеризуются резким скачкообразным изменением технических характеристик прибора. Внезапные отказы могут возникать как при неудовлетворительном качестве прибора и его конструкции, так и его использовании в условиях, на которые его конструкция не рассчитана.

Отказ прибора является случайным событием, в связи с этим время работы прибора до первого отказа, число отказов за опреде-

ленное время эксплуатации и время работы между отказами также являются случайными величинами.

При работе автоматических систем и приборов на них действует целый ряд факторов: электромагнитные волны, тепловое излучение, химические превращения, механические нагрузки. Такие энергетические воздействия вызывают коррозию, износ, тепловые перегрузки, деформации и т. д., что приводит к повреждениям и отказам средств автоматики.

Влияние электрической, тепловой, химической и механической энергии на надежность прибора зависит от материалов, из которых изготовлен прибор. Материалы, применяемые в приборостроении, делятся на конструкционные, проводниковые, полупроводниковые и изоляционные (диэлектрики).

На надежность конструкционных материалов влияют механические воздействия. Переменная нагрузка приводит к большим износам, чем постоянная нагрузка. На надежность изоляционных материалов существенное влияние оказывают тепловое, химическое и механическое воздействия. На надежность проводниковых материалов основное воздействие оказывают тепловая и механическая нагрузки, при этом тепловое воздействие приводит к перегоранию проводников, а механическое — вызывает их разрывы.

Кроме того, климатические факторы — температура, давление, влажность, активность солнечной радиации, примеси пыли, солей и кислот — также являются причинами отказов приборов.

При изменении температуры изменяется сопротивление изоляции и диэлектрическая прочность, изменяются электрические и магнитные свойства металлов. Например, постоянные непроволочные резисторы (сопротивления) при изменении температуры от -60 до $+60$ °C изменяют значения сопротивления на 15—25%.

Влага вызывает коррозию металлов, изменение электрических свойств диэлектриков, уменьшает сопротивление изоляции и напряжение пробоя.

Пыль, песок, грязь способствуют быстрому износу кинематических узлов приборов, снижают сопротивление изоляции и т. д.

В настоящее время приняты пять групп отказов: конструкторские, схемные, деталей, технологические, эксплуатационные.

Конструкторские отказы вызываются несовершенством и недоработкой конструкции; вследствие этого образуется напряженный режим узлов и деталей прибора.

Схемные отказы вызываются неправильным выбором основных технических параметров и характеристик прибора, а также неправильностью составления функциональной, структурной схем и выбора схемных решений узлов и блоков прибора.

Отказы деталей возникают из-за пониженной надежности самих деталей, неправильного выбора типов, номиналов и режимов использования деталей в приборах. Следствием этих причин является ускоренное старение и повышенный режим нагрузки прибора.

Технологические отказы возникают из-за несовершенства технологических процессов сборки, монтажа, регулировки и испытаний прибора в условиях производства.

Эксплуатационные отказы связаны с неправильным выбором типа прибора, отклонением от требований по монтажу и эксплуатации как во время хранения, профилактики, так и ремонта.

Эксплуатационные отказы вызываются также ошибками и недостаточной квалификацией обслуживающего персонала.

На рис. 226 показана типовая кривая интенсивности отказов прибора. Участок 1 кривой характеризует интенсивность отказов в стадии отработки прибора на заводе-изготовителе. Возросшая интенсивность отказов определяется использованием некачественных элементов, неправильной технологией и ошибками в расчетах. Участок 2 характеризует работу прибора в эксплуатационных условиях и соответствует нормальному сроку эксплуатации прибора. Участок 3 характеризует возросшую интенсивность отказов вследствие старения и износа элементов прибора.

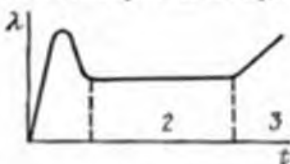


Рис. 226. Кривая интенсивности отказов прибора (регулятора)

§ 8. Методы контроля качества приборов

Контроль качества приборов является первостепенной задачей в повышении надежности и эффективности средств автоматизации во всех отраслях народного хозяйства страны. С этой целью неотъемлемой частью технологических процессов приборостроительных заводов являются испытания приборов.

При испытаниях производят проверку деталей, узлов, качества материалов, контроля точности, устойчивости и работоспособности с учетом влияния воздействующих факторов.

Предварительные испытания производят при разработке и изготовлении прибора с целью определения его работоспособности и оценки количественных значений его рабочих параметров и характеристик. Такие испытания производят на предприятии при изготовлении опытного образца прибора.

Государственные испытания проводят с целью проверки количественных значений рабочих характеристик прибора на соответствие техническим условиям (ТУ). Обычно государственные испытания производят на месте установки прибора для эксплуатации.

Приемосдаточные испытания проводят с целью систематической проверки соответствия прибора требованиям ТУ и конструкторской документации.

Кроме 100%-ной проверки изделий иногда проводят выборочные испытания, когда испытывается несколько экземпляров или

определенный процент от общего количества приборов, составляющих серию или партию.

Периодические испытания проводят для периодического контроля уровня качества выпускаемых приборов согласно периодичности и объему испытаний, установленных ТУ.

Поверочные испытания проводят при внесении изменений в конструкции, процессы производства и изменения принципиальной схемы прибора. При поверочных испытаниях проводится проверка технических параметров, на которые могут повлиять вносимые изменения и замены.

По назначению испытания подразделяются на следующие виды: параметрические, механические, климатические, электротехнические, специальные.

Значительная роль в повышении качества приборостроения отводится новым прогрессивным методам контроля качества.

Входной контроль обеспечивает отбраковку по параметрам деталей и блоков, поступающих с заводов или смежных цехов. Это повышает качество выпускаемой продукции и уменьшает брак изделий по рабочим параметрам.

Ступенчатый контроль позволяет эффективно поэтапно определять качество деталей, узлов и элементов при блочном монтаже аппаратуры и приборов средней и большой сложности, а также значительно сократить время определения неисправностей при ремонте.

Одним из прогрессивных методов повышения качества приборов является также сдача продукции с первого предъявления комплексными бригадами и рабочими, имеющими личное клеймо.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое надежность прибора, регулятора?
2. Что называется работоспособностью прибора?
3. Чем характеризуется безотказность прибора?
4. Как определяется вероятность безотказной работы автоматической системы?
5. Как классифицируются типы отказов приборов?
6. Какие факторы влияют на надежность приборов?
7. Какие виды испытаний приборов производят для контроля качества выпускаемых приборов?
8. Какое значение имеет смазка в повышении износостойкости приборов?
9. Какие типы смазок и масел используют при эксплуатации приборов и регуляторов?
10. Какие типы охлаждения используют в приборостроении?
11. Чем характеризуется сухое и жидкостное трение?
12. Для каких целей применяется герметизация приборов?
13. Чем характеризуются пропитка, заливка и опрессовка элементов в приборостроении?
14. Что такое физический износ прибора?
15. Дайте характеристику моральному износу прибора или системы.

§ 1. Охрана труда на предприятиях

Охрана труда — это система законодательных, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических, лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Важным этапом в решении задач по охране труда и окружающей среды явилось принятие Основного Закона нашей страны — Конституции СССР от 7 октября 1977 г. Так, статья 42 Конституции гласит: «Граждане СССР имеют право на охрану здоровья. Это право обеспечивается бесплатной квалифицированной медицинской помощью, оказываемой государственными учреждениями здравоохранения; расширением сети учреждений для лечения и укрепления здоровья граждан; развитием и совершенствованием техники безопасности и производственной санитарии; проведением широких профилактических мероприятий; мерами по оздоровлению окружающей среды; особой заботой о здоровье подрастающего поколения, включая запрещение детского труда, не связанного с обучением и трудовым воспитанием; развертыванием научных исследований, направленных на предупреждение и снижение заболеваемости, на обеспечение долголетия активной жизни граждан».

Обеспечение безопасных и здоровых условий труда возлагается на администрацию предприятий и организаций. Администрация обязана внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие травматизм, обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предотвращающие профессиональные заболевания рабочих и служащих, на основе единых общих и специальных отраслевых правил по охране труда.

Основными законодательства о труде на администрацию предприятий возлагается проведение инструктажа рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране, а также постоянный контроль за соблюдением работниками всех требований инструкций по охране труда.

Рабочие обязаны соблюдать установленные требования обращения с механизмами, инструментом и приспособлениями, пользоваться средствами индивидуальной защиты.

В целях безопасности труда и профилактики профессиональных заболеваний на предприятиях предусмотрены обязательные медицинские осмотры при поступлении на работу и периодические во время работы.

«Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о труде» иллюстрируют большую заботу нашего государства о молодежи. Учитывая физиологические особенности организма подростков и в целях охраны их здоровья законодательство не допускает

приема на работу лиц моложе 16 лет. Все лица моложе 18 лет принимаются на работу лишь после предварительного медицинского осмотра, и в дальнейшем (до 18 лет) они ежегодно подлежат медицинскому освидетельствованию с целью установления пригодности подростка к избранной или выполняемой работе. Допускается принимать на работу юношей и девушек, которым исполнилось 16 лет. В исключительных случаях и по согласованию с профсоюзным комитетом могут быть приняты на работу 15-летние.

Запрещается применять труд лиц моложе 18 лет на тяжелых работах и на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на подземных работах.

Другими льготами для подростков являются: сокращенный рабочий день (4 часа для лиц от 15 до 16 и 6 ч для лиц от 16 до 18 лет); запрещение привлекать их к ночным и сверхурочным работам; увеличенный отпуск (30 календарных дней); льготные условия оплаты труда, приема на работу и увольнения и др.

За состоянием охраны труда на промышленных предприятиях осуществляется надзор и контроль трех видов: государственный, ведомственный и общественный.

Государственный надзор — это контроль с правом проверки выполнения действующего законодательства по охране труда, предоставленный государством соответствующим органам надзора.

К органам государственного надзора за состоянием охраны труда относятся: Госгортехнадзор СССР, Госсаннадзор, Госэнергонадзор, Госстандарт и др., действующие в соответствии с Положениями об этих органах.

Высший государственный надзор за точным исполнением законов о труде всеми министерствами, ведомствами, предприятиями, учреждениями и организациями и их должностными лицами возложен на Генерального прокурора СССР.

Внутриведомственный контроль выражается в систематической проверке министерствами и ведомствами соблюдения стандартов, норм и правил охраны труда и трудового законодательства на подчиненных им предприятиях.

Общественный контроль за состоянием охраны труда на предприятии ведут профсоюзные комитеты, при которых создаются комиссии охраны труда. Эти комиссии предназначены для оказания помощи комитету профсоюза в осуществлении контроля за трудовым законодательством и состоянием охраны труда.

Администрация предприятия постоянно должна разрабатывать и поддерживать безопасные условия производства, составлять производственные инструкции и инструкции по технике безопасности.

Каждый работник обязан периодически проходить инструктаж по вопросам охраны труда и безопасным приемам работы. Существуют три вида инструктажа — вводный, на рабочем месте и повторный.

Вводный инструктаж проводят при оформлении работника на предприятие. Инструктаж проводит инженер по тех-

нике безопасности. Задача инструктажа — ознакомление со спецификой предприятия, с правилами внутреннего распорядка, с правилами пользования защитными средствами, с противопожарными мероприятиями, электробезопасностью и приемами оказания первой медицинской помощи.

