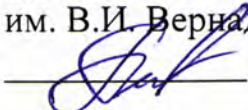


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»
(ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО»)

**Бахчисарайский колледж строительства,
архитектуры и дизайна (филиал)
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»**

Утверждаю
Директор Бахчисарайского
колледжа строительства,
архитектуры и дизайна
(филиал) ФГАОУ ВО «КФУ
им. В.И. Вернадского»
 Г.П. Пехарь

**ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ПМ 01. УЧАСТИЕ
В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ
ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ
РАЗДЕЛ 1. УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ
И ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ
МДК 01.01.ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ
ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ
ТЕМА 1.5. АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА СИСТЕМ
ГАЗОСНАБЖЕНИЯ**

**Методическое пособие
по подготовке к экзамену и выполнению контрольной работы
для обучающихся дневной (заочной) формы обучения
Специальность:**

**08.02.08. «Монтаж и эксплуатация оборудования
и систем газоснабжения»**

г. Бахчисарай
2015 г.

Рассмотрено и согласовано на заседании
методического совета,
протокол № 4 от «18» ноября 2015 г.

Введено в действие
приказом директора
от «20» 11 2015 г. № 222

Разработчик:

Подокшина Д.И. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения: методическое пособие по подготовке к экзамену и выполнению контрольной работы – Бахчисарай: БКСАид (филиал) ФГАОУ КФУ «им.В.И. Вернадского», 2015. – 52с.

Методическое пособие предназначено для обучающихся дневной (заочной) формы обучения по специальности: 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения. В методическом пособии определен объем изучаемого материала, предложены вопросы для самопроверки и задания для выполнения контрольной работы, вопросы к экзамену, теоретический справочный материал по дисциплине.

Утверждено на заседании цикловой комиссии

«23» октябре 2015 г.

Протокол № 2

Председатель ЦК Гур / Куликова

ВВЕДЕНИЕ

Тема 1.5. ПМ 01. МДК 01.01. «Автоматика и телемеханика систем газоснабжения» предназначена для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 08.02.08 «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения» и является базовой в подготовке профессионального специалиста по эксплуатации оборудования и систем газоснабжения.

Тема 1.5. ПМ 01. МДК 01.01. «Автоматика и телемеханика систем газоснабжения» является специальной, имеет практическую направленность и изучается в тесной взаимосвязи с другими специальными дисциплинами: «Газифицированные котельные агрегаты», «Эксплуатация оборудования и систем газоснабжения», «Газовые сети и установки», «Сжиженные углеводородные газы».

При проведении практических работ обучающиеся знакомятся с устройством и принципом действия приборов, применяемых в газовой отрасли.

Цель изучения дисциплины:

Обучение обучающихся основам системы автоматического регулирования в газоснабжении;

Задачи курса:

Изучение основных закономерностей надежной работы системы автоматического регулирования в газоснабжении; развитие навыков самостоятельного решения практических задач.

Компетенции, приобретенные обучающимися в процессе освоения Темы 1.5. ПМ 01. МДК 01.01. «Автоматика и телемеханика систем газоснабжения»:

- представление о роли системы автоматического регулирования в системе газоснабжения;
- представление о назначении телемеханической системы в газоснабжении;
- умение по схемам охарактеризовать принцип действия автоматически действующих устройств в газоснабжении;
- навыки пользования диагностическими приборами.

1. Перечень тем для изучения по всем разделам

№ п/п	Тема	Содержание	Кол-во часов
1.	Тема 1: Цели и задачи дисциплины «Автоматика и телемеханика систем газоснабжения». Основные метрологические понятия.	Погрешности измерений, причины возникновения погрешностей.	2
2.	Тема 2: Служба метрологии, её задачи, методы и способы измерения		2
3.	Тема 3. Способы и методы измерения температуры.	Изучение устройства и принципа действия манометрических термометров.	2

4.	Тема 4: Измерение давления и разрежения.	Изучение устройства и принципа действия пружинных манометров.	2
5.	Тема 5: Измерение расхода газа.	Изучение устройства и принципа действия ротационного газового счетчика.	2
6.	Тема 6: Измерение уровня жидкости.	Изучение устройства и принципа действия уровнемеров.	2
7.	Тема 7: Контроль состава и качества газа.	Изучение устройства и принципа действия газоанализатора метана портативного ТГС-3М. Изучение устройства и принципа действия газоанализатора ПГА – 5. Изучение устройства и принципа действия индикатора - течеискателя ИТ – М. Изучение устройства и принципа действия сигнализатора взрывоопасных паров и газов «Сигнал – 02».	2
8.	Тема 8: Регуляторы давления прямого действия. Регуляторы давления непрямого действия.	Изучение устройства и принципа действия регуляторов давления прямого действия. Изучение устройства и принципа действия регуляторов давления непрямого действия.	2
9.	Тема 9: Автоматизация бытовых газовых установок. Автоматика котельных установок.	Изучение устройства и принципа действия автоматики проточных водонагревателей и кипятильников. Изучение устройства и принципа действия течеискателя до взрывных концентраций горючих газов ТИГ-2.	2

10.	Тема 10: Методы и способы передачи и приема информации для управления, контроля на расстоянии за объектами.	Условные обозначения в функциональных схемах.	2
11.	Тема 11: Диспетчерское управление и сбор информационных данных	Действия диспетчерских служб	2
ИТОГО:			22

2. Содержание дисциплины

Основные вопросы разделов и тем разделов.

Тема 1: Цели и задачи дисциплины «Автоматика и телемеханика систем газоснабжения».

Основные метрологические понятия

Задачи метрологии. Структурные элементы метрологии.

Объекты метрологии: величины физические и нефизические. Характеристика величин: размер и размерность. Значения измеряемых величин: истинные, действительные, фактические.

Организация метрологического надзора за измерениями, состоянием средств измерения. Порядок проведения поверки приборов.

Субъекты метрологии: Госстандарт России, государственные научные метрологические центры и службы, международные метрологические организации (МБМВ, МОЗ и др.).

Тема 2: Служба метрологии, её задачи, методы и способы измерения. Средства и методы измерений.

Виды измерений, средства измерений: определение, классификация, назначение.

Методы измерений, их классификация, краткая характеристика. Преимущества и недостатки разных методов. Выбор методов измерений.

