

Федеральное агентство по образованию РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Красноярский государственный технический университет

Е.А. Бойко

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТЭС

(учебное пособие)

Красноярск 2005

Содержание

1.	Учебная цель	
1.1.	Концепция, основные термины.....	
2.	Содержание учебного пособия	
2.1.	Основные понятия контроля за технологическим процессом	
2.1.1.	Технологические параметры. Технологический режим. Автоматический контроль.....	
2.1.2.	Измерительные преобразования. Промежуточные преобразования.....	
2.1.3.	Унифицированные выходные сигналы преобразователей.....	
2.2.	Приборы для измерения давления	
2.2.1.	Основные понятия при измерении давления.....	
2.2.2.	Деформационные приборы.....	
2.2.3.	Мембранные приборы.....	
2.2.4.	Тензорезисторные приборы	
2.2.5.	Особенности эксплуатации приборов для измерения давления.....	
2.3.	Измерение температуры	
2.3.1.	Измерение температуры. Температурные шкалы	
2.3.2.	Классификация приборов для измерения температуры	
2.3.3.	Термометры расширения	
2.3.4.	Манометрические термометры	
2.3.5.	Термометры сопротивления (термопреобразователи сопротивлений).....	
2.3.6.	Термоэлектрические термометры (термоэлектрические преобразователи).....	
2.4.	Измерение расхода	
2.4.1.	Расходомеры переменного перепада давления	
2.4.2.	Расходомеры постоянного перепада давления (расходомеры обтекания	
2.4.3.	Ультразвуковые расходомеры	
2.4.4.	Массовые расходомеры	
2.5.	Приборы для измерения уровня.....	
2.5.1.	Визуальные уровнемеры.....	
2.5.2.	Поплавковые уровнемеры	
2.5.3.	Гидростатические уровнемеры	
2.5.4.	Пьезометрические уровнемеры	
2.5.5.	Электрические уровнемеры и сигнализаторы уровня	
2.5.6.	Ультразвуковые и акустические уровнемеры	
2.6.	Анализаторы состава свойств веществ	
2.6.1.	Анализаторы на кислород	
2.6.2.	Сигнализаторы взрывоопасных концентраций (СДК)	
2.7.	Автоматическое управление технологическими процессами.....	
2.7.1.	Основные понятия автоматического управления	
2.8.	Системы автоматического регулирования.....	
2.8.1.	Автоматические регуляторы	
2.8.2.	Пропорциональный регулятор (П-регулятор)	
2.8.3.	Интегральный регулятор (И-регулятор)	
2.8.4.	Пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор).....	
2.8.5.	Пропорционально – дифференциальный регулятор (ПД-регулятор)	
2.8.6.	Понятие об устройстве пневматических регуляторов.....	
2.8.7.	Понятие включения режимов управления прибора ПВ 10.1Э.....	
2.8.8.	Понятие о регулирующих органах и исполнительных механизмах	
2.9.	Противоаварийная автоматическая защита	
2.9.1.	Система С и ПАЗ (сигнализация и противоаварийная защита) предназначение, состав, техническое обслуживание, ответственность.....	
2.9.2.	Структурная схема, датчики и преобразователи, блоки реле релейных схем и сигнализации, исполнительные устройства и механизмы СБ и ПАЗ	
2.9.3.	Защита паровых и водогрейных котлов, паровых турбин, насосов, вентиляции	
3.	Резюме.....	
4.	Контрольные вопросы	
5.	Литература.....	

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

1. УЧЕБНАЯ ЦЕЛЬ

Обучить оперативный персонал ТЭС вопросам эксплуатации и содержания контрольно – измерительных приборов, их конструкции. По завершению обучения рабочий обязан выполнять виды работ с системами и приборами КИПиА, которые предусмотрены должностной и производственными инструкциями.

1.1. Концепция, основные термины

Для контроля и автоматизации технологических операций на установках ПСХ применяются средства КИПиА, связи, ПАЗ, АСУ ТП.