Инструктаж на рабочем месте проводит мастер, начальник участка или лаборатории. Работника знакомят с рабочим местом, оборудованием, технологией производства и безопасными приемами труда, а также с заводскими инструкциями, относящимися к данной профессии.

После обучения на рабочем месте и получения навыков безопасной работы квалификационная комиссия проверяет знание правил техники безопасности у работника и присваивает ему квалификационную группу.

Повторный инструктаж проводится администрацией с целью повышения знаний по технике безопасности и совершенствования безопасных приемов работы. Инструктаж включает противопожарные тренировки, разбор и обобщение причин происшедших несчастных случаев, проверку знаний действующих на предприятии инструкций по технике безопасности для данной профессии.

Администрация предприятия, имеющего технологическое оборудование по выработке горючих и взрывоопасных газов, а также склады ЛВЖ (легковоспламеняющихся жидкостей) и ГСМ (горючесмазочных материалов), обязана разработать положение по технике безопасности на территории предприятия, с которым должны быть ознакомлены вновь поступающие работники.

§ 2. Классификация взрывобезопасности помещений и приборов

При эксплуатации приборов учитывают ряд факторов: класс помещения и установок, категорию и группу взрывоопасности.

Взрывоопасные помещения и установки подразделяют на шесть классов:

- 1) В-I — помещения, в которых могут образоваться взрывоопасные смеси газов и паров при нормальных режимах работы;
- 2) В-I-а — помещения, в которых взрывоопасные смеси не образуются при нормальных условиях, а могут образоваться при авариях или неисправностях оборудования;
- 3) В-I-б — помещения, в которых могут образоваться горючие пары и газы, имеющие нижний предел воспламеняемости (15% и более); помещения, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации на отдельных участках; помещения, в которых газы, пары и жидкость имеются в небольших количествах;
- 4) В-I-г — наружные установки, имеющие горючие волокна и пыли, способные образовывать взрывоопасные смеси только при авариях;

- 5) В-II — помещения, имеющие горючие волокна и пыли, способные образовывать взрывоопасные смеси с воздухом и окислителями в нормальных условиях;
- 6) В-II-а — помещения, имеющие горючие волокна и пыли, способные образовывать взрывоопасную концентрацию только при авариях.

Взрывоопасные смеси подразделяют на четыре категории, характеризующие способность передавать взрыв через фланцевые зазоры в оболочках приборов (электрооборудования).

Категория взрывоопасной смеси	1	2	3	4
Зазор (мм) между поверхностями длиной 25 мм, при котором частота передачи взрывов составляет 50% при объеме оболочки 2,5 л . . .	>1,0	0,65—1,0	0,35—0,65	<0,35

Кроме того, взрывоопасные смеси имеют пять групп в зависимости от температуры самовоспламенения:

Группа взрывоопасной смеси	T1	T2	T3	T4	T5
Температура самовоспламенения, °C	>450	300—450	200—300	135—200	100—135

В связи с указанными характеристиками приборы (электрооборудование) имеют по уровню взрывозащиты следующие исполнения: В — взрывонепроницаемое, М — маслонаполненное, Н — повышенной надежности против взрывов, П — продуваемое под давлением, исключающее образование взрывоопасных смесей внутри корпуса, И — искробезопасное, С — специальное.

Все приборы по новой классификации взрывозащищенности снабжены условной маркировкой. Например, маркировка ВIT2 обозначает, что прибор выполнен во взрывонепроницаемом исполнении и предназначен для работы с взрывоопасными смесями категории I, группы T2.

§ 3. Поражающие факторы электрического тока. Классификация электроустановок и помещений

Электрический ток характеризуется тремя поражающими факторами: электроудар, электроожог и электросудорога.

Электроудары наиболее ярко выражены в электроустановках свыше 1000 В, электросудороги — в электроустановках до 1000 В и электроожог — в электроустановках до и свыше 1000 В. Ток в 0,1 А, действующий на организм человека более 1—2 с, является смертельным. Ток, проходящий по телу человека, попавшего под напряжение, зависит от напряжения действующей электроустановки и сопротивления тела человека. Сопротивление тела человека определяется рядом факторов: физическим и психическим состоянием, подготовленностью к работе и т. д. Например, сопротивление тела человека при утомлении и опьянении резко падает.

Ориентировочное сопротивление тела здорового человека с сухой кожей составляет 100—150 кОм, а при болезни и влажной коже — 1—5 кОм. Ток, проходящий через тело человека, попавшего под напряжение, определяется выражением $I_{\text{чел}} = U_{\text{уст}} / R_{\text{чел}}$, где $U_{\text{уст}}$ — напряжение установки, $R_{\text{чел}}$ — сопротивление тела человека.

Для сравнения определим ток, проходящий через тело человека, имеющего сопротивление 100 и 1 кОм (здорового и больного человека), попавшего под напряжение 380 В: $I_{\text{чел}} = 380 / 100 \cdot 10^3 \approx 0,004$ А; $I_{\text{чел}} = 380 / 1000 = 0,38$ А.

В первом случае человек еще способен управлять своими мышцами и может самостоятельно освободиться от напряжения, а во втором — величина тока уже является смертельно опасной.

Наиболее опасным случаем поражения электрическим током является прохождение тока через сердце. Сердце и органы дыхания прекращают свою работу и наступает смерть.

Факторами, повышающими опасность поражения человека электрическим током, являются сырость помещений, наличие токопроводящих металлических и железобетонных полов. Поэтому в таких помещениях запрещается использовать переносной рабочий инструмент, работающий от сети с напряжением выше 36 В.

Электроустановки промышленных предприятий по условиям электробезопасности делятся на две категории — до 1000 В и свыше 1000 В.

Помещения электроустановок по электробезопасности классифицируются на три класса: помещения без повышенной опасности; помещения с повышенной опасностью; особо опасные помещения.

Помещения без повышенной опасности — сухие, отапливаемые, непыльные, с токопроводящими полами.

Помещения с повышенной опасностью характеризуются наличием металлических, земляных и кирпичных полов, сыростью, высокой температурой и возможностью одновременного прикосновения человека к заземленным частям и корпусам электрооборудования, которые могут оказаться под действующим напряжением при пробое или повреждении изоляции.

Помещения особо опасные характеризуются наличием химически активной среды, особой сырости или двух и более условий повышенной опасности.

§ 4. Подготовка персонала к работе в электроустановках до 1000 В

До назначения на самостоятельную работу в электроустановках персонал обязан пройти обучение на своем рабочем месте с целью ознакомления с оборудованием, приобретения практических навыков, изучения производственных инструкций, правил технической эксплуатации (ПТЭ) и правил техники безопасности (ПТБ) при эксплуатации электроустановок потребителей.

Обучение производится под руководством опытного работника и под контролем лица, ответственного за эксплуатацию данной установки.

После обучения персонал проходит проверку знаний по ПТЭ и ПТБ, знаний должностных и производственных инструкций. Знания проверяет специальная комиссия, утвержденная главным энергетиком предприятия. Комиссия выдает удостоверение на допуск к самостоятельной работе в электроустановках, а администрация цеха оформляет распоряжение по цеху о допуске к самостоятельной работе.

Согласно ПТБ для персонала, обслуживающего действующие электроустановки, комиссией производится периодическая (один раз в год) проверка знаний настоящих правил и производственных инструкций.

§ 5. Организационные и технические мероприятия при производстве работ в электроустановках

При выполнении работ в действующих электроустановках согласно ПТБ должен быть выполнен целый ряд мероприятий, направленных на обеспечение безопасности проводимых работ.

Действующей электроустановкой называется установка, содержащая в себе источник электроэнергии (химические, гальванические и полупроводниковые элементы), которая находится под напряжением или на которую в любой момент может быть подано напряжение включением коммутационной аппаратуры — переключателями, разъединителями, автоматами и т. д.

По отношению мер безопасности производимые работы в электроустановках подразделяются на три категории: со снятием напряжения; без снятия напряжения вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением; без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Работой с полным снятием напряжения считается такая работа, которую выполняют на отключенной электроустановке и где нет незапертого входа в соседнюю электроустановку, находящуюся под напряжением.

Работой без снятия напряжения вблизи и на токоведущих частях, находящихся под напряжением, считается работа, при которой требуется принять технические и организационные меры, предотвращающие возможность приближения работающих людей к токоведущим частям.

Работой без снятия напряжения, выполняемой вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением, считается работа, при которой исключено случайное приближение работающих людей и используемых инструментов к токоведущим частям на опасное расстояние и не требует принятия технических и организационных мер.

Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках, включают следу-

ющие пункты: оформление работ нарядом или распоряжением, допуск к работе, надзор во время работы, оформление перерывов, переводов на другое рабочее место и окончания работы.

По распоряжению работу выполняют в электроустановках с полным или частичным снятием напряжения в течение не более одного часа, а также в установках без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Работы по распоряжению оформляют в оперативном журнале. В оперативном журнале записывают порядковый номер распоряжения, указывается, кем дано распоряжение, место и срок выполнения работы, состав бригады и их квалификационная группа.

По и а р я д у выполняют работы всех категорий, кроме работ без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением.

Наряд — письменное распоряжение на производство работ в электроустановке, определяющее место, время начала и окончания работ, условия ее безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность работ. Наряд заполняет ответственный руководитель в двух экземплярах. Один экземпляр выдается на руки производителю работ, другой — остается у ответственного руководителя после оформления допуска к работе и подписи в наряде допускающего и производителя работ. Наряд действителен на срок не более пяти дней. После ежедневного окончания работ наряд с подписью ответственных лиц должен сдаваться дежурному или ответственному производителю работ.

Д о п у с к к р а б о т е заключается в обеспечении всех мер безопасности, указанных в наряде или распоряжении, и непосредственно допуску рабочей бригады к месту работы.

Допускающий обязан: проверить выполнение технических мероприятий;

проверить состав бригады согласно наряду (распоряжению) и квалификацию лиц, включенных в бригаду;

зачитать по наряду содержание работы, фамилии ответственных лиц за безопасность проведения работ и членов бригады, объяснить, какие части установки остались под напряжением;

доказать бригаде отсутствие напряжения на месте проведения работ прикосновением руки к данной части электроустановки.

После допуска бригады и подписи в двух экземплярах наряда допускающего и руководителя работ бригада может приступить к выполнению работы.

Н а д з о р в о в р е м я р а б о т ы. После допуска бригады к работе производитель работ не имеет права покидать рабочее место и оставлять бригаду без надзора. Члены бригады при необходимости могут покинуть место работы. Производитель работ не имеет права уходить с рабочего места до возвращения отлучившихся членов бригады. Если производитель работ должен отлучиться, то необходимо вывести бригаду с места производства работ и запереть вход до своего возвращения.

Производитель работ и члены бригады должны знать, что части

электроустановки, находящиеся за пределами рабочего места, могут оказаться под напряжением, поэтому приближаться к частям электроустановки за пределами рабочего места, определенного нарядом, запрещается.

Оформление перерывов, переводов и окончания работ. При перерывах в работе бригада должна уходить с места работы, а наряд остается у производителя работ.

Плакаты и ограждения остаются на рабочем месте. После окончания перерыва производитель работ собирает бригаду к месту работы.

Работы, выполняемые на следующий день, могут производиться после осмотра места работы и проверки мер безопасности ответственным руководителем или производителем работ.