Шкалы измерений, их определения. Факторы, влияющие на результат измерений. Погрешность измерений, их классификация.

Самоконтроль: .

1. Что изучает метрология?
2. Что такое измерение?
3. Что такое физическая величина?
4. Что такое погрешность измерения?
5. Как можно охарактеризовать точность измерения?
6. Что такое эталон единицы величины?
7. Чем характеризуется единство измерений согласно Закону РФ «Об обеспечении единства измерений»?
8. В чем заключается поверка средств измерений?
9. Что такое истинное значение физической величины?
10. Что такое действительное значение физической величины?

11. Что понимается под термином «косвенные измерения»?
12. Чем характеризуются прямые измерения?
13. Как можно охарактеризовать средство измерений?
14. Как можно охарактеризовать измерительный прибор?
15. Как можно охарактеризовать класс точности измерительных приборов?
16. Какие учреждения входят в состав Государственной Метрологической Службы (ГМС)?
17. В чем заключается суть государственного метрологического контроля за средствами измерений?
18. В чем заключается калибровка средств измерения?
19. В чем различие величин физических и нефизических?
20. Какие факторы влияют на результаты измерений?

Тема 3: Измерение температуры.

Классификация средств измерения температуры. Температурные шкалы. Методы измерения температуры. Термометры расширения: жидкостные стеклянные, dilatометрические, биметаллические. Принцип их работы, правила монтажа. Манометрические термометры. Конструкция, принцип действия, область применения, правила установки, типы манометрических термометров, выпускаемых промышленностью. Термопреобразователи сопротивления, область применения. Конструкции и принцип работы термометров сопротивления.

Термопреобразователи электрические. Сущность явления термоэлектронной эмиссии. Виды и конструкции термопар. Вторичные приборы электрических термопреобразователей – милливольтметры, потенциометры типа КСУ. Конструкция, принцип работы.

Особенности бесконтактного метода измерения температуры, радиационные и оптические пирометры. Методика проведения поверок измерительных приборов.

Тема 4: Измерение давления и разрежения.

Понятие о давлении и разрежении. Виды давления. Единицы измерения давления и разрежения. Методы измерения давления. Жидкостные манометры, тягонапорометры, мановакуумметры, грузопоршневые манометры. Манометры пружинные типов ОБМ, МТП, МТ, самопишущие МТС. Электроконтактные приборы, конструкция, область применения. Манометры мембранные. Манометры с дистанционной передачей показаний. Правила выбора, установки манометров и их поверки.

Тема 5: Измерение расхода газа.

Классификация средств измерения. Понятие расхода и количества газа, единицы измерения. Методы измерения расхода и количества газа. Измерение расхода газа, пара, жидкости методом переменного перепада давления. Основные узлы расходомерной установки, дроссельные устройства и дифференциальные манометры-расходомеры, мембранные ДМ, сильфонные, показывающие, записывающие. Правила подбора диафрагм, особенности монтажа диафрагм.

Скоростные счетчики крыльчатые и турбинные. Объемные газовые счетчики типа РГ, счетчики для коммунально-бытовых предприятий и индивидуальных потребителей.

Тема 6: Измерение уровня жидкости.

Приборы для измерения уровня жидкостей. Визуальные водоуказательные приборы. Поплавковые уровнемеры и сигнализаторы. Гидростатический и пьезометрический методы измерения уровня. Понятие об электронных и радиоактивных уровнемерах. Техника безопасности при работе с приборами.

Тема 7: Контроль состава и качества газа.

Методы определения полноты сгорания топлива. Химический переносной газоанализатор, принцип работы. Электрические газоанализаторы для определения

водорода, метана в газовых смесях. Искатель повреждения внутридомового газопровода. Конструкция, принцип действия.

Интерферометры типа ШИ. Высокочувствительные газоиндикаторы и сигнализаторы. Устройство, принцип действия.

Газоанализаторы-сигнализаторы взрывоопасных концентраций, устройство, принцип действия. Правила работы с приборами по контролю состава и качества газа. Техника безопасности при работе с приборами.

Самоконтроль:

1. Что характеризует температура?
2. Какие существуют шкалы для измерения температур?
3. Какие существуют приборы для измерения температуры?
4. Чем обусловлено применение ртути в термометрах расширения?
5. Каким образом термометры расширения устанавливаются на трубопроводах?
6. Какие виды термометров расширения вы знаете?
8. На какую глубину устанавливается термометр расширения в трубопроводе?
9. Что такое давление? Какие бывают виды давлений?
10. В каких единицах измеряется давление (разрежение)?
11. В чем заключается принцип действия манометрического термометра?
12. Каковы правила установки манометрических термометров?
13. От каких факторов зависит величина гидростатической погрешности в манометрических термометрах?
14. В чем заключается принцип действия термометров сопротивления?
15. В чем заключается принцип действия термопары?
16. В чем заключается принцип действия пирометров при бесконтактном измерении температуры?
17. В чем заключается принцип действия пружинного манометра?
18. В чем заключается принцип действия ротационного счетчика газа?
19. Почему ротационный счетчик газа не имеет динамической погрешности?
20. Что характеризует уровень жидкости?
21. Какие существуют виды уровнемеров?
22. Каково назначение газосигнализатора ТГС-3М?
23. Что в газосигнализаторе ТГС-3М применено в качестве чувствительного элемента, реагирующего на концентрацию метана?
24. Какие виды сигнализации предусмотрены в приборе ТГС-3М?
25. Какие действия необходимо произвести для записи в память газоанализатора инфракрасного ПГА измеренной концентрации газа после завершения цикла измерений?
26. Каким образом осуществляется продувка датчиков прибора ПГА контролируемой смесью?
27. Для каких целей предназначен индикатор-течеискатель ИТ-М?
28. По какому газу производится корректировка чувствительности индикатора-течеискателя ИТ-М?
29. В чем заключается термохимический принцип работы ИТ-М?
30. Может ли индикатор-течеискатель ИТ-М осуществлять непрерывный контроль содержания горючих газов в воздухе рабочей зоны и открытых площадок?

Тема 8: Регуляторы давления прямого действия. Регуляторы давления непрямого действия.