КИПиА - контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации.

АСУ ТП – автоматизированная система управления производством.

СБиПАЗ – система сигнализации противоаварийной защиты.

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита, основанная на средствах и элементах КИП и А, вспомогательной техники и управляемых ими исполнительных устройствах.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Прямое измерение – при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных.

Косвенное измерение – измерение, при котором искомое значение величин находят на основании зависимости между этой величиной и величинами подвергаемыми прямым измерениям.

Средство измерений – техническое средство, используемое при измерениях, с использованием современных методов и средств измерений, автоматизированного контрольно-измерительного оборудования, информационно-измерительных систем и комплексов, средств систем СБ и ПАЗ, систем охранно-пожарной сигнализации.

Измерительный прибор – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем (ГОСТ 16263-70). Измерительные приборы подразделяют по виду измеряемых величин.

Автоматическое управление – управление технологическим процессом с использованием средств и элементов контроля и автоматики, вычислительной техники и управляемых ими исполнительных устройств без участия человека.

Предупредительная сигнализация – сигнализация, срабатывающая при достижении предупредительного значения параметра технологического процесса.

Предупредительное значение параметра – значение параметра на границе регламентированных (допустимых) значений параметра технологического процесса.

Предаварийная сигнализация – сигнализация, срабатывающая при достижении предельно допустимого значения параметра технологического процесса.

Предельно допустимые значения параметров – докритического значения потенциально взрывопожароопасной среды, отличающиеся от критического значения параметра и величину, равную сумме ошибки его экспериментального или расчётного определения и погрешности измерения средств контроля, регулирования параметров и ПАЗ в технологическом процессе.

Критические значения параметров – предельные значения одного или нескольких взаимосвязанных параметров (по составу материальных сред, давлению, температуре, скорости движения, времени пребывания в зоне с заданным режимом, соотношению смешиваемых компонентов, разделению смеси и т. д.), при которых возможно возникновение взрыва в технологической системе или разгерметизация технологической аппаратуры и выбросы горючих сред в атмосферу.

Измерительный преобразователь – техническое устройство, построенное на определенном физическом принципе действия, выполняющее одно частное измерительное преобразование.

ГСП – государственная система приборов и средств автоматизации.

Давление – физическая величина, характеризующая интенсивность нормальных распределения сил, с которыми одно тело действует на поверхность другого.

Абсолютное давление – давление, отсчитываемое от абсолютного нуля.

Барометрическое давление – давление, создаваемое атмосферой.

Избыточное давление – это давление сверх барометрического.

Вакуумметрическое давление (разрежение) – это отрицательное избыточное давление, отсчитываемое от барометрического.

Манометры – приборы для измерения избыточного давления.

Вакуумметры – приборы для измерения разрежения.

Расход – это количество вещества, протекающее через данное сечение в единицу времени.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

2.1. Основные понятия контроля за технологическим процессом

2.1.1. Технологические параметры. Технологический режим. Автоматический контроль

Промышленное производство обычно подразделяется на ряд технологических процессов. Технологический процесс – совокупность механических, физико-химических и других процессов целенаправленной переработки сырья и полуфабрикатов.

Каждый технологический процесс характеризуется определенными технологическими параметрами, которые могут изменяться во времени. В химической технологии такими параметрами являются расход материальных и энергетических потоков, химический состав, температура, давление, уровень веществ в технологических аппаратах и др. Совокупность технологических параметров, полностью характеризующих данный технологический процесс, называется технологическим режимом.

Контроль в производственных процессах необходим для управления ими. На самом деле, если мы не знаем, в каком направлении протекает процесс, контроль изменения параметров технологического режима позволяет предвидеть отклонения в ходе процесса, а, следовательно, и отклонения в качестве и количестве получаемых продуктов. Обычно для каждого производственного процесса существует определенная совокупность значений параметров, называемая нормальным технологическим режимом, при котором количество и качество получаемых продуктов из соответствующего количества сырья почти неизменны.