Если бригада выполняет работу по одному наряду в нескольких местах электроустановки, то подготавливают все рабочие места, а работающие допускаются только на одно рабочее место. Перевод бригады на другое место оформляется в таблице наряда.

После окончания работ рабочее место принимает ответственный руководитель и оформляет подписью в наряде. Наряд закрывают только после осмотра места работы.

Технические мероприятия направлены на обеспечение безопасности работ в электроустановках. При подготовке рабочего места при ремонтных работах в электроустановках с частичным и полным снятием напряжения требуется выполнить в определенной последовательности следующие мероприятия:

произвести необходимые отключения и принять меры, препятствующие подаче напряжения к месту работы, вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;

вывесить плакаты (см. табл. 30) на приводе «Не включать — работают люди», а при производстве работ на линиях электропередач — «Не включать — работа на линии» и при необходимости установить ограждение;

присоединить к «земле» переносное заземление, а затем проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях, на которые должно быть наложено заземление;

после проверки отсутствия напряжения наложить заземление на ремонтируемые токоведущие части;

вывесить плакат «Заземлено», «Работать здесь» и установить при необходимости ограждение рабочего места.

При отключении напряжения соблюдать меры безопасности, а при отключении трансформаторов и сложных схем предусматривают меры, исключающие появление напряжения на отключенной части установки.

Для исключения случаев самопроизвольного включения автоматов, электро- и пневматических приводов предусматривается их фиксация специальными или блокировочными замками; в электроприводах в цепях управления снимают предохранители, а в пневматических приводах запирают вентили подачи воздуха.

При отключении напряжения используют защитные средства — штанги, диэлектрические перчатки и т. д.

Проверка отсутствия напряжения может проверяться специальным индикатором напряжения ТИ-2, УНН-90, вольтметром или контрольной лампой. Перед употреблением и проверкой отсутствия напряжения на отключаемой части электроустановки такие индикаторы и приборы должны быть проверены на работающей установке. После проверки указателя напряжения выполняют проверку отсутствия напряжения на отключенной части электроустановки, прикасаясь прибором ко всем фазам и выводам отключенной части.

Наложение заземлений на части электроустановки выполняется для обеспечения безопасности работ при ошибочной подаче напряжения.

Заземлением называется соединение какой-либо части электроустановки (корпуса) с заземлителем, т. е. проводником, находящимся под нулевым потенциалом земли.

Переносное заземление после проверки отсутствия напряжения и присоединения его к «земле» накладывается с помощью изолирующей штанги на отключенные токоведущие части (на три фазы) и закрепляют с помощью зажимов вручную (в диэлектрических перчатках).

Снятие заземлений выполняется в обратном порядке: сначала снимают струбины с токоведущих частей, а затем заземление отключается от «земли» или заземляющей шины.

Переносное заземление должно выполняться гибким медным проводом сечением не менее 25 мм². Каждое заземление должно иметь свой порядковый номер и храниться в определенных местах.

Наложение и снятие переносных заземлений должно учитываться по оперативной схеме, в оперативном журнале и в наряде.

§ 6. Техника безопасности при работе с переносным электроинструментом

Переносной электроинструмент и переносные лампы используют при ремонтах оборудования, поэтому этот инструмент подвержен сравнительно быстрому износу в результате старения изоляции проводов, обмоток, замыканий на землю и т. д.

В связи с этим весь электроинструмент согласно ПТБ должен удовлетворять основным требованиям:

быстро включаться и отключаться от электрической сети;

быть безопасным в работе и иметь недоступные для случайного прикосновения токоведущие части.

В зависимости от категории помещения напряжение питания электроинструмента не должно превышать 220 В в помещениях без повышенной опасности и 36 В в помещениях с повышенной опасностью и вне помещений.

Переносная лампа типа СР (светильник ручной) выполнена таким образом, что исключается возможность прикосновения к токове-

душим частям. Рукоятка светильника имеет специальный поясok для крепления сетчатого предохранительного ограждения, патрон лампы закрепляется в корпусе рукоятки, а сама лампа закрывается стеклянным колпаком. Светильник имеет резиновый шланговый провод длиной 15—20 м.

Электронинструмент должен иметь свой порядковый номер. Перед выдачей инструмент проверяют на стенде или мегомметром в отношении исправности и целостности изоляции и заземляющего провода.

Передача электронинструмента другому лицу категорически запрещается.

При использовании переносного понижающего трансформатора для подключения электрических светильников или электронинструмента требуется убедиться в исправности заземления вторичной (понижающей) обмотки трансформатора.

В особо опасных помещениях (в металлических баках, емкостях, котлах) надо использовать электронинструмент на напряжение не выше 12 В с обязательным применением диэлектрических перчаток, коврика и т. д.

Непосредственно перед началом работ электронинструмент должен быть проверен на состояние заземляющего провода, отсутствие изломов жил, состояние щеток и коллектора, исправность редуктора и надежности крепления всех деталей электронинструмента.

§ 7. Защитные средства. Сроки испытания и правила пользования

Защитными средствами называются приборы, аппараты, приспособления и устройства, служащие для защиты персонала, работающего на электроустановках, от поражения электрическим током, воздействия электрической дуги, продуктов ее горения и т. п.

К защитным средствам относятся (рис. 227): инструмент и приспособления для работы под напряжением (изолирующие оперативные штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения); изолирующие измерительные штанги и токоизмерительные клещи; изолирующие лестницы, изолирующие тяги, захваты и инструмент с изолированными рукоятками; резиновые диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, изолирующие подставки; переносные заземления; временные ограждения, предупредительные плакаты, изолирующие накладки и т. д.; защитные очки, противогаз, предохранительные пояса и страхующий канат.

Все защитные средства делятся на две группы: основные и дополнительные.

Основными защитными средствами называются средства, изоляция которых надежно выдерживает рабочее напряжение и с помощью которых допускается прикасаться к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Дополнительными защитными средствами называются такие средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от поражения током. Такие средства используются с основными средствами.

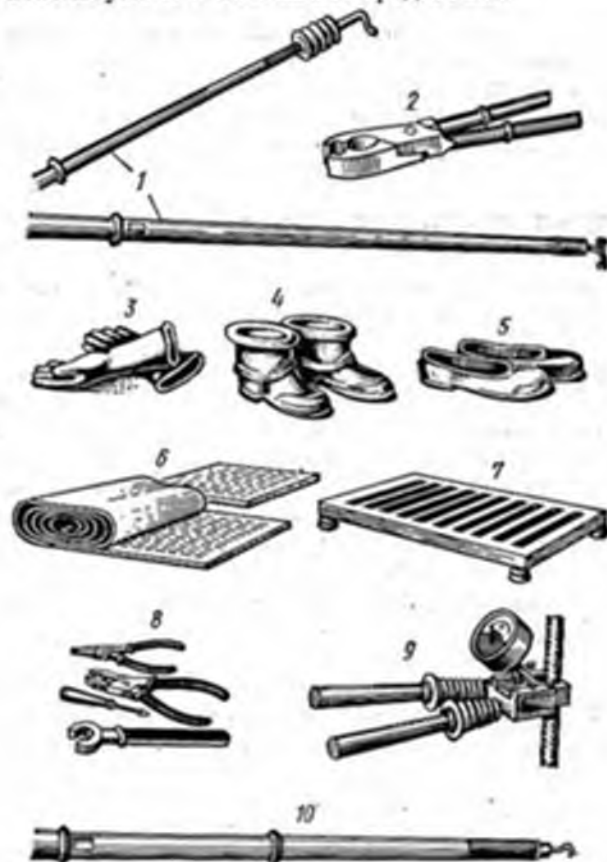


Рис. 227. Защитные средства при работе в электроустановках:

1 — изолирующие штанги, 2 — изолирующие клещи, 3 — диэлектрические перчатки, 4 — диэлектрические боты, 5 — диэлектрические галоши, 6 — резиновые ковры и дорожки, 7 — изолирующая подставка, 8 — инструмент с изолированными ручками, 9 — токоизмерительные клещи, 10 — указатель напряжения

К основным защитным средствам в электроустановках до 1000 В относятся: диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками, указатели напряжения.

К дополнительным защитным средствам в электроустановках до 1000 В относятся: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки.

Диэлектрические перчатки, используемые в электроустановках до 1000 В, испытывают один раз в 6 месяцев напряжением 3,5 кВ.

Инструмент с изолированными ручками испытывают один раз в год напряжением 2,5 кВ. При нарушении изоляции инструмента, образовании трещин в изоляционном покрытии применять инструмент как основное средство защиты в установках до 1000 В запрещается.

Пассатижи, плоскогубцы и другой инструмент должны иметь свой порядковый номер.

Диэлектрические галоши, коврики и подставки также испытывают повышенным напряжением; галоши — 5 кВ один раз в год, коврики — 5,5 кВ один раз в 2 года, подставки — 40 кВ один раз в 2 года.

§ 8. Первая помощь при поражении электрическим током

Правильные и умелые действия при освобождении пострадавшего от действующего напряжения во многом определяют его дальнейшее состояние. Если пострадавший находится под напряжением, требуется немедленно принять меры к его освобождению.

В установках до 1000 В для этих целей можно использовать сухую одежду, доску, палку, канат и другие изолирующие предметы. Кроме того, при освобождении следует учитывать конкретные обстоятельства.

В случае нахождения пострадавшего на высоте отключение установки может привести к падению пострадавшего, поэтому должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие его безопасное падение.

Меры первой помощи зависят от состояния пострадавшего после освобождения от электрического тока. Поэтому пострадавшего требуется немедленно положить на спину на твердую поверхность и проверить дыхание, пульс и состояние зрачков. Широкий зрачок указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга. Одновременно вызывают скорую помощь.

Если пострадавший находится в бессознательном состоянии, но есть пульс и дыхание, то его требуется уложить, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт.

Если пострадавший плохо дышит, ему требуется делать искусственное дыхание и массаж сердца.

При отсутствии у пострадавшего дыхания и пульса делается искусственное дыхание и массаж сердца до прибытия врача.

Искусственное дыхание выполняется немедленно после освобождения пострадавшего от электрического тока.

Если во время выполнения искусственного дыхания пострадавший пошевелит губами или веками, сделает глотательное движение и начнет дышать самостоятельно, то искусственное дыхание требуется прекратить.

Наиболее эффективным способом искусственного дыхания является метод «изо рта в рот», при котором оказывающий помощь

производит выдох воздуха из своих легких в легкие пострадавшего либо через специальное приспособление или непосредственно в рот или нос пострадавшего.

Для выполнения искусственного дыхания пострадавшего требуется уложить на спину, раскрыть рот и запрокинуть голову назад. При вдувании воздуха в рот или нос используют марлю, носовой платок, салфетку и т. д. Оказывающий помощь плотно прижимает свой рот к лицу пострадавшего таким образом, чтобы своим ртом охватить весь рот пострадавшего, а своим лицом зажать ему нос (рис. 228, а). После этого спасающий откидывается назад и делает вдох, грудная клетка пострадавшего опускается, он делает произвольно пассивный выдох (рис. 228, б). Интенсивность вдохов



Рис. 228. Проведение приема искусственного дыхания:
а — вдох, б — выдох



Рис. 229. Наружный массаж сердца:
а — место проведения массажа, б — положение рук при проведении массажа

должна составлять 10—12 раз в минуту до полного восстановления дыхания пострадавшего и прибытия врача.