Автоматическое и неавтоматическое регулирование. Регулируемый объект, основные свойства объектов регулирования: емкость, самовыравнивание, время разгона, запаздывание. Классификация регуляторов, основные элементы регуляторов.

Характеристика регуляторов давления прямого действия. Регуляторы давления для паров сжиженного газа РДГ, РДСГ. Конструкция, принцип действия.

Назначение и работа находящихся в эксплуатации регуляторов РД-32М и РД-50М.

Конструкция, пределы настройки, особенности в работе регуляторов типа РДНК-400, РДСК-50, РДГД-20.

Характеристика регуляторов давления непрямого действия. Регуляторы пилотные, особенности их работы.

Конструкция, принцип работы находящихся в эксплуатации регуляторов РДУК-2М, РДБК-1, РДБК-1П.

Модернизация газорегуляторного оборудования с регуляторами РДГ-50, РДГ-80, РДГ-150. Конструкция и работа регуляторов этой серии.

Электрические регуляторы.

Регуляторы серии Р25, РС29. Структурная схема регулятора, принцип работы.

Исполнительные механизмы и регулирующие органы.

Классификация исполнительных механизмов по роду используемой энергии. Электрические исполнительные механизмы типа МЭП, МЭО, МЭК.

Пневматические и гидравлические исполнительные механизмы. Клапаны регулирующие с рычажным приводом. Клапаны регулирующие с электроприводом. Клапаны соленоидные, запорные, отсечные. Предохранительно-запорный клапан типа КПЗ-50.

Конструкции, принцип действия основных исполнительных механизмов и регулирующих органов, правила работы с ними.

Самоконтроль:

1. Каково назначение автоматического регулятора давления газа в системе газоснабжения?
2. Из каких основных узлов состоит регулятор давления газа прямого действия?
3. В чем конструктивное отличие регулятора давления непрямого действия от регулятора давления прямого действия?
4. Каким образом в регуляторах давления РД-30М и РД-50М можно изменить пропускную способность?
5. Какое устройство имеется в регуляторе давления газа РДНК-400 для сброса газа в атмосферу?
6. Каким образом регулятор давления газа РД-32М реагирует на полное отсутствие расхода газа в сети?
7. Каким образом регуляторы давления газа прямого действия настраиваются на рабочее давление?
8. В чем заключается принцип действия регулятора давления РДСК-50?
9. Какие устройства соединены и независимо работают в регуляторе давления газа РДНК-400?
10. Какова роль регулирующих органов и исполнительных механизмов в системе газоснабжения?
11. Что контролируют предохранительно-запорные клапаны ПКН и ПКВ?
12. Каково назначение клапана-отсекателя Ду – 50?
13. Какие автоматически действующие устройства входят в состав ГРП?
14. Каким образом клапаны подразделяются по роду действия?
15. Какова последовательность срабатывания предохранительно-сбросного и предохранительно-запорного клапанов?
15. Какие параметры контролирует предохранительно-запорный и предохранительно-сбросной клапаны?
16. Каким образом происходит эксплуатация газового оборудования в оптимальных режимах?
17. С помощью каких устройств происходит регулирование давления газа?
18. Как можно охарактеризовать «объект регулирования»?

19. Как можно охарактеризовать «емкость объекта»?
20. Как можно охарактеризовать «самовыравнивание объекта»?

Тема 9: Автоматизация бытовых газовых установок. Автоматика котельных установок.

Автоматика емкостных и проточных водонагревателей, кипятильников.

Колонка ВПГ-23 с автоматикой, работа системы. Назначение и принцип действия автоматики плит повышенной комфортности.

Правила техники безопасности при эксплуатации газовых приборов и устройств. Назначение системы автоматики регулирования и безопасности котельных установок. Автоматизация полная, комплексная и частичная. Регулируемые параметры котельных установок.

Схемы автоматики паровых котлов. Порядок составления схем.

Схемы автоматики водогрейных котлов. Пуск и остановка автоматизированного котла. Назначение узлов автоматики и принцип их работы.

Автоматический розжиг газогорелочных устройств и контроль наличия пламени запальника и газогорелочного устройства. Техника безопасности при эксплуатации автоматики котельных установок.

Тема 10: Методы и способы передачи и приема информации для управления, контроля на расстоянии за объектами. Правила выполнения функциональных схем автоматизации.

Функциональные схемы автоматизации. Изображение аппаратов и технологических линий. Условные обозначения регулируемых параметров и изображение приборов в схемах. Основные правила выполнения схем автоматизации. Примеры построения функциональных схем автоматического контроля и регулирования.

Самоконтроль:

1. Какие функции выполняет автоматическое регулирование?
2. По какому параметру оценивается качество работы системы автоматического регулирования?
3. Чем определяется надежность системы автоматического регулирования?
4. В чем заключается принцип автоматики бытовых газовых плит повышенной комфортности?
5. Для каких целей предназначен сигнализатор взрывоопасных газов и паров «Сигнал – 2»?
6. На каком принципе основана работа сигнализатора взрывоопасных газов и паров «Сигнал – 2»?
7. В чем заключается требование техники безопасности при эксплуатации сигнализатора «Сигнал- 2»?
8. Коррекция «нуля» сигнализатора «Сигнал – 2» проводится в присутствии или в отсутствии горючих газов в месте расположения датчика?
9. В чем заключается принцип действия течеискателя ТИГ – 2?
10. Каково время срабатывания течеискателя ТИГ – 2 при обнаружении утечки газа?
11. Каково назначение съемного зонда в течеискателе ТИГ - 2?
12. Как ведет себя течеискатель ТИГ – 2 при обнаружении значительной утечки газа?
13. Если электрическая цепь в приборе неисправна, то как на это реагирует ТИГ – 2?
14. Каким образом проверяется работоспособность течеискателя ТИГ – 2?
15. Какое устройство находится в съемном зонде течеискателя ТИГ – 2?

Тема 11: Диспетчерское управление и сбор информационных данных Система телемеханизации в газовом хозяйстве.

Общие понятия и определения. Требования, предъявляемые к системам телемеханизации в газовом хозяйстве. Назначение систем телемеханики. Устройства

телемеханики, структурные схемы. Элементы систем телемеханики: каналы связи, их назначение.

Диспетчеризация и организация диспетчерской службы газового хозяйства. Автоматизированные системы управления.