Отклонение параметров от их значений при нормальном технологическом режиме приводят к ухудшению результатов производственного процесса. Чтобы тем или иным способом привести его к нормальному технологическому режиму, необходимо ручное или автоматическое воздействие на органы управления. Соответствие режима процесса нормальному технологическому режиму определяется контролем. Для контроля хода процесса применяют автоматические приборы. При этом сам контроль называется автоматическим. Автоматический контроль производства является составной частью автоматизации производственных процессов.

Для выполнения функций контроля служат системы автоматического контроля, представляющие собой совокупность различных приборов и устройств.

Классификация систем автоматического контроля

Система автоматического контроля состоит из объекта контроля и различных устройств, выполняющих функции измерения. Под объектом контроля понимают агрегат или процесс, в котором измеряют одну или несколько величин.

В большинстве случаев система автоматического контроля одной величины включает четыре элемента: объект, чувствительный элемент, линию связи и измерительное устройство. Чувствительный элемент устанавливается непосредственно в объекте контроля, он воспринимает величину контролируемого (измеряемого) параметра и преобразует ее в соответствующий сигнал, поступающий по линии связи к измерительному устройству.

Системы автоматического контроля подразделяются на местные, дистанционные.

Системы контроля, в которых измерительные устройства расположены вблизи объекта (места установки чувствительного элемента), называются местными.

Приборы с дистанционной передачей используют в измерительных системах, состоящих из следующих основных частей:

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

- вторичного прибора, который воспринимает посредством измерительного устройства выходные сигналы, передаваемые преобразователем, и преобразует их в перемещение указателя относительно шкалы. Вторичные приборы могут быть показывающими, регистрирующими, сигнализирующими и регулирующими;

- линий связи (пневматических, гидравлических или электрических).

По виду показаний измерительные приборы делятся на аналоговые (непрерывные) и цифровые (дискретные).

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

В зависимости от вида используемой энергии дистанционные системы подразделяются на пневматические, электрические и гидравлические.

В пневматических системах используется энергия сжатого воздуха. К первичному прибору подводится воздух под постоянным избыточным давлением 0,14 МПа (1,4 кгс/см²), а на его выходе давление изменяется в зависимости от измеряемого параметра в пределах от 0,02 до 0,1 МПа (от 0,2 до 1,0 кгс/см²).

В электрических системах используется электроэнергия. В первичном приборе результат измерения преобразуется в силу или напряжение постоянного электрического тока, величина которых пропорциональны результату измерения. В электрических системах дистанционной передачи используются также частотные преобразователи, которыми результат измерения преобразуется в пропорциональную частоту переменного тока.

Преобразование измеряемого сигнала в требуемый выходной сигнал в измерительной цепи может осуществляться одним или несколькими элементами – измерительными преобразователями- специальное название – измерительный прибор.

Измерительными приборами являются, например, вольтметр, электросчетчик, рычажные весы, ртутный термометр, автомобильный спидометр, фотоэкспонометр и т.п.

Так как сигнал, предназначенный для наблюдения, является выходным сигналом измерительной цепи, то измерительный прибор всегда бывает последним преобразователем этой цепи.

2.1.2. Измерительные преобразования. Промежуточные преобразования

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

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

Основными приборами ГСП являются преобразователи - бесшкальные приборы, предназначенные для преобразования измеряемой величины в выходной сигнал дистанционной передачи.

Имеются два основных типа преобразователей:

- активный;
- пассивный.

Активный, или автогенерирующий, преобразователь непосредственно преобразует одну форму энергии в другую, не нуждаясь во внешнем источнике энергии или в возбуждении. Пример такого преобразователя - термопара, которая выдает на выходе электрический сигнал, когда один из ее концов нагревается.

Пассивный преобразователь не может непосредственно преобразовывать энергию, но он управляет энергией или возбуждением, которые поступают от другого источника.