Для поддержания кровообращения совместно с искусственным дыханием производится наружный массаж сердца (рис. 229). Оказывающий помощь должен встать на колени рядом с пострадавшим, определить положение нижней трети грудины, положить на нее верхний край ладони разогнутой руки, а затем поверх руки положить другую руку. Надавливать на грудь с помощью рук надо быстрым энергичным толчком так, чтобы прогнуть вниз грудину на 3—4 см. Частота надавливаний должна составлять 60 раз в минуту.

При правильном проведении искусственного дыхания и массажа сердца у пострадавшего улучшается цвет лица, появляется самостоятельное дыхание и суживаются зрачки.

Для проверки пульса прерывают на несколько секунд массаж сердца и если пульс сохраняется, то сердце работает самостоятельно. При отсутствии пульса массаж сердца немедленно возобновляют. После появления первых признаков оживления массаж и искусственное дыхание продолжают в течение 5—10 мин в такт с собственным дыханием пострадавшего.

§ 9. Пожарная безопасность на предприятиях

В настоящее время Государственный пожарный надзор осуществляется Главным управлением пожарной охраны Министерства внутренних дел СССР и его органами на местах. В обязанности

данного органа входит систематический контроль за выполнением противопожарных мероприятий на производствах и промышленных объектах, проверка боеготовности пожарных организаций и исправности средств пожаротушения во всех ведомствах и другие профилактические мероприятия.

На предприятиях и производствах организуются ведомственные пожарные части и пожарно-сторожевые подразделения. Организация пожарной охраны предприятий проводится с широким привлечением рабочих, служащих и инженерно-технического персонала путем комплектования добровольных пожарных дружин (ДПД) и боевых расчетов в производственных цехах и вспомогательных подразделениях.

Члены ДПД и боевых расчетов содействуют проведению профилактической пожарной работы, тушат локальные очаги пожаров. Командир и члены ДПД имеют строго определенные обязанности в боевых расчетах.

Пожар на производстве возникает вследствие причин электрического и неэлектрического характера. Важным фактором пожарной опасности являются работы с открытым огнем, пламенем при газовой сварке и резке металлов, ремонтные и наладочные работы.

Легковоспламеняющиеся (горючие и легколетучие вещества) растворители могут в определенных условиях образовывать с воздухом взрывчатые смеси. К легколетучим растворителям, применяющимся на производствах, относятся: ацетон, бензин, бензол, метиловый и этиловый спирты. Растворители в цехах, на участках и лабораториях должны находиться в специальных вытяжных шкафах типа ШНЖ. Максимальное количество растворителей, используемых на рабочих местах, должно быть указано в инструкции, утвержденной на предприятии.

Одним из важных противопожарных мероприятий на производстве в цехах и производственных лабораториях является организация мест курения, оборудованных и обеспеченных средствами пожаротушения.

Основными огнегасительными веществами являются вода, диоксид углерода, азот, химическая пена, порошковые огнегасительные составы.

В о д а является одним из наиболее распространенных огнегасительных средств. Попадая в зону горения, она нагревается и испаряется, поглощая большое количество теплоты. Образующееся паровое облако затрудняет доступ кислорода из воздуха к очагу горения, поэтому пламя постепенно гаснет. Водой нельзя тушить легковоспламеняющиеся и горючие жидкости с плотностью меньше единицы, так как они всплывают над водой, продолжая гореть, и, растекаясь по поверхности воды, увеличивают площадь горения. Водой также нельзя тушить электросети и электроустановки, так как через струю воды может быть поражение электрическим током.

Д и о к с и д у г л е р о д а применяется для тушения небольших очагов пожара. Он хранится в стальных баллонах в сжиженном состоянии под давлением. Вследствие расширения при выпуске

диоксида углерода из баллона происходит сильное охлаждение и образуются белые хлопья твердого диоксида углерода, который, испаряясь, понижает температуру горящего вещества и уменьшает концентрацию кислорода.

А з о т используется для тушения пожаров только в закрытых помещениях, он понижает концентрацию кислорода в очаге горения; обладает свойством удушья (не содержит кислород для дыхания человека).

К первичным средствам пожаротушения относят пожарные стволы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла, брезент и другой пожарный инвентарь.

Огнетушители предназначены для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития. По виду огнегасительных веществ их подразделяют на воздушно-пенные, химические пенные, жидкостные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.

Наиболее распространены химические пенные огнетушители. Огнетушитель ОХП-10 представляет собой стальной сосуд объемом около 10 л, продолжительность действия которого достигает до 65 с, дальность действия до 8 м, масса около 14,5 кг. Для приведения огнетушителя в действие поворачивают рукоятку снизу вверх до отказа, переворачивают огнетушитель вверх дном и направляют sprysком в очаг загорания. При повороте рукоятки открывается кислотный стакан, кислотная и щелочная части заряда смешиваются, в результате их взаимодействия образуется углекислый газ (диоксид углерода), который интенсивно перемешивает жидкость, образуя пену. Давление в корпусе огнетушителя повышается и пена выбрасывается через sprysк наружу.

Углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 используются для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, и других веществ и материалов. Диоксид углерода находится в баллоне огнетушителя в жидком виде под давлением 6 МПа. Для приведения в действие огнетушителя требуется направить раструб на очаг пожара и открыть вентиль. Время действия огнетушителя ОУ-2 до 60 с, дальность струи 2 м.

П о ж а р н а я с и г н а л и з а ц и я производственных объектов реализуется различными системами извещателей, работающих на тепловом, световом, дымовом принципах. В последнее время используют и ультразвуковые извещатели (датчики), реагирующие на изменение ультразвукового поля при загорании. Электрическая пожарная сигнализация от таких датчиков воспринимается приемной станцией с сигналом в пожарную команду. Одна приемная станция позволяет производить до 50 подключений пожарных извещателей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими поражающими факторами характеризуется электрический ток?
2. На какие классы делятся помещения электроустановок?
3. Какая электроустановка называется действующей?

4. В чем заключаются организационные мероприятия при производстве работ в электроустановках?

5. Назовите порядок выполнения технических мероприятий при производстве работ в электроустановках до 1000 В.

6. Расскажите о порядке осмотра и проверки перед работой переносного электроинструмента.

7. Как освободить пострадавшего от электрического тока?

8. Расскажите о методе искусственного дыхания.

9. Назовите основные средства пожаротушения.

1. Характеристики отечественных фотоаппаратов

Тип фотоаппарата	Формат кадра, мм	Съемочный объектив (основной)	Визир	Устройство для наводки на резкость	Тип затвора	Способ установки экспозиционных параметров
«Смена-8»	24×36	«Т-22» 4,0/40	Оптический	Шкала расстояний	Центральный	Неавтоматический
«Зоркий-6»	24×36	«Индустар-26М» 2,8/50	Объединенный оптический визир-дальномер	То же	Шторный	»
«Зоркий-10»	24×36	«Индустар-63» 2,8/40	То же	То же	Центральный	Автоматический
«Зенит-5»	24×36	«Вега-3», 2,8/50	Зеркальный визир-дальномер	То же	»	Полуавтоматический
«Зенит-6»	24×36	«Рубин-1Ц» 2,8/37—80	То же	То же	»	»
«Зенит-Е»	24×36	То же	»	»	»	»
«Старт»	24×36	«Гелиос-44» 2/58	Наводка на резкость по матовому стеклу	То же	Шторный	Неавтоматический
«Любитель-2»	60×60	«Т-22» 4,5/75	То же	То же	Центральный	»

2. Характеристика основных типов термоэлектрических термометров

Тип	Градуировка	Материал термоэлектродов	Область измеряемых температур, °C		Значение ТЭДС, мВ
			рабочий диапазон	кратковременный диапазон	
ТПП	ПП-1	Платинородий (10% родия) — платина	От —20 до +1300	1600	0—16,7
ТПР	ПР30/6	Платинородий (30% родия) — платинородий (6% родия)	От +300 до +1600	1800	0—13,9
ТХА	ХА	Хромель — алюмель	От —50 до +1000	1300	От —1,86 до +52,4
ТХК	ХК	Хромель — копель	От —50 до +600	800	От —3,11 до +66,4

3. Технические характеристики термометров сопротивления

Тип	Градусовка	Диапазон измерения, °C	R_0 , Ом	Допустимые отклонения $R_t \pm \Omega$, для классов точности		
				K-I	K-II	K-III
Платиновый	50П	От -200 до +650	50	0,05	0,1	—
ТСП	100П	От -200 до +650	100			
Медный	50М	От -50 до +200	50			
ТСМ	100М	От -50 до +200	100	—	0,1	0,1

4. Градуировка платинового термометра сопротивления 50П ($R_0 = 50 \text{ Ом}$)

t , °C	R , Ом	t , °C	R , Ом	t , °C	R , Ом	t , °C	R , Ом
-200	8,654	20	53,95	260	99,61	640	164,94
-180	12,99	40	57,89	280	103,26	650	166,55
-160	17,28	60	61,80	300	106,88		
-140	21,50	80	65,69	320	110,49		
-120	25,68	100	69,55	400	124,68		
-100	29,81	120	73,39	420	128,16		
-80	33,90	140	77,21	460	135,07		
-60	37,97	160	81,00	500	141,88		
-40	42,00	180	84,77	540	148,59		
-20	46,01	200	88,51	580	155,20		
0	50,00	220	92,23	620	163,34		

5. Градуировка медного термометра сопротивления 50М ($R_0 = 50 \text{ Ом}$)

t , °C	R , Ом	t , °C	R , Ом
-50	39,24	80	67,12
-40	41,40	100	71,40
-30	43,56	120	75,67
-20	45,28	140	79,95
0	50,00	160	84,23
20	54,28	180	88,51
40	58,56	200	92,79
60	67,12		

6. Градуировка платинового термометра
сопротивления 100П ($R_0 = 100 \text{ Ом}$)

$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$	$t, ^\circ\text{C}$	$R, \text{Ом}$
-200	17,30	240	191,87
-160	34,55	280	206,52
-120	51,35	320	220,98
-180	67,81	360	235,26
-40	84,01	400	249,39
0	100,00	440	263,26
40	115,79	480	276,97
80	131,38	520	290,49
120	146,79	560	309,82
160	162,00	600	316,96
200	177,03	640	329,89

7. Характеристика компенсационных проводов

Тип термо- электричес- кого термо- метра	Положительный зажим		Отрицательный зажим		Обоз- наче- ние	Сопротив- ление 1 м провода при сече- нии 2,5 мм, Ом
	материал	цвет изоля- ции	материал	цвет изоля- ции		
Хромель — алюмель	Медь	Красный (розовый)	Константан	Коричне- вый	М	0,2
	Хромель	Фиолето- вый (чер- ный)	Алюмель	Серый (бе- лый)	ХА	0,4
Хромель — копель	»	То же	Копель	Желтый (оранже- вый)	ХК	0,46
Платино- родий—платина	Медь	Красный (розовый)	Сплав ТП	Зеленый	П	0,02