Общие понятия об автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП) в системах газоснабжения. Функции и структура автоматизированных систем управления.

Самоконтроль:

1. Как можно охарактеризовать «сигнал» в системе автоматического регулирования?
2. Как можно охарактеризовать «сигнал на входе» в системе автоматического регулирования?
3. Как можно охарактеризовать «сигнал на выходе» в системе автоматического регулирования?
4. Какова роль телемеханики в системе автоматического регулирования в газоснабжении?
5. Каким образом восстанавливается точность переданного сообщения в телемеханической системе?
6. Каковы последствия действия помех на сигнал в телемеханической системе?
7. В чем заключается помехоустойчивость телемеханической системы?
8. Какие параметры в газоснабжении подвергаются телеизмерению?
9. Какие команды возможно передать посредством системы телеуправления регулятору давления в ГРП?
10. Каковы причины возникновения погрешности при передаче сигнала по каналу связи?

3. Перечень практических работ по всем разделам

№ п/п	Тема	Наименование практического занятия	Кол-во часов
1.	Тема 1: Цели и задачи дисциплины «Автоматика и телемеханика систем газоснабжения». Основные метрологические понятия.	-	-
2.	Тема 2: Служба метрологии, её задачи, методы и способы измерения	-	-
3.	Тема 3. Способы и методы измерения температуры.	П.3 № 1 Монтаж термометра, определение температуры. Изучение устройства и принципа действия манометрических термометров.	2
4.	Тема 4: Измерение давления и разрежения.	П.3 № 2 Проверка манометров на грузопоршневом манометре. Изучение устройства и принципа действия пружинных манометров.	2

5.	Тема 5: Измерение расхода газа.	П.3 № 3 Монтаж электроконтактного манометра на трубу и настройка пределов срабатывания. Изучение устройства и принципа действия ротационного газового счетчика.	2
6.	Тема 6: Измерение уровня жидкости.	-	-
7.	Тема 7: Контроль состава и качества газа.	П.3 № 4 Исследование состава газа с помощью газоанализатора. Изучение устройства и принципа действия газоанализатора метана портативного ТГС-3М. Изучение устройства и принципа действия газоанализатора ПГА – 5. Изучение устройства и принципа действия индикатора - течеискателя ИТ – М. Изучение устройства и принципа действия сигнализатора взрывоопасных паров и газов «Сигнал – 02». Изучение устройства и принципа действия течеискателя до взрывных концентраций горючих газов ТИГ-2.	2
8.	Тема 8: Регуляторы давления прямого действия. Регуляторы давления непрямого действия.	П.3 № 5 Исследование регуляторов давления РД-80М и РД- 32М. Изучение устройства и принципа действия регуляторов давления прямого действия. Изучение устройства и принципа действия регуляторов давления непрямого действия.	2
		П.3 № 6 Исследование регулировки давления на ГРП.	2
		П.3 № 7 Расчет и настройка пределов срабатывания ПЗК и ПСК	2
9.	Тема 9: Автоматизация бытовых газовых установок. Автоматика котельных установок.	П.3 № 8 Исследование элементов автоматики бытовых газовых установок. Изучение устройства и принципа действия автоматики проточных водонагревателей и	2

		кипятильников. П.3 № 9 Исследование работы автоматизации котла Изучение устройства и принципа действия автоматики котлов.	2
10.	Тема 10: Методы и способы передачи и приема информации для управления, контроля на расстоянии за объектами.	-	-
11.	Тема 11: Диспетчерское управление и сбор информационных данных	П.3 № 10 Экскурсия на производство. Ознакомление с работой диспетчерских служб	2
ИТОГО:			20

Основная литература

- Жила В. А.** Автоматика и телемеханика систем газоснабжения – М: ИНФРА-М, 2006
- Брюханов О. Н., Плужников А. И.** Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: - М: ИНФРА-М, 2005
- Брюханов О. Н., Кузнецов В. А.** Газифицированные котельные агрегаты: - М: ИНФРА-М, 2007

Дополнительная литература

- Правила технической эксплуатации и требования безопасности труда в газовом хозяйстве Российской Федерации – М: ОБТ, 2001.
- Правила безопасности в газовой хозяйстве. – М: Недра, 2001.
- ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схем.

4. Требования к выполнению контрольной работы

По данной дисциплине выполняется одна контрольная работа. Контрольная работа состоит из 10 вариантов. Каждый вариант контрольной работы содержит три вопроса.

Вариант контрольной работы определяется по последней цифре шифра — номера личного дела студента. При окончании номера на «0» выполняется вариант № 10, при последней цифре «1» — вариант № 1 и т.д.

При выполнении работы следует соблюдать терминологию и обозначения, соответствующие действующим ГОСТ.

На каждой странице оставляются поля шириной 3—4 см для замечаний проверяющего работу. За ответом на последний вопрос приводится список использованной литературы, указывается методическое пособие, по которому выполнена работа, ставится подпись исполнителя и оставляется место для рецензии.

На обложке тетради указывают учебный шифр, наименование дисциплины, курс, отделение, индекс учебной группы; фамилию, имя и отчество исполнителя, точный почтовый адрес.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования: в контрольную работу следует записывать контрольные вопросы. После вопроса должен следовать ответ на него. Содержание ответов должно быть четким и кратким;

В установленные учебным графиком сроки студент направляет выполненную работу для проверки в учебное заведение.

После получения прорецензированной работы студенту необходимо исправить отмеченные ошибки, выполнить все указания преподавателя и повторить недостаточно усвоенный материал. Если контрольная работа не зачтена, то студент выполняет ее повторно.

5. Задания для контрольной работы

1 вариант

1. Охарактеризуйте роль системы автоматического регулирования в газоснабжении. По каким критериям производится выбор регуляторов давления газа в системе автоматического регулирования?
2. От каких факторов зависит величина термо - эдс в термопаре?
3. Охарактеризуйте устройство и принцип действия пружинного манометра.

2 вариант

1. Приведите классификацию приборов для измерения температуры. Каково назначение и устройство оптического пирометра?
2. В чем заключается отличие регуляторов прямого действия от регуляторов непрямого действия?
3. Охарактеризуйте принцип действия релейного управления в системе автоматического регулирования.