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

На рис. 1, а представлена принципиальная схема пневматического преобразователя системы ГСП, который состоит из рычажной системы 1; корректора нуля 2; пружины корректора нуля 3; заслонки 4; индикатора рассогласования 5; пневматического усилителя 6; сильфона обратной связи 7 и измери-

тельного блока 8. Принцип действия пневматических преобразователей (рис. 1а) основан на пневматической силовой компенсации. Измеряемая величина воздействует на чувствительный элемент измерительного блока 8 преобразуется в усилие P , которое через рычажную систему 1 пневмосилового преобразователя уравнивается усилием $P_{o.c}$ сиффона обратной связи. При изменении измеряемой величины и усилия P происходит незначительное перемещение рычажной системы и связанной с ней заслонки 4. Чувствительный индикатор рассогласования 5 типа “сопло-заслонка” преобразует это перемещение в управляющий сигнал давления сжатого воздуха, поступающий на вход пневматического усилителя 6.

Принципиальные схемы преобразователей системы ГСП

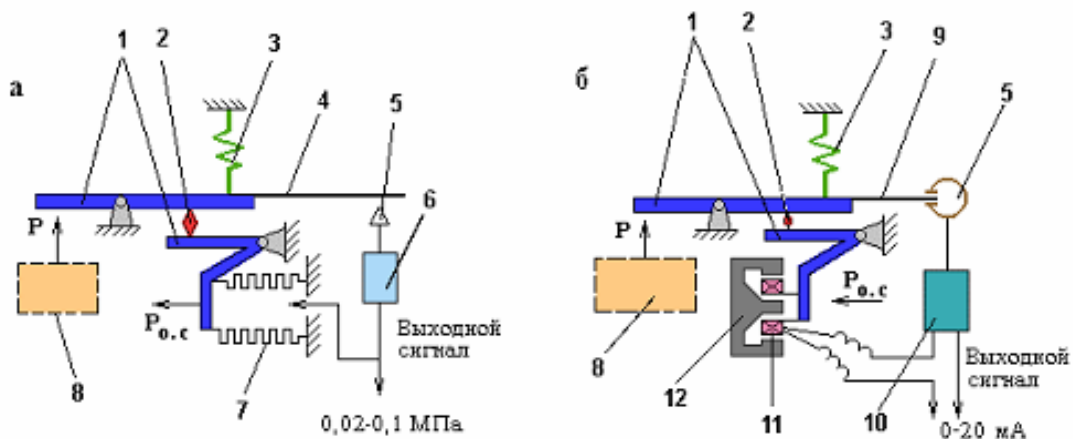


Рис. 1

1 – рычажная система; 2 – корректор нуля; 3 – пружина корректора нуля; 4 – заслонка; 5 – индикатор рассогласования; 6 – пневматический усилитель; 7 – сиффон обратной связи; 8 – измерительный блок; 9 – управляющий флажок; 10 – электронный усилитель; 11 – обмотка рамки; 12 – магнитоэлектрическое устройство

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

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

На рис.1, б представлена принципиальная схема электрического преобразователя системы ГСП, который состоит из рычажной системы 1; корректора нуля 2; пружины корректора нуля 3; индикатора рассогласования 5; измери-

тельного блока 8; управляющего флажка 9; электронного усилителя 10; обмотки рамки 11; магнитоэлектрического устройства 12.

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

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

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

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

2.1.3. Унифицированные выходные сигналы преобразователей

Выходные сигналы промежуточных преобразователей, как правило, бывают электрические или пневматические. Такие сигналы наиболее удобны для дистанционной передачи. Вид и пределы изменения промежуточных сигналов унифицированы Государственной системой приборов (ГСП).

В таблице 1 приведены наиболее часто употребляемые в системе ГСП унифицированные сигналы и пределы их изменения.

Если первичный преобразователь имеет электрический выходной сигнал, то для упрощения измерительной цепи его обычно не преобразуют в унифицированный. Для измерения таких неунифицированных электрических сигналов применяют специальные измерительные приборы. Наиболее часто используют такие неунифицированные сигналы, как электрическое сопротивление терморезистора и э.д.с. термопары, которые служат для измерения температуры.