8. Таблица для проверки потенциометров, работающих
с термопарами Гр. ПП-1

Температура медной ка- тушки, $^\circ\text{C}$	Расчетные значения э. д. с., мВ, для проверяемой отметки шкалы, $^\circ\text{C}$								
	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600
18	-0,101	1,335	3,148	5,119	7,224	9,463	11,822	14,237	16,613
19	-0,107	1,329	3,142	5,113	7,218	9,457	11,816	14,231	16,607
20	-0,112	1,324	3,137	5,108	7,213	9,452	11,811	14,226	16,602
21	-0,118	1,318	3,131	5,102	7,207	9,446	11,805	14,220	16,596
22	-0,124	1,312	3,125	5,096	7,201	9,440	11,799	14,214	16,590
23	-0,131	1,305	3,118	5,089	7,194	9,433	11,792	14,207	16,583
24	-0,137	1,299	3,112	5,083	7,188	9,427	11,786	14,201	16,577
25	-0,143	1,293	3,106	5,077	7,182	9,421	11,780	14,195	16,574
26	-0,149	1,287	3,100	5,071	7,176	9,415	11,774	14,189	16,565
27	-0,155	1,281	3,094	5,065	7,170	9,409	11,768	14,183	16,559
28	-0,161	1,275	3,088	5,059	7,164	9,403	11,762	14,177	16,553
29	-0,167	1,269	3,082	5,053	7,158	9,397	11,756	14,171	16,547
30	-0,173	1,263	3,076	5,047	7,152	9,391	11,750	14,165	16,541

9. Соотношение единиц давления

Единица давления	Па	мм рт. ст.	кгс/см²
Па	1	$750 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$
мм рт. ст.	$1,333 \cdot 10^2$	1	$1,360 \cdot 10^{-2}$
кгс/см²	$0,981 \cdot 10^4$	736	1
мм вод. ст.	9,81	$0,36 \cdot 10^{-2}$	10^{-4}

10. Технические данные мембранных приборов давления, Па

Напоромеры НМП-52	Тигомеры ТМП-52	Тигонапоромеры ТНМП-52
От 0 до +250	От -250 до 0	+125
» 0 » +400	» -400 » 0	+200
» 0 » +630	» -630 » 0	+315
» 0 » +1 000	» -1 000 » 0	+500
» 0 » +1 600	» -1 600 » 0	+800
» 0 » +2 500	» -2 500 » 0	+1 250
» 0 » +4 000	» -4 000 » 0	+2 000
» 0 » +6 300	» -6 300 » 0	+3 150
» 0 » +10 000	» -10 000 » 0	+5 000
» 0 » +16 000	» -16 000 » 0	+8 000
» 0 » +25 000	» -25 000 » 0	+12 500

11. Технические данные самопишущих манометров

Обозначения типов	Наименование	Привод диаграммы	Пределы измерения, кгс/см²
МТС-711	Манометр одноканальный	Синхронный микро-двигатель	0—0,6; 0—1
MT2C-711	Манометр двухканальный	То же	0—1,6; 0—2,5; 0—4; 0—6
МТС-712	Манометр одноканальный	Часовой механизм	0—10; 0—16; 0—25; 0—40
MT2C-712	Манометр двухканальный	То же	0—60; 0—100; 0—160; 0—250; 0—400; 0—600; 0—1000; 0—1600
ВТС-711	Вакуумметр одноканальный	Синхронный микро-двигатель	От -0,6 до 0
BT2C-711	То же	То же	» -0,6 » 0
ВТС-712	Вакуумметр двухканальный	Часовой механизм	» -1 » 0
BT2C-712	То же	То же	» -1 » 0
МВТС-711	Мановакуумметр одноканальный	Синхронный микро-двигатель	» 0—1 » 0—0,6
MBT2C-711	Мановакуумметр двухканальный	То же	» -1 » 0—3
МВТС-712	Мановакуумметр одноканальный	Часовой механизм	» -1 » 0—5
MBT2C-712	Мановакуумметр двухканальный	То же	» -1 » 0—9 » -1 » 0—15

12. Магнитная восприимчивость некоторых газов при 0°C

Газ	Магнитная восприимчивость χ (см ³ ·г ⁻¹ ·с)
Кислород	+146
Воздух	+30,8
Оксид азота	+53
Диоксид азота	+9
Водород	-0,164
Азот	-0,58
Аргон	-0,86

13. Теплопроводность некоторых газов

Газ	Теплопроводность λ (кал·см ⁻¹ ·с ⁻¹ ·град ⁻¹)
Гелий	3480
Водород	4021
Воздух	577
Углекислый газ	349
Азот	577
Аргон	391
Хлор	188
Ксенон	124

14. Нормы предельных концентраций вредных газов и их паров

Газы, пары	Нормы предельных концентраций вредных паров и газов, мг/л	Газы, пары	Нормы предельных концентраций вредных паров и газов, мг/л
Аммиак	0,02	Фенол	0,005
Бензол	0,02	Фосфор желтый	0,00003
Бензин (растворитель)	0,3	Фосген	0,0005
Бензин (топливный)	0,1	Хлор	0,001
Дихлорэтан	0,01	Четыреххлористый углерод	0,02
Хлористый водород	0,01	Ацетон	2,0
Цианистый водород и цианиды	0,0003	Бензин	1,0

15. Нормы границ взрываемости газов и их паров с воздухом

Газ или пар	Нормы границ взрываемости в смеси с воздухом при 1 кгс/см ² и комнатной температуре, об. %		Газ или пар	Нормы границ взрываемости в смеси с воздухом при 1 кгс/см ² и комнатной температуре, об. %	
	нижняя	верхняя		нижняя	верхняя
Ацетон	2,0	57,0	Метан	5,0	15,0
Бензин	1,0	7,0	Пропан	2,4	9,5
Бензол	1,4	9,5	Газ природный	4,75	70
Этан	3,2	12,5	Водород	4,0	75,2

16. Таблица применимости регуляторов Р25

Первичные преобразователи	Тип регулятора	Регулируемый параметр
Дифференциально-трансформаторный или индуктивный (до 3 шт.)	Р-25.1.1	Уровень, давление, разрежение, расход
Термометр сопротивления (до 3 шт.)	Р-25.2.1	Температура
Термоэлектрический преобразователь	Р-25.3.1	»

17. Характеристики основных типов реле

Тип реле	Мощность срабатывания, Вт	Коммутируемая мощность, Вт	Время срабатывания, мс
Электромагнитное	10^{-5} — 10^3	10^{-1} — 10^{-4}	1—200
Электромагнитное поляризованное	$5 \cdot 10^{-2}$ — $5 \cdot 10^{-1}$	10—20	1—15
Магнитоэлектрическое	10^{-5} — 10^{-4}	0,1—2	10—500
Электронное	10^{-12} — 10^{-8}	10^{-2} — 10^3	10^{-8} — 10^{-2}
Тиратронное	10^{-4} — 10^{-3}	10^2 — 10^3	10^{-3} — 10^{-2}

18. Основные технические данные реле типа РП

Тип реле	Максимальная частота включения в 1 с	$P_{ср}$, мВт	$t_{ср}$, мс	Способ настройки контактов
РП-4	200	0,01—0,16	2,5—4,5	Нейтральная
РП-5	200	0,01—0,16	7—13	Трехпозиционная
РП-7	100	0,16—1,0	3—5	На преобладание

19. Периодичность поверки приборов контроля

Рабочие приборы	Кто проводит поверку	Периодичность поверки (не реже)
Дифманометры-расходомеры учетные и коммерческие	ГМС	1 раз в год
То же, технологические	ВМС	1 раз в год
Приборы давления по перечню ГГТН	ГМС	1 раз в год
Технические манометры	ВМС	1 раз в год
Приборы для измерения давления, разрежения, перепада и напора; технологические уровнемеры	ВМС	1 раз в один или в два года
Жидкостные термометры	»	1 раз в четыре года
Логометры, милливольтметры	»	1 раз в один или в два года
Прочие температурные приборы	»	1 раз в два года

20. Допустимые натяжения провода при намотке рамок

Номинальный диаметр, мм	Натяжение, Н	Номинальный диаметр, мм	Натяжение, Н	Номинальный диаметр, мм	Натяжение, Н	Номинальный диаметр, мм	Натяжение, Н
0,02	0,035	0,10	0,85	0,17	2,45	0,24	4,90
0,03	0,075	0,11	1,00	0,18	2,75	0,25	5,30
0,04	0,135	0,12	1,20	0,19	3,05	0,26	5,75
0,05	0,21	0,13	1,40	0,20	3,40	0,27	6,20
0,06	0,30	0,14	1,65	0,21	3,75	0,28	6,60
0,07	0,42	0,15	1,90	0,22	4,10	0,29	7,10
0,08	0,54	0,16	2,20	0,23	4,50	0,30	7,60
0,09	0,69						

21. Значение выходного сигнала преобразователей системы ГСП при нулевом (начальном) значении измеряемого давления

Преобразователь	Значение выходного сигнала	
	кПа (кгс/см²)	кПа (мм рт. ст.)
Манометр, напоромер, тягомер	20 (0,2)	19,6 (147,6)
Тягонапоромер	60 (0,6)	58,9 (442,9)
Мановакуумметр с верхним пределом измерений, кПа (кгс/см²):		
60 (0,6)	70 (0,700)	68,7 (516,7)
150 (1,5)	52 (0,520)	50,9 (383,0)
300 (3,0)	40 (0,400)	39,3 (295,2)
500 (5)	33,3 (0,333)	32,7 (245,8)
900 (9)	28 (0,280)	27,5 (206,7)
1500 (15)	25 (0,250)	24,5 (184,5)
2400 (24)	23,2 (0,232)	22,8 (171,3)

22. Таблица для поверки (тарировки) расходомеров по контрольному U-образному манометру

Расход, %	Перепад давления расходомера, кПа				Расход, %	Перепад давления расходомера, кПа			
	6,174	9,8	15,6	24,5		6,174	9,8	15,6	24,5
0	0	0	0	0	70	3,03	4,81	7,69	12,03
30	0,57	0,884	1,41	2,21	80	3,96	6,28	10,05	15,71
40	0,99	1,57	2,51	3,93	90	5,01	7,95	12,77	19,88
50	1,55	2,45	3,93	6,14	100	6,19	9,82	15,71	24,55
60	2,23	3,54	5,65	8,84					

23. Карта напряжений приемника-газоанализатора типа МН
(см. рис. 136)

Наименование блоков зажима	Номера зажимов, на которых про- изводится измерение	Значения напряжения	Примечание
Блок зажима К1	1—2 1—3 4—5 6—7; 8—9	(40 ± 10) мВ (80 ± 20) мВ (40 ± 10) мВ (11 ± 2) В	
Блок зажима Ш1	1—2 2—3 2—3 1—3 1—3	(40 ± 10) мВ (40 ± 10) мВ 0 0 (40 ± 10) мВ	На азоте На 10% O ₂ На азоте На 10% O ₂
Блок зажима Ш2	1—2	(127 ± 2) В	
Колодка трансформа- тора Тр	6—9 11—14 12—16	(127 ± 2) В (24 ± 1) В (24 ± 1) В	