3 вариант

1. Охарактеризуйте устройство, принцип действия термометров расширения и манометрических термометров.
2. Каким образом регуляторы давления газа РД-32М и РД-50М настраиваются на рабочее давление? Каким образом в регуляторах давления газа РД-32М и РД-50М можно изменить пропускную способность?
3. Что характеризует уровень и какие типы уровнемеров Вы знаете? Приведите пример устройства и принципа действия одного из них.

4 вариант

1. Охарактеризуйте суть автоматики и телемеханики, виды автоматизации, ее роль в системах газоснабжения.
2. Охарактеризуйте преимущества и недостатки односедельных и двухседельных клапанов. Охарактеризуйте принцип работы дросселирующего органа в регуляторах давления газа.
3. Охарактеризуйте устройство и принцип действия электромагнитного реле.

5 вариант

1. Какое устройство в регуляторе давления газа предохраняет мембрану от разрыва при повышении давления сверх заданного? По каким критериям подбираются регуляторы давления газа?
2. Охарактеризуйте устройство и принцип действия электрического термометра сопротивления.
3. Охарактеризуйте устройство и принцип действия поляризованного реле.

6 вариант

1. Какую роль выполняет исполнительный механизм относительно регулирующего органа?
2. Охарактеризуйте типы клапанов (односедельный, двухседельный) и зависимость между диаметром седла клапана и величиной его хода.
3. Каковы функции автоматического регулятора давления газа? Какие регуляторы давления газа, применяемые в газоснабжении, Вы знаете? Из каких основных узлов состоит регулятор давления газа? По каким критериям подбираются регуляторы давления газа?

7 вариант

1. Охарактеризуйте принцип действия терморпары.
2. Почему мембрану в автоматических регуляторах давления газа называют «чувствительным элементом», какую роль она выполняет?
3. Перечислите регулирующие органы, наиболее часто встречающиеся в системах газоснабжения. В чем заключается их принцип действия? Какое устройство в регуляторе давления газа выполняет роль регулирующего органа?

8 вариант

1. Охарактеризуйте устройство и принцип действия биметаллического термометра.
2. Охарактеризуйте регулятор давления газа, для чего он предназначен и из каких основных узлов состоит? Какова роль регуляторов давления газа в системе газоснабжения?
3. Объясните причины возникновения термо - эдс в терморпаре. Опишите принцип действия одного из автоматически действующих устройств бытовых газовых плит.

9 вариант

1. Каким образом регулятор давления газа РД-32М реагирует на полное отсутствие расхода газа? Охарактеризовать устройство и принцип действия регулятора давления газа РД-32М.
2. Какие автоматически действующие устройства входят в состав ГРП и какова последовательность их расположения?
3. Исходя из каких требований, подбираются регуляторы давления газа?

10 вариант

1. Охарактеризуйте сущность телеизмерения и его роль в системе газоснабжения.
2. Каким образом можно изменить пропускную способность регуляторов давления газа РД-32М и РД-50М и настроить их на рабочее давление? Из каких основных узлов состоит регулятор давления газа?
3. Охарактеризуйте работу биметаллического термодвухходового клапана проточного водонагревателя ВПГ-18.

6. Теоретический материал

1. Система автоматического регулирования

Автомат (от греческого *autómatos* — самодействующий):

Автоматическое устройство – это самостоятельно действующее устройство (или совокупность устройств), выполняющее по заданной программе без непосредственного участия человека процессы получения, преобразования, передачи и использования энергии, материала и информации, которое применяется для повышения

производительности и облегчения труда человека, для освобождения его от работы в труднодоступных или опасных для жизни условиях.

Автоматизация производства – это процесс в развитии производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам.

Принципиальная схема автоматизации определяет полный состав элементов, вспомогательной аппаратуры и связей между ними, она дает детальное представление о принципе работы узлов. Принципиальные схемы служат основанием для разработки схем щитов и пультов автоматизации.

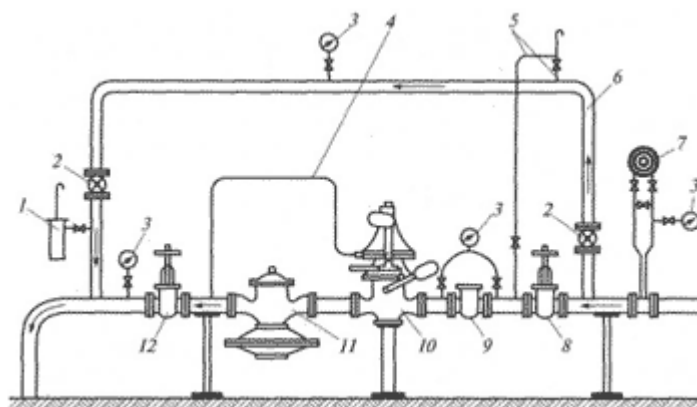


Рис. 1. Принципиальная схема автоматизации газорегуляторного пункта

1-предохранительно-сбросный клапан (сбросное устройство); 2-задвижки на байпасной линии; 3-манометры; 4-импульсная линия ПЗК; 5-продувочный газопровод; 6-байпасная линия; 7-расходомер газа; 8 — задвижка на входе; 9 — фильтр; 10 — предохранительно-запорный клапан (ПЗК); 11-регулятор давления газа; 12-задвижка на выходе.

Частичная автоматизация отдельных производственных операций, осуществляется в тех случаях, когда управление процессами вследствие их сложности или скоротечности практически недоступно человеку и когда простые автоматические устройства эффективно заменяют его.

Полная автоматизация — это высшая ступень автоматизации, которая предусматривает передачу всех функций управления и контроля комплексно-автоматизированным производством автоматическим системам. Она проводится тогда, когда автоматизируемое производство рентабельно, устойчиво, его режимы практически неизменны, а возможные отклонения заранее могут быть учтены, а также в условиях недоступных или опасных для жизни и здоровья человека.

Автоматизация газового хозяйства – это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем.

Автоматизация объектов, использующих газовое топливо, позволяет сократить количество обслуживающего персонала, улучшить работу агрегатов и обеспечить их безопасную эксплуатацию, ведет к экономии топливно-энергетических ресурсов.

Автоматические устройства обеспечивают:

- контроль и измерение;
- сигнализацию;
- управление;
- регулирование.