Характеристики унифицированных сигналов

Ветвь ГСП	Унифицированный сигнал	Пределы измерения
Электрическая аналоговая	Постоянный ток Напряжение постоянного тока Напряжение переменного тока Частота	0 - 5; 4 - 20 мА 0 - 10; 0 - 100 мВ; -1 - 0 - 1; 0 - 2 В; 4 - 8 кГц-
Дискретная	Код	По ГОСТу 13052-74
Пневматическая	Давление сжатого воздуха	$0.2 \cdot 10^5 - 1.0 \cdot 10^5$ Па

Итак, в измерительной цепи обычно применяют три способа связи первичного преобразователя с последним измерительным преобразователем (измерительным прибором, регулятором АСР, УВМ и т.п.):

- 1) прямая механическая связь посредством неэлектрического сигнала – силы или перемещения;
- 2) дистанционная связь посредством электрического неунифицированного сигнала (сопротивление терморезистора, э.д.с. термопары и т.п.);
- 3) дистанционная связь через промежуточный преобразователь посредством унифицированного сигнала.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется технологическим режимом?
2. Назовите основные единицы измерения.
3. Какие элементы включает система автоматического контроля?
4. Назовите прямое измерение.
5. Основные типы преобразователей.
6. Какие электрические сигналы используются в приборах КИПиА?



2.2. Приборы для измерения давления

2.2.1. Основные понятия при измерении давления

Единицы измерения. Под давлением в общем случае понимают предел отношения нормальной составляющей силы к площади, на которую она действует. При равномерном распределении силы давления на всех участках площади одинаково. В этом случае давление определяют по формуле:

$$P = F / S ,$$

где **P** – давление, **F** – сила, **S** – площадь.

В системе Си за единицу давления принят Паскаль (Па) – давление вызываемое силой 1Н, равномерно распределенной по поверхности площадью 1 м² (1 Па= 1Н/м²), а в системе единиц МКГСС (метр, килограмм-сила, секунда) в качестве основной единицы давления приняты 1 кгс/см² или внесистемная

единица – техническая атмосфера $1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 10^4 \text{ кгс/м}^2$. К внесистемным единицам давления, также допускаемым к применению, относятся миллиметр ртутного столба (мм рт.ст.), равный давлению на горизонтальную поверхность столба ртути высотой 1 мм при 0°C и ускорении свободного падения $980,665 \text{ см/с}^2$, миллиметр водного столба (мм вод.ст.), равный давлению на горизонтальную поверхность столба воды высотой 1 мм при $+4^\circ\text{C}$ и ускорении свободного падения $980,665 \text{ см/с}^2$.

Соотношения между единицами давления различных систем приведены в таблице 2.

Таблица 2

Соотношения между единицами давления

Единица	Па	кгс/см ²	мм вод. ст.	мм рт. ст.
1 Па	1	$1,019716 \cdot 10^{-5}$	0,1019745	$0,750061 \cdot 10^{-2}$
1 кгс/см ²	98666,5	1	10000,28	735,559
1 мм вод. ст.	9,80638	$0,999972 \cdot 10^{-4}$	1	0,0735539
1 мм рт. ст.	133,322	$1,35951 \cdot 10^{-3}$	13,5955	1

Виды давления. При измерении давления необходимо различать абсолютное, избыточное и атмосферное давление, а также вакуум.

Абсолютное давление P_a – параметр состояния вещества (жидкостей, газов и паров).

Избыточное давление P_i – разность между абсолютным давлением P_a и атмосферным давлением P_b (т.е. давлением окружающей среды).

$P_i = P_a - P_b$, если абсолютное давление ниже атмосферного то

$P_v = P_b - P_a$, где

P_v – давление (разряжение), измеряемое вакуумметром.