24. Режимы работы схемы газоанализатора СВК-3М

Обозначение элементов по схеме	Напряжение эмиттер—кол- лектор, В	Напряжение коллектор— база, В	Обозначение элементов по схеме	Напряжение, В
Транзисторы			Конденсаторы	
T ₁	$0,044 \pm 0,005$	$0,06 \pm 0,005$	C ₁	48 ± 1
T ₂	$0,044 \pm 0,005$	$0,06 \pm 0,005$	C ₂	$0,2 \pm 0,05$
T ₃	$12 \pm 1,5$	$12 \pm 0,5$	C ₃	$11 \pm 0,5$
T ₄	21 ± 1	$22 \pm 0,5$	C ₅ , C ₂	27 ± 1
T ₅	$0,35 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,05$	C ₆	$19 \pm 0,5$
T ₆	$22 \pm 0,5$	$21 \pm 0,5$	C ₇	23 ± 1
Релейный усилитель			C ₈	$5 \pm 0,5$
T ₇	$0,04 \pm 0,005$	$0,6 \pm 0,05$	C ₉	$24 \pm 0,5$
T ₈	23 ± 1	23 ± 1	C ₁₀	$14 \pm 0,5$

25. Типы и модели датчиков давления системы ГСП

Наименование прибора	С пневматическим сигналом		С электрическим сигналом		Пределы измерения, кПа
	тип	модель	тип	модель	
Сильфонный напормер	НС-П1 НС-П2 НС-П3	9174 9175 9176	НС-Э1 НС-Э2 НС-Э3	9574 9575 9576	0—2,5 0—10 0—40
Сильфонный тягомер	ТС-П1 ТС-П2 ТС-П3	9171 9172 9173	ТС-Э1 ТС-Э2 ТС-Э3	9571 9572 9573	(—2,5)—0 (—10)—0 (—40)—0
Сильфонный манометр	МС-П1 МС-П2	9121 9124	МС-Э1 МС-Э2	9521 9524	0—4 0—25

Сифонный тягонапором- мер	ТНС-П1	9174	ТНС-Э1	9574	(-1,25) —
	ТНС-П2	9175	ТНС-Э2	9575	0 — (+1,25)
	ТНС-П3	9176	ТНС-Э3	9576	(-5) — 0 — (+5)
Пружинный манометр	МП-П2	9112	МП-Э2	9512	(-20) — 0 — (+20)
	МП-П3	9113	МП-Э3	9513	0 — 1
	МП-П4	9114	МП-Э4	9514	0 — 4 0 — 10

26. Марки эпоксидных компаундов

Марка	Способ защиты
ЭПК-1	Пропитка
ЭЗК-6	Заливка
ЭЗК-7	Заливка, обволакивание
ЭЗК-9	Заливка, после пропитки
ЭЗК-10	Заливка, обволакивание, опрессовка

27. Необходимая толщина заливки
компаундом

Объем изделия, см ³	Толщина, мм	
	стенок	крышки
5—10	2—3	3—4
10—100	5—8	6—10
100—200	6—10	12—15
> 200	10—20% от объема	

28. Твердые припой

Марка	Компоненты, %					$\theta_{пл}$, °C	Материал пайки
	Cu	Zn	Ag	Si	Al		
ПМЦ-36	34—38	66—62	—	—	—	800—850	Латунь с Cu < 68%
ПМЦ-48	46—50	54—50	—	—	—	840—880	Латунь с Cu > 68%
ПСР-45	30	25	45	—	—	700—750	Латунь с Cu > 68% (для высокой чистоты пайки)
ПСР-72	28	72	—	—	—	750—800	Электропроводники
АЛ-2	—	—	—	10—13	90—87	560—590	Al

29. Мягкие припой

Марка	Компоненты, %						$\theta_{пл}$, °C	Материал пайки
	Sn	Pb	Bi	Cd	Sb	Zn		
ПОС-18	18	80	0,1	—	1,9	—	270—310	Fe, Cu, Al
ПОС-40	40	58	0,1	—	1,9	—	230—270	ПСУ и СА, РЭА
ПОС-90	90	9,8	0,1	—	0,1	—	200—240	Посуда пищевая и хозяйственная
АВИА-1	55	—	—	20	—	25	200—240	Al
АВИА-2	80—90	—	—	—	—	10—20	230—250	Al (ультразвуковым паяльником)
Третник	62	38	—	—	—	—	160—180	Легкоплавкие металлы и сплавы
ПОСК-50	50	32	—	18	—	—	140—160	То же
ПОСВ-33	33,4	33,3	33,3	—	—	—	110—130	То же
ПОСК-13	13	27	50	10	—	—	60—80	»

Предостерегающие

Запрещающие



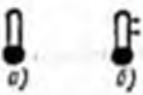
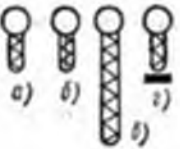
Разрешающие

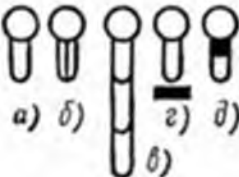
Напоминательные



ЗАЗЕМЛЕНО

31. Условные обозначения приборов и элементов автоматики

Изображение	Наименование
	Прибор измерительный
	Прибор регулирующий (сигнализирующий)
	Прибор измерительный и регулирующий (сигнализирующий) в одном корпусе
	Электрическая передача
	Пневматическая передача
	Механическая передача
	Термометр расширения стеклянный (а), то же, электроконтактный (б)
	Термометр сопротивления одинарный (а), двойной (б), многозонный (в), поверхностный (г)

Изображение	Наименование
 а) б) в) г) д)	Термопара: одинарная (а), двойная (б), многозонная (в), поверхностная (г), скоростная (д)
	Термобаллон манометрического термометра
	Термометр дилатометрический или биметаллический
	Расходомер постоянного перепада
	Сужающее устройство для измерения расхода по перепаду давления (острие против потока)
	Приемное устройство радиоактивное (расходомера, уровнемера и др.)
	Приемное устройство ультракоротковолновое уровнемера и др.)
	Приемное устройство емкостное (уровнемера, толщиномера и др.)
	Приемное устройство динамометрическое (тензометрическое, пьезометрическое и др.)

Изображение	Наименование
	Приемное устройство влагомера
	Клапан регулирующий проходной
	Клапан регулирующий трехходовой
	Вентиль запорный прямой (клапан запорный)
	Задвижка
	Клапан питательный (обратный клапан)
	Клапан редукционный
	Заслонка регулирующая
	Исполнительный механизм электромагнитный (соленоидный)
	Исполнительный механизм мембранный

32. Обозначение измеряемых и регулируемых параметров

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Уровень	H	Перемещение	S
Температура	t	Вязкость	μ
Давление (вакуум)	P	Плотность	ρ
Расход (количество)	G	Концентрация	C
Перепад давлений	ΔP	Влажность	m
		Разность (приращение параметра)	Δ

33. Условное обозначение функциональных свойств приборов (регуляторов)

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Показывающий	П	Задающий	Зд
Регистрирующий	C	Регулирующий соотношение	Со
Преобразующий	Пр	Статический (пропорциональный)	C
Суммирующий	Cм		
Интегрирующий	И	Изодромный	Из
Усиливающий	Ус	Позиционный	Пз
Дифференцирующий	Дф		

34. Характеристики дифференциальных трансформаторов датчиков перепада давления и расхода типа ДМ

Тип датчика	Рабочий ход сердечника, мм	Первичная обмотка		Вторичная обмотка		Сопротивление делителя, Ом	
		Число витков	Сопротивление, Ом	Число витков	Сопротивление, Ом	переменное, r	постоянное, R
1	$1,6 \pm 0,4$	1250×2	70 ± 7	2000×2	600 ± 60	2200	1600
2	$2,5 \pm 0,6$	1250×2	70 ± 7	1250×2	220 ± 22	1000	360
3	4 ± 1	1250×2	70 ± 7	800×2	220 ± 22	1000	360

35. Основные характеристики измерительных механизмов тепловых (пирометрических) логометров и мналивольтметров

Тип прибора	Тип подпятника	Тип керна	Материал магнита	Индукция в воздушном зазоре, T
Ш 4500 Ш 4501 МР-64	ПАК 1,5×0,20	Б 0,5×0,05	ЮНДК-24	0,26

Тип прибора	Тип подпаяника	Тип зерна	Материал магнита	Индукция в воздушном зазоре, Г
ММ-0,6 Ш 69003	ПАК 1,5×0,20	Б 0,5×5×0,05	ЮНДК-24	0,36
Ш 69000 Ш 69006 ЛР-64-02	ПАК 1,5×0,20	Б 0,5×5×0,05	ЮНДК-24	0,4
Ш 69001 Ш 69002	ПАК 1,5×0,20	Б 0,5×5×0,05	ЮНДК-24	0,2

36. Карта напряжений для ремонта тепловых приборов типа ЛР-64, МР-64, Ш 69000

Элемент	Номера зажимов	Напряжение, В	Элемент	Номера зажимов	Напряжение, В
Тр1	1—2	$\sim 220^{+32}_{-35}$	У1	6—9	$-1,1 \pm 0,3$
	3—4	$\sim 10 \pm 0,5$		9—38	$-5,8 \pm 0,4$
	3—5	$\sim 15 \pm 0,75$		30—44	$-12,2 \pm 0,5$
	3—6	$\sim 20 \pm 1$		30—9	$-12,2 \pm 0,5$
В	3—21	$\sim 10 \pm 0,5$	Г1	23—15	$-7,5 \pm 0,5$
	3—19	$\sim 15 \pm 0,7$		19—7	$-1,1 \pm 0,3$
	3—6	$\sim 20 \pm 1$	МИ	Р16, Р17, Р20, Р	$-4 \pm 0,3$
	13—11	$-7,5 \pm 0,5$			
	22—7	$-5,8 \pm 0,4$			
	22—9	$-12,2 \pm 0,2$			

37. Типы основных элементов, применяемых в автоматических регистрирующих приборах

Тип прибора	Тип усилителя	Тип асинхронного электродвигателя	Тип синхронного электродвигателя	ИПС
КСМ-2 КСП-2 КСУ-2	УПД1-03	РД-09П2	ДСМ-2-П-220	ИПС-3
КСП3 КСУ3	УПД2-02	Д32П1	ДСД-2-П-220	ИПС-3
КСД3	УПД3-01	Д32	ДСД-2-П-220	—
КСУ4 КСП4	УЭД1-03	РД-09А	СД-54	ИПС-4
КСМ4	УЭД2-03	РД-09	СД-54	—

38. Карта напряжений электронного усилителя
УПД1-2

Точки замера	Напряжение, В
Эмиттер Т1	0,1—0,15
Коллектор Т1	0,2—0,25
База Т1	0,2—0,25
Коллектор Т2	5—5,6
Коллектор Т3	6,6—6,9
Конденсатор С3	1,6—1,8
Коллектор Т4	12,0—12,5
Коллектор Т5	23,0—28,0
Коллектор Т7	11,0—13,0
Диод Д1	8—9,5
Конденсатор С9	41,0—44,0

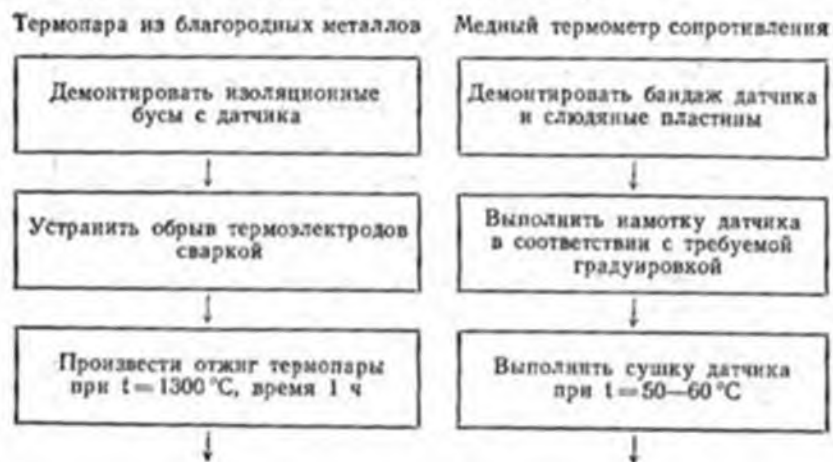
39. Алгоритм ремонтных операций по намотке рамок электронизмерительных приборов