С помощью **контрольно-измерительных** приборов контролируют **давление газа, наличие факела, полноту сжигания газа.**

Автоматическая сигнализация может быть:

- предупредительная;
- исполнительная;
- аварийная.

Автоматика безопасности отключает подачу газа при недопустимом отклонении давления газа, погасании пламени горелок, нарушении тяги и т.д.

Под автоматическим управлением понимают импульсы, посылаемые датчиками, которые контролируют режим работы.

В настоящее время – **основное направление в автоматизации** – это создание комплексных систем, включающих автоматику безопасности и регулирования.

Датчик – это специальное устройство, которое преобразует контролируемую величину в выходной сигнал, удобный для передачи на расстояние и воздействия на последующие элементы автоматической системы.

Датчик, сенсор (от англ. sensor) — термин систем управления, первичный преобразователь, элемент измерительного, сигнального, регулирующего или управляющего устройства системы, преобразующий контролируемую величину в удобный для использования сигнал.

Совокупность объекта регулирования и управляющих им автоматических регуляторов называется **системой автоматического регулирования (САР).**

Система автоматического регулирования (**САР**) позволяет поддерживать нормальное протекание рабочего процесса в автоматическом режиме, без участия людей, обеспечивает более полную безопасность, а также экономию топливно-энергетических ресурсов.

Надежность САР характеризуется безотказной работой системы.

САР включает в себя следующие элементы:

- датчик;
- усилитель или управляющий орган, воспринимающий сигнал, усиливающий и преобразующий его;
- исполнительный механизм, воспринимающий сигнал и воздействующий на регулирующий орган;
- регулирующий орган, преобразующий сигнал, полученный от исполнительного механизма.

САР – замкнутая цепь, в которой процесс регулирования осуществляется передачей воздействия от одного звена к другому по замкнутому контуру.

Выход из строя одного из звеньев делает САР **неработоспособной.**

Объект регулирования – это объект, в котором протекает автоматически регулируемый технологический процесс.

Параметр, характеризующий условия протекания процесса и поддерживаемый регулятором, называется **регулируемым параметром.**

Емкость объекта – способность объекта аккумулировать среду.

Возмущение – действие нагрузки.

Самовыравнивание – способность объекта регулирования после возмущения приходиться к новому установившемуся значению без вмешательства регулятора.

Время разгона – промежуток времени, необходимый для изменения величины регулируемого параметра в объекте от нуля до заданного его значения.

Запаздывание – отставание во времени отклонения регулируемого параметра при воздействии возмущения.

Сигнал – воздействие одного звена на другое.

Входной сигнал – сигнал, получаемый звеном.

Выходной сигнал – сигнал, передаваемый звеном.

Командный сигнал – сигнал, поступающий от усилителя.

Среда называется **регулируемой**, если на нее влияет положение регулирующего органа.

Объект находится в **равновесном состоянии**, если приток среды равен расходу.

Статический объект – объект с самовыравниванием, т. к. каждому значению нагрузки соответствует установившееся значение выходного параметра.

Астатический объект (без самовыравнивания) – это когда нарушение выходного параметра пропорционально возмущению.

Система стабилизации поддерживает регулируемый параметр с заданной точностью постоянным во времени.

Система программного регулирования изменяет значение регулируемого параметра во времени по заданной программе.

2. Контрольно-измерительные приборы

2.1 Измерение температуры

Термометр - прибор для измерения температуры воздуха, почвы, воды при тепловом контакте между объектом измерений и чувствительным элементом термометра.

Биметаллический термометр - термометр, принцип действия которого основан на использовании зависимости между температурой и разностью коэффициентов расширения двух разнородных материалов, образующих биметалл.

Дилатометрический термометр - термометр, принцип действия которого основан на использовании теплового расширения твердых тел.

Жидкостный термометр - термометр, принцип действия которого основан на использовании свойства теплового расширения жидкости. В зависимости от температурной области жидкостный термометр заполняют ртутью, этиловым спиртом и другими жидкостями.

Манометрический термометр - термометр, принцип действия которого основан на использовании зависимости между температурой и давлением термометрического вещества в замкнутом объеме.

Термометр сопротивления - термометр, принцип действия которого основан на использовании зависимости электрического сопротивления материала чувствительного элемента термометра от температуры.

Обыкновенный жидкостный термометр состоит из небольшого стеклянного резервуара, к которому присоединена стеклянная трубка с узким внутренним каналом.

Резервуар и часть трубки наполнены какой-либо жидкостью (ртутью, спиртом, толуолом).

О температуре среды, в которую погружен термометр, судят по положению верхнего уровня жидкости в трубке.

Деления на шкале жидкостного термометра наносят следующим образом:

- том месте шкалы, где устанавливается уровень столбика жидкости, когда резервуар термометра опущен в тающий снег, ставят цифру 0;

- в том месте шкалы, где устанавливается столбик жидкости, когда резервуар термометра погружен в пар воды, кипящей при нормальном давлении (760 мм рт. ст.), ставят цифру 100;

- промежуток между этими отметками делят на сто равных частей, называемых градусами;

- ниже точки 0°C и выше точки 100°C наносят деления того же размера.

Буква С указывает на имя ученого Цельсия, предложившего такой способ деления шкалы (термометр Цельсия, или стоградусный).

В Англии и Америке до сих пор используется шкала Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$), в которой температура таяния льда соответствует 32°F , а температура кипения воды 212°F .

Этим термометром можно пользоваться только при таких температурах, при которых вещество, которым он наполнен, жидкое.

Например, **ртутным термометром нельзя измерять температуру ниже -39°C** , так как при более низкой температуре ртуть затвердевает.

Подъем уровня жидкости в трубке термометра зависит от свойств жидкости и от сорта стекла, из которого сделан термометр.

Нельзя ожидать, чтобы точно совпадали между собой показания двух, даже тщательно изготовленных термометров с делениями, проставленными по указанному выше способу, если эти термометры сделаны из разных материалов.

Если мы, например, для ртутного термометра разделили расстояние между отметками 0°C и 100°C на сто равных частей, то отсюда еще вовсе не следует, что и для любого другого вещества деления должны быть одинаковыми по длине.

Температуру определяют косвенно, т. е., по изменению физических свойств различных тел, получивших название **термометрических**.