В большинстве случаев первичные преобразователи давления имеют неэлектрический выходной сигнал в виде силы или перемещения и объединены в один блок с измерительным прибором. Если результаты измерения необходимо передать на расстояние, то применяют промежуточное преобразование этого неэлектрического сигнала в унифицированный электрический или пневматический, при этом первичный и промежуточный преобразователи объединяют в один измерительный преобразователь.

Разделение приборов по виду и величине давления

В зависимости от вида и величины измеряемого давления приборы для измерения давления условно делят на:

Манометры – для измерения избыточного давления в широком диапазоне;

Напорометры – для измерения избыточного давления до $0,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$;

Вакуумметры – для измерения глубокого разряжения;

Тягометры – для измерения разряжения до $0,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$;

Тягонапорометры – для измерения избыточного давления до $0,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и разряжения до $0,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$

Дифференциальные манометры (дифманометры) – для измерения разности (перепада) давлений.

2.2.2. Деформационные приборы

В большинстве приборов измеряемое давление преобразуется в деформацию упругих элементов. Поэтому они называются деформационными. Виды упругих элементов: трубчатая пружина, мембрана или сильфон.

Приборы с трубчатой пружиной. Наиболее распространенным видом приборов для измерения давления являются пружинные манометры. Ими охватывается диапазон измерения

от 100 Па до 1 000 МПа. Погрешность пружинных манометров составляет от +/- 0,16 до 4 % (в процентах от верхнего предела измерений). Чувствительным элементом в них являются одно- или многовитковые трубчатые пружины овального или эллиптического сечения. Для давлений до 1,5–2 МПа используются пружины из медных сплавов, для более высоких давлений применяется сталь. Чувствительный элемент связан механически с измерительным устройством и вместе с ним находится в общем корпусе.

Манометр с одновитковой трубчатой пружиной (рис. 2) состоит из упругого чувствительного элемента и измерительного механизма.

Общий вид (а) и кинематическая схема (б) пружинного манометра

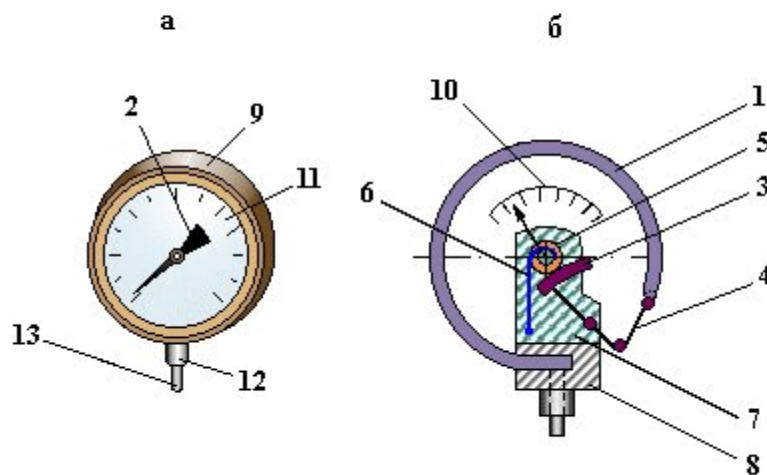


Рис. 2

1 – одновитковая трубчатая пружина; 2 – стрелка; 3 – зубчатый сектор; 4 – тяга; 5 – трубка; 6 – спиральная пружина; 7 – плата; 8 – основание прибора; 9 – корпус прибора; 10, 11 – шкала; 12 – трубка; 13 – ниппель

Чувствительный элемент - одновитковая трубчатая пружина 1 представляет собой полую трубку, согнутую по окружности. Один конец пружины впаян в основание 8 прибора. На этом же основании установлена плата 7 со смонтированным на ней измерительным механизмом со стрелкой 2. Корпус 9 ма-

нометра крепится к основанию, измеряемая среда подводится во внутреннюю полость пружины через ниппель 13.