40. Алгоритм сборки измерительного механизма электроизмерительного прибора

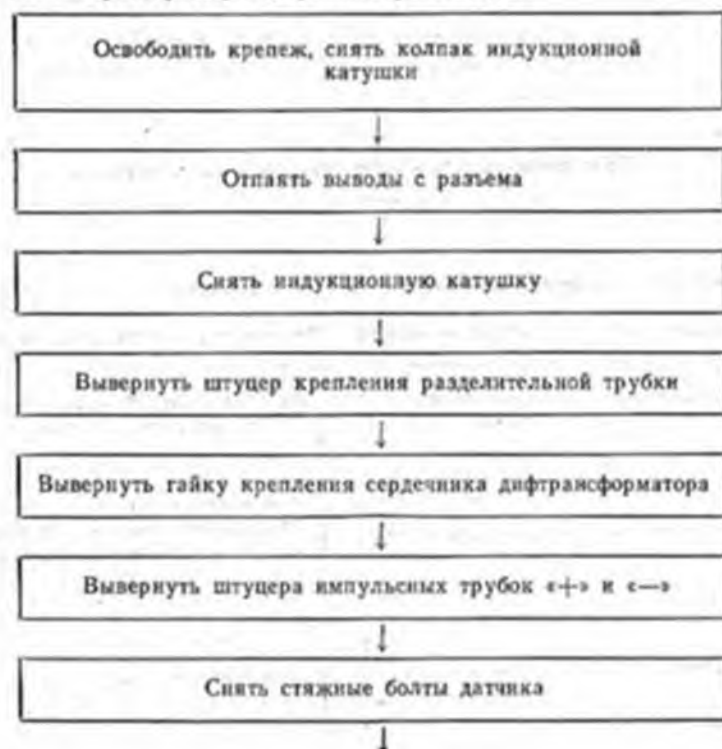


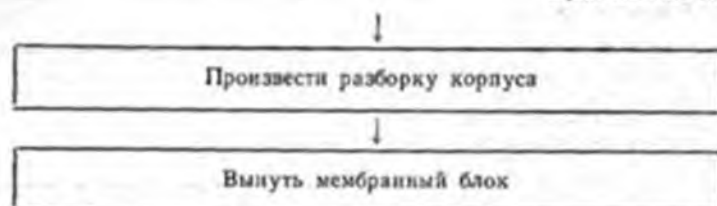
41. Алгоритмы операций ремонта датчиков температуры



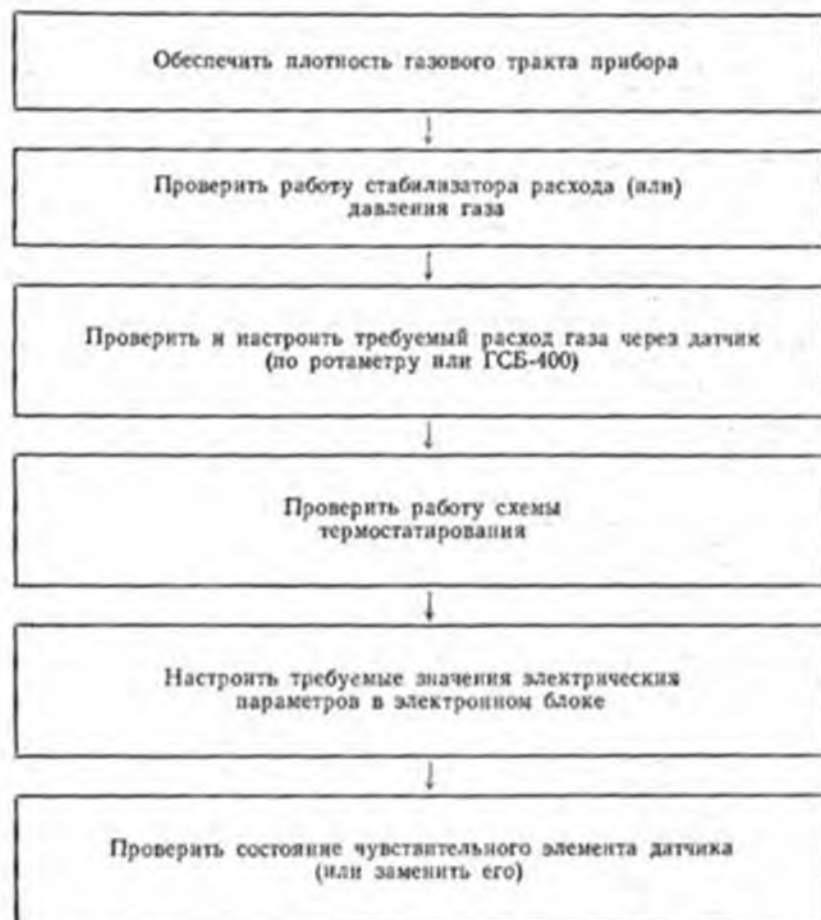


42. Алгоритм разборки дифманометра типа ДМ





43. Алгоритм проверки основных типов газоанализаторов на работоспособность



44. Ответы к задачам

Задача № 1. 1. Прибор H_1 , последовательно включенный в схему, является амперметром; прибор H_2 , включенный параллельно сопротивлению R_1 , является вольтметром.

2. Приборы измеряют переменный ток.

3. Амперметр должен иметь малое сопротивление (до нескольких Ом), вольтметр — большое сопротивление (до десятков кОм).

Задача № 2. Курбель тысяч ($\times 1000$) устанавливают в положение 8, курбель сотен ($\times 100$) — в положение 6, курбель десятков ($\times 10$) — в положение 4, курбель единиц ($\times 1$) — в положение 5 и курбель десятых долей ($\times 0,1$) — в положение 3. Ошибки учащиеся допускают при подключении набранного сопротивления в требуемую схему (магазин сопротивления имеет для этого четыре вывода). Первый проводник должен обязательно подключаться к 0 выводу, а второй — в соответствии с номиналом набранного сопротивления. В нашем случае — к выводу 99999,9 (так как выходы 9,9 и 0,9 меньше по значению с набранным сопротивлением 8645,3).

2. Данное задание имеет существенную особенность, так как диод обладает прямой и обратной проводимостью. Это означает, что при его прозвонивании на целостность (исправность) может быть допущена ошибка. Диод в обратном направлении имеет большое сопротивление (до сотен кОм) и если в этом положении произвести его прозвонивание, то из-за большого сопротивления цепи лампочка не загорится, сигнализируя ложный обрыв цепи диода (на самом деле диод исправен). Поэтому для исключения ложных информации диод обязательно прозванивается в двух направлениях — прямом и обратном.

Задача № 3. Решать задачу рекомендуется в такой последовательности:

область измерения температуры определяется типом датчика;

так как датчик имеет градуировку 50 М, то в соответствии с табл. 5 определяют область температур (0—200 °C);

по табл. 5 определяют значение сопротивления датчика при заданной температуре 150 °C, оно равно 82,05 Ом;

можно высчитать значение сопротивления датчика при температуре 150 °C и по формуле (см. § 3):

$R_t = R_0(1 + \alpha t)$; $R_0 = 50$ Ом (см. табл. 5); $R_t = 50(1 + 4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 150) \approx 82,05$ Ом.

Задача № 4. Датчиком температуры является термоэлектрический преобразователь температуры (термопара T_m); при изменении температуры объекта термопара изменяет свою термо-э. д. с. на входе измерительной схемы (четырехплечевое мостика);

образуемый при этом разбаланс напряжения (мВ) поступает на вход электронного усилителя (ЭУ) автоматического регистрирующего прибора (потенциометра); затем усиливается до величины, достаточной для вращения ротора реверсивного (вращающегося по и против часовой стрелке) электродвигателя (РД);

электродвигатель перемещает движок реохорда в мостовой схеме и измерительную стрелку прибора, дающую отсчет показаний измеренной температуры. Структурная схема решения дана на рис. 230.

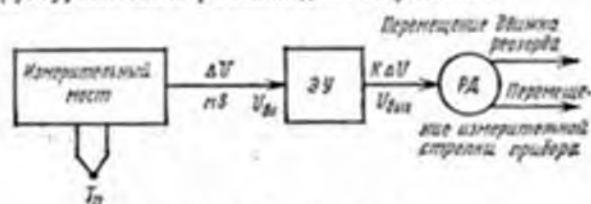


Рис. 230. Структурная схема

Задача № 5. 1. Для измерения незначительных давлений используют профильный напорометр типа НМП-52, шкала которого выбирается от 250 до 2500 мм вод. ст. (соответственно 2500—25 000 Па).

2. Из соотношения единиц давления (см. табл. 9) можно записать пропорцию 1000 мм вод. ст. — 0,1 кгс/см²

$$800 \text{ мм вод. ст.} - x \text{ кгс/см}^2$$

$$\text{Находим } x = (800 \times 0,1) / 1000 = 0,08 \text{ кгс/см}^2.$$

Задача № 6. 1. Средства измерения выбирают так, чтобы контролируемый параметр находился во второй трети шкалы прибора. Поэтому, чтобы соблюсти данное условие, шкала манометра должна иметь предел измерения 0—10 кгс/см².

2. Класс точности манометра надо выбирать из существующего ряда с учетом требований задачи. Из ряда 1; 1,5; 2,5 выбираем требуемый 1,5. Это означает, что класс точности манометра составляет 1,5 %.

Задача № 7. Определим значение гидростатического давления:

$$P_H = \gamma H = 1000 \cdot 10 = 10\,000 \text{ кгс/м}^2 = 1,0 \text{ кгс/см}^2 \text{ (98 кПа)}.$$

Тогда действительное давление пара: $P_a = P_M - P_H = 8 - 1 = 7 \text{ кгс/см}^2$ (686 кПа).

Задача № 8. 1. Определим предельную высоту установки манометра: $H_{\max} = P_{a, \text{жиз}} / \gamma = (0,5 \cdot 10^4) / 800 = 6,25 \text{ м}.$

Примем практическую высоту $H < H_{\max} = 5 \text{ м}.$

2. Определим при высоте 5 м гидростатическое давление: $P_H = \gamma H = 800 \cdot 5 = 4000 \text{ кгс/м}^2 = 0,4 \text{ кгс/см}^2$ (39,2 кПа).

3. Определим показания прибора: $P_M = P_{a, \text{жиз}} - P_H = 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ кгс/см}^2$ (9,8 кПа).

Следовательно, при определении действительного значения измеряемого давления к показаниям манометра требуется добавлять гидростатическое давление $P_H = 0,4 \text{ кгс/см}^2$ (39,2 кПа).