Для измерения температуры используются методы, которые основаны:

- на тепловом расширении жидких, газообразных и твердых тел (**термомеханический эффект**);

- на изменении давления внутри замкнутого объема при изменении температуры (**манометрические**);

- на изменении электрического сопротивления тел при изменении температуры (**терморезисторы**);

- на термоэлектрическом эффекте (**термопары**);

- на использовании электромагнитного излучения нагретых тел (**пирометры**).

2.2 Контактное измерение температуры

Принцип действия жидкостных термометров основан на зависимости между температурой и объемом термометрической жидкости, заключенной в стеклянной оболочке.

Жидкостный термометр состоит из:

- стеклянной оболочки;

- капиллярной трубки;

- запасного резервуара;

- шкалы.

Термометрическая жидкость заполняет резервуар и часть капиллярной трубки. Свободное пространство в капилляре заполняется инертным газом или из него удаляется воздух.

Наибольшее распространение получили термометры с ртутным наполнением, что объясняется свойствами ртути находиться в жидком состоянии в широком

диапазоне температур и не смачивать стекло, что позволяет использовать капилляры с небольшим диаметром канала (до 0,1 мм) и обеспечивать высокую точность измерения.

Стеклянные термометры в зависимости от назначения и области применения делятся на:

- образцовые (образцовыми измерительными приборами называются приборы, предназначенные для поверки других измерительных приборов);
- лабораторные.

Биметаллический термометр

Принцип действия термометра биметаллического основан на зависимости деформации чувствительного элемента от измеряемой температуры (изменение линейных размеров при изменении температуры).

В качестве чувствительного элемента используется биметаллическая пружина.

Биметаллическая пружина изготавливается из двух прочно соединенных металлических пластин, имеющих различные температурные коэффициенты линейного расширения.

При изменении температуры пружина изгибается и вращает стрелку термометра, т.к. один конец пружины закреплен внутри штока, а к другому присоединяется ось стрелки.



Рис. 2. Схема биметаллического термометра

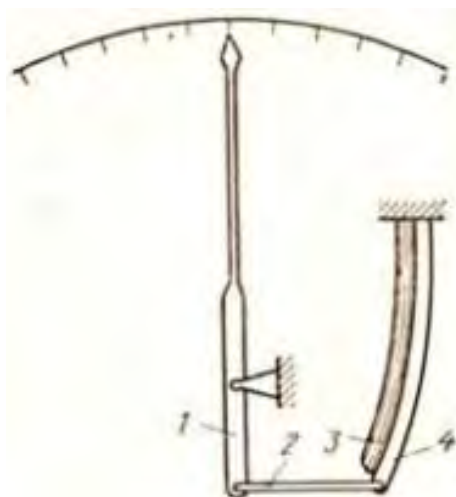


Рис. 3. Схема биметаллического термометра

- 1 – показывающая стрелка; 2 – передаточный рычаг;
- 3 – пластинка с малым коэффициентом линейного расширения;
- 4 – пластинка с большим коэффициентом линейного расширения

Дилатометрический термометр

Принцип действия дилатометрических термометров основан на свойстве твердых тел менять свои линейные размеры при изменении их температуры.

Дилатометрический термометр представляет собой трубку 1, изготовленную из металла с большим коэффициентом линейного расширения.

В трубку вставлен стержень 2 из сплава (**инвар**) с малым коэффициентом линейного расширения. Один конец стержня жестко соединен с дном трубки, а другой свободно перемещается. От изменения температуры окружающей среды трубка удлиняется или укорачивается. Свободный конец стержня отклоняет стрелку 3, удерживаемую пружиной 4.

Справка: **инвар** — сплав, состоящий из никеля (Ni - 36 %) и железа.

Температура плавления - 1425 °С. Сплав обладает малым температурным коэффициентом линейного расширения и практически не расширяется в интервале температур от -100 до +100 °С. Используется в точном приборостроении.

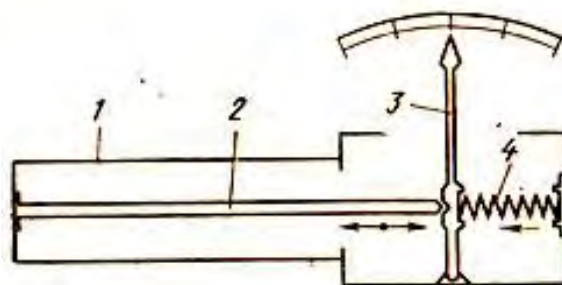


Рис. 4. Схема дилатометрического термометра
1 – трубка; 2 – стержень; 3 – стрелка; 4 - пружина

Манометрический термометр

Жидкостные манометрические термометры основаны на использовании зависимости между температурой и давлением термометрического вещества (газа, жидкости), заполняющего герметическую замкнутую термосистему термометра.

Термосистема состоит из термобаллона, капилляра и манометрической одно- или многовитковой пружины. Капилляр соединяет термобаллон с неподвижным концом манометрической пружины.

Подвижный конец пружины запаян и через шарнирное соединение, поводок, зубчатый сектор связан со стрелкой прибора.

При изменении температуры среды изменяется давление термометрического вещества в замкнутом пространстве, в результате чего чувствительный элемент (манометрическая пружина) деформируется и его свободный конец перемещается.

Это перемещение преобразуется в поворот регистрирующей стрелки относительно шкалы прибора.

В зависимости от термометрического вещества манометрические термометры делятся на:

- газовые;
- конденсационные;

- жидкостные.

В **газовых** термометрах термобаллон, капилляр и манометрическая пружина заполняются инертным газом (азотом, гелием).

Диапазон измерений лежит в пределах от критической температуры газа (азот - 147°C , гелий -267°C) до температуры, определяемой теплостойкостью материала термобаллона.

В **конденсационных** термометрах насыщенные пары низкокипящих жидкостей (ацетон, например) изменяют давление при изменении температуры.

Диапазон измерений от 0 до 400°C .

В **жидкостных** термометрах термосистема заполнена хорошо расширяющейся жидкостью (ртутью, керосином, например).

Диапазон измерений от -30 до $+600^{\circ}\text{C}$.