Под давлением измеряемой среды трубчатая пружина стремится выпрямиться, ее свободный конец отклоняется и через тягу 4 поворачивает трубку 5, а вместе с ней и стрелку 2 на угол, пропорциональный давлению. Спиральная пружина 6 одним концом прикреплена к неподвижной точке основания механизма, а другим – к оси трубки. Натяжение волоска пружины устраняет влияние зазоров в зубчатом сцеплении и шарнирных соединениях механизма.

Хвостовик зубчатого сектора имеет продольную прорезь, в которой с помощью винта крепится конец тяги 4. Перемещением вдоль прорези конца тяги можно регулировать угол поворота показывающей стрелки.

2.2.3. Мембранные приборы

Из мембранных приборов широко используют мембранные дифманометры (ДМ), которые относятся к деформационным дифманометрам. Измеряемый перепад давления воспринимается чувствительным элементом - мембранным блоком, уравнивается упругими силами самого элемента и измеряется по величине деформации этого элемента.

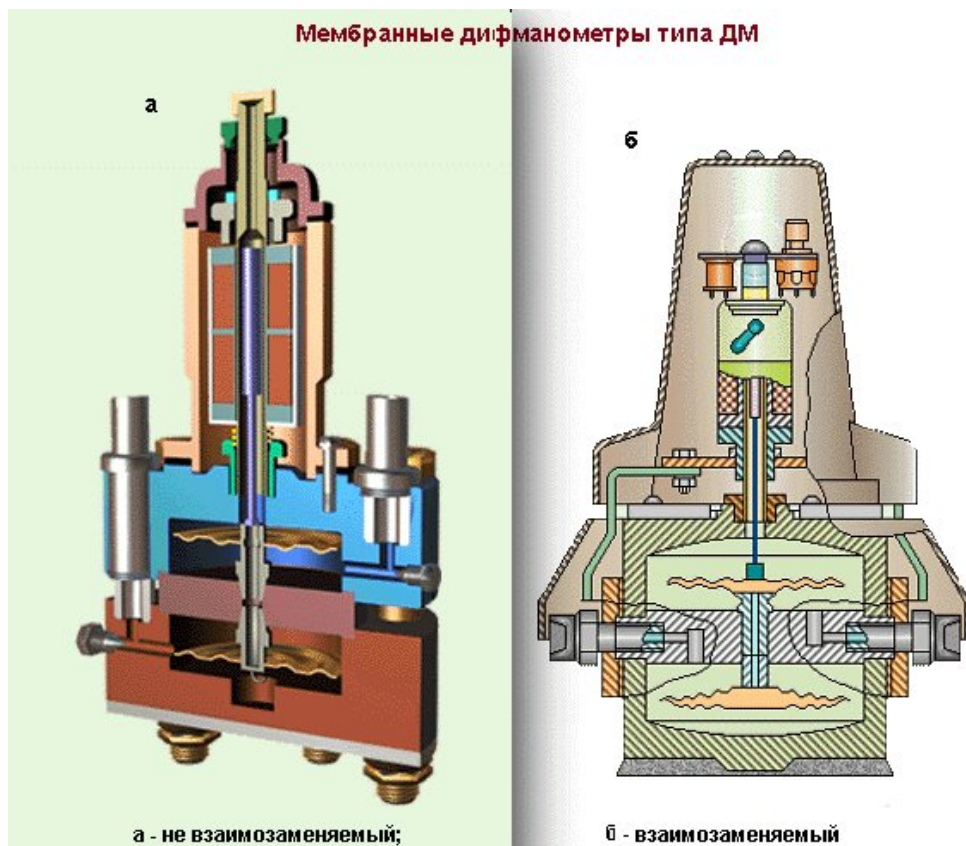


Рис. 3

Для получения полноценной версии необходимо обращаться по адресу...



«Лаборатория информационных технологий в энергетике»,
Кафедра «Тепловые электрические станции»
Красноярского государственного технического университета
e-mail: boiko@krgtu.ru
р.т.: (8-3912) 49-72-99, 49-74-63
660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26
Красноярский государственный технический университет