Задача № 9. Удельный вес стали выше удельного веса эбонита (приблизительно в шесть раз). Поэтому увеличение массы поплавка приведет к увеличению подъемной силы со стороны потока газа или жидкости. Следовательно, при большей массе поплавка можно измерять большие расходы. Однако необходимо помнить, что при замене материала поплавка надо к паспортным данным расходомера вносить поправку на плотность (удельный вес) материала.

Задача № 10. Измеряемый перепад (расход) возникает от разности давлений на плюсовом и минусовом отборе давлений на диафрагме (см. рис. 102). Если расход уменьшился, следовательно, изменился и перепад. По модулю перепад может уменьшиться только при утечке на плюсовом (избыточном) отборе. Отыскав место утечки, уплотнив соединение, добиваются правильности показаний расходомера.

Утечка на минусовом отборе приводит к завышенным показаниям прибора. Пути устранения неисправности аналогичны при утечке на плюсовом отборе.

Задача № 11. Предлагаем два варианта корректировки показаний уровнемера.

1. Корректировка показаний в начале шкалы. Надо незначительно сместить Т-образный рычаг 2 плавным перемещением пружины корректора «нуля».

2. Смещение показаний в рабочей части шкалы. Грубая подстройка осуществляется грузом-противовесом 9, плавная — незначительным перемещением подвижной опоры 3.

Задача № 12. Если изменяется контролируемый уровень жидкости, то при исправном емкостном датчике должна меняться и его электрическая емкость — на таком принципе работают приборы данной группы, т. е. емкость пропорциональна глубине погружения датчика в контролируемую среду (см. формулу в § 3). Если этого не наблюдается, следовательно, датчик вышел из строя: нарушилось его фторопластовое покрытие, образовались трещины, перекрыты рабочие поверхности емкости и т. д.

Задача № 13. Известно, что окружающий нас воздух содержит кислород (21 %), азот (78 %) и другие компоненты в незначительных коли-

чествах. Поэтому, пропустив через газовый тракт прибора атмосферный воздух, можно проверить его работоспособность. В этом случае прибор должен зарегистрировать по шкале 21 % кислорода.

Кислороду для проявления своих магнитных свойств необходимо под плечевым элементом (см. рис. 134) иметь сильное магнитное поле постоянного магнита, так как именно на взаимодействии этих двух магнитных полей основан принцип действия прибора. Если убрать под плечевым элементом магнитную систему, то прибор окажется неработоспособным.

Задача № 14. 1. Зная условия равновесия мостовых схем (см. § 4 гл. III), нетрудно предположить отсутствие чувствительности мостовой схемы при обрыве плечевого элемента $R1$ или $R2$. Поэтому газоанализатор будет неработоспособен и не сможет зафиксировать при утечках газа взрывоопасную его концентрацию.

2. При меньшем потоке газа на чувствительные элементы $R1$ и $R2$ (на его платиновую нить-катализатор) при загазованности поступает меньшее количество исследуемого газа. Поэтому и тепловая реакция «сгорания» горючего газа на платине будет меньше, и следовательно, прибор будет «занижать» показания от истинного значения загазованности взрывоопасным газом.

Задача № 15. Если Вы усвоили материал § 4, 5 и схемы (см. рис. 160 и 171), то можно дать следующий ответ: предел пропорциональности в регуляторе позволяет формировать «выходной сигнал» на исполнительный механизм («прибавить», «убавить») пропорционально сигналу разбаланса, т. е. разности между текущим значением регулируемого параметра и его заданным значением (с помощью задатчика). Если пропорциональность на регуляторе выставлена минимальной (10 %), то и «выходной сигнал», поступающий на регулирующий клапан (исполнительный механизм), будет минимальным. В этом случае регулирующий клапан будет отработывать с малой степенью открытия. При максимальном значении пропорциональности (до 250 %) регулятор будет посылать на регулирующий клапан «выходной сигнал» максимального значения, поэтому сам клапан будет отработывать на открытие или закрытие с максимальным значением.

Можно сделать следующий вывод: малому пределу выставленного нами значения пропорциональности соответствует более плавное регулирование объекта и, наоборот, при максимальном значении пропорциональности регулирование параметра объекта будет более резким, граничащим с перерегулированием (по аналогии можно сравнить с плавным или резким открытием водопроводного крана).

Задача № 16. Если в мостовых измерительных схемах в плечах образуется обрыв, то такая мостовая схема находится в разбалансе. Это справедливо и в нашем случае при обрыве датчика или задатчика. Поэтому регулятор оказывается неработоспособным и не реагирует на входной сигнал, формируя в зависимости от обрыва постоянный сигнал «Больше» или «Меньше». В практике ремонтных работ для временной проверки работоспособности регулятора неисправный датчик или задатчик заменяют переменным резистором требуемого номинала и производят проверку регулятора. Затем неисправный элемент подлежит замене — заменяется датчик или задатчик.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	4
Глава I. Весовые устройства и дозаторы	6
§ 1. Классификация, назначение весов и дозаторов	6
§ 2. Классификация гирь	8
§ 3. Устройство платформенных весов	9
§ 4. Устройство автомобильных и элеваторных весов	12
§ 5. Автоматические весы и дозаторы	14
Глава II. Оптико-механические приборы	17
§ 1. Классификация и основные свойства приборов	17
§ 2. Бинокли, зрительные трубы и дальномеры	19
§ 3. Фотоаппараты и проекционные приборы	22
§ 4. Микроскопы и электронно-оптические приборы	29
Глава III. Электроизмерительные приборы	34
§ 1. Понятие о погрешностях и классах точности	34
§ 2. Классификация приборов	36
§ 3. Приборы для измерения тока и напряжения	37
§ 4. Приборы для измерения сопротивления и емкости	42
§ 5. Комбинированные приборы	44
§ 6. Цифровые измерительные приборы	45
Глава IV. Приборы для измерения температуры	51
§ 1. Температура. Единицы измерения температуры	51
§ 2. Термометры расширения. Манометрические термометры	52
§ 3. Назначение, устройство термоэлектрических термометров и термометров сопротивления	55
§ 4. Вторичные приборы для измерения температуры	60
§ 5. Пирометры	73
§ 6. Преобразователи температуры	76
§ 7. Вспомогательные элементы	77
§ 8. Технологические сигнализаторы температуры	79
Глава V. Приборы для измерения давления и разрежения	86
§ 1. Понятие о давлении и разрежении	86
§ 2. Жидкостные и мембранные приборы	87
§ 3. Пружинные манометры	90
§ 4. Самопишущие манометры	93
§ 5. Преобразователи давления и разрежения	94
§ 6. Электрические вакуумметры	102
§ 7. Сигнализаторы давления	105
Глава VI. Приборы для измерения расхода	108
§ 1. Единицы измерения расхода. Классификация приборов	108
§ 2. Тахометрические приборы	109
§ 3. Приборы постоянного перепада	112

§ 4. Приборы переменного перепада	113
§ 5. Дифференциальные расходомеры	115
§ 6. Индукционные и ультразвуковые расходомеры	125
§ 7. Новые методы измерения расхода жидкостей и газов	127
§ 8. Вторичные приборы для измерения расхода	128
§ 9. Сигнализаторы потока и протока	134
Глава VII. Приборы для измерения уровня	136
§ 1. Основные понятия	136
§ 2. Поплавковые и буйковые приборы	137
§ 3. Емкостные уровнемеры	142
§ 4. Дифференциальные и пьезометрические приборы	146
§ 5. Радионизотопные приборы	147
Глава VIII. Автоматические анализаторы газов и жидкостей	150
§ 1. Основные понятия	150
§ 2. Единицы измерения концентрации	151
§ 3. Термомагнитные газоанализаторы	151
§ 4. Термокондуктометрические газоанализаторы	155
§ 5. Приборы для определения загазованности производственных помещений	157
§ 6. Деполяризационные и термохимические газоанализаторы	162
§ 7. Оптико-акустические приборы	166
§ 8. Измерители влажности и запыленности	168
§ 9. Концентраторы	173
§ 10. Вспомогательные устройства газоанализаторов	175
Глава IX. Автоматические регуляторы	178
§ 1. Основные понятия и определения	178
§ 2. Типовые звенья системы автоматического регулирования	183
§ 3. Законы регулирования	184
§ 4. Пневматические регуляторы	186
§ 5. Электронные регуляторы	196
§ 6. Электронно-гидравлические регуляторы	199
§ 7. Машины централизованного контроля и регулирования	200
Глава X. Понятия о промышленных роботах и манипуляторах	205
§ 1. Назначение и классификация роботов	205
§ 2. Манипуляционные устройства роботов	206
§ 3. Системы управления роботов	208
Глава XI. Исполнительные механизмы автоматических систем	210
§ 1. Общая характеристика исполнительных механизмов	210
§ 2. Пневматические механизмы	211
§ 3. Электрические исполнительные механизмы	213
§ 4. Электромеханические реле	216
§ 5. Логические элементы	220
Глава XII. Ремонт приборов и элементов автоматики	226
1. Структура участка ремонта КИПиА	226
2. Организация рабочего места слесаря КИПиА	227
3. Ремонт автоматических весов и дозаторов	228
4. Ремонт оптико-механических приборов	231
5. Ремонт электроизмерительных приборов	236
6. Ремонт приборов для измерения температуры	242
7. Ремонт приборов для измерения давления	250
8. Ремонт приборов для измерения уровня	258
9. Ремонт приборов для измерения расхода	261
10. Ремонт анализаторов газов и жидкостей	266
11. Ремонт элементов автоматики	274
12. Ремонт автоматических регуляторов	277
13. Ремонт исполнительных механизмов	283

Глава XIII. Износ, технический контроль и надежность приборов . . .	285
§ 1. Износ и смазывание	285
§ 2. Тепловой режим работы приборов	287
§ 3. Сухое и жидкостное трение	288
§ 4. Герметизация приборов	289
§ 5. Виды износа приборов	290
§ 6. Понятие о надежности	290
§ 7. Виды и причины отказов приборов	292
§ 8. Методы контроля качества приборов	294
Глава XIV. Безопасность труда	296
§ 1. Охрана труда на предприятиях	296
§ 2. Классификация взрывобезопасности помещений и приборов	298
§ 3. Поражающие факторы электрического тока. Классификация электроустановок и помещений	299
§ 4. Подготовка персонала к работе в электроустановках до 1000 В	300
§ 5. Организационные и технические мероприятия при производстве работ в электроустановках	301
§ 6. Техника безопасности при работе с переносным электроинструментом	304
§ 7. Защитные средства. Сроки испытания и правила пользования	305
§ 8. Первая помощь при поражении электрическим током	307
§ 9. Пожарная безопасность на предприятиях	308
Приложения	312

Учебное издание

Жарковский Борис Исаакович

**ПРИБОРЫ
АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
И РЕГУЛИРОВАНИЯ
(УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ)**

Редактор В. А. Ковалев. Младший редактор О. В. Канкова. Художник В. В. Гарбузов.
Художественный редактор Т. М. Скворцова. Технический редактор Т. Д. Гарина.
Корректор Г. Н. Бухачова

ИБ № 7954

Изд. № М-372. Сдано в набор 18.08.88. Подп. в печать 18.01.89. Формат 60х90^{1/16}.
Бум. кн.-журн. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 21,0 усл. печ. л.
21,25 усл. кр.-отт. 22,47 уч.-изд. л. Тираж 75 000 экз. Заказ № 3702. Цена 55 к.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 113054, Москва, Валовая, 28