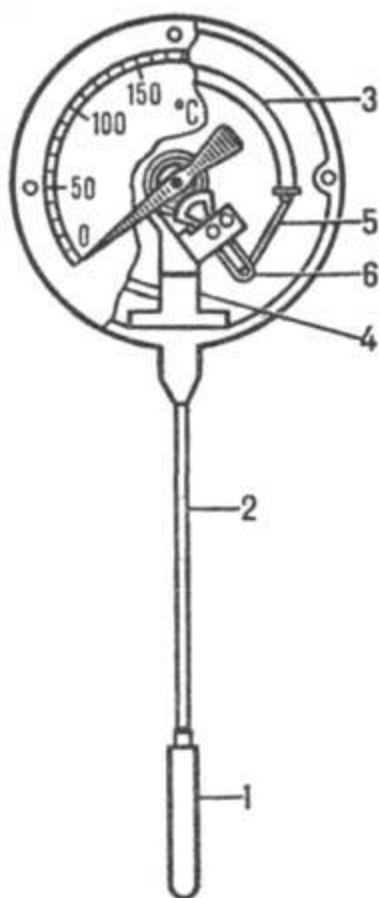


Рис. 5. Схема манометрического термометра

1 - термобаллон; 2-капилляр; 3-трубчатая пружина; 4-держатель;
5-поводок; 6-сектор (4-6-передаточный механизм).

Термометр сопротивления

Принцип действия термометра сопротивления основан на использовании зависимости электрического сопротивления вещества чувствительного элемента от температуры.

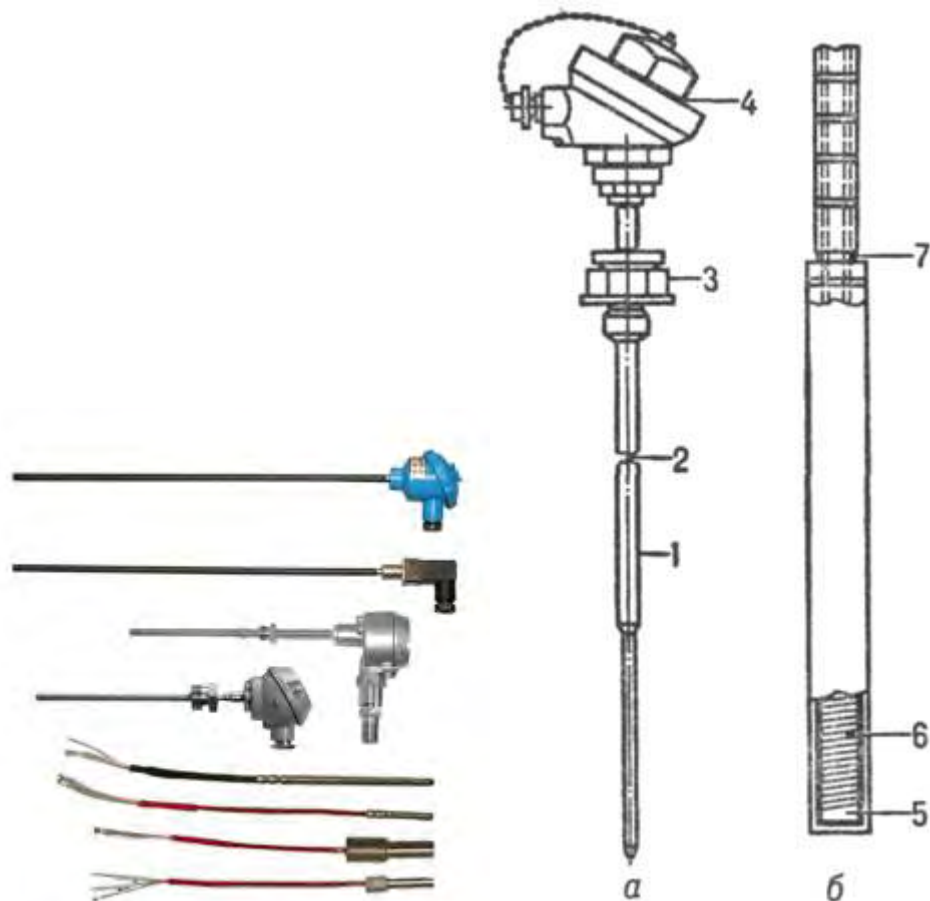


Рис. 6. Термометры сопротивления

- a* - общий вид;
б - чувствительный элемент;
 1-металлический чехол;
 2 - термоэлемент;
 3-установочный штуцер;
 4-головка для присоединения к вторичному прибору;
 5-сланяной каркас;
 6-обмотка из платиновой проволоки;
 7-выводы.

Термоэлектрический термометр

Принцип действия термоэлектрических термометров основан на свойстве металлов, сплавов и некоторых неметаллических материалов создавать термо-э.д.с. при нагревании места соединения (спая) двух разнородных проводников или полупроводников. Простейшая термоэлектрическая цепь из двух разнородных термоэлектродов, концы которых электрически соединены, называется **термопарой**. Термопара помещается в защитный чехол, вместе с которым образует термоэлектрический термометр.

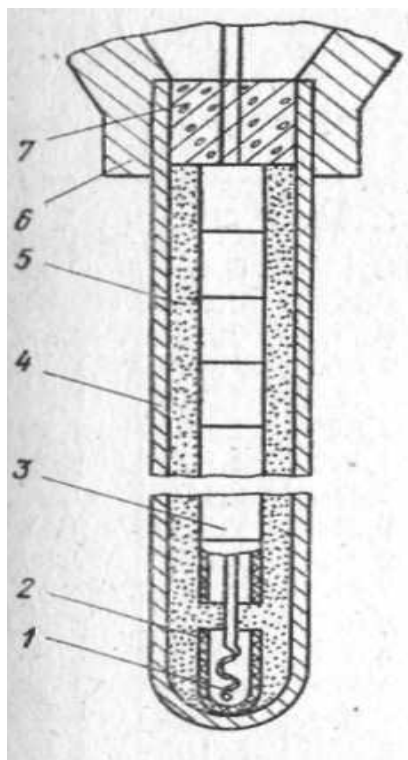


Рис. 7. Схема термоэлектрического термометра

1 – горячий спай; 2 – колпачок; 3 – керамические бусы; 4 – чехол; 5 – засыпка; 6 – головка; 7 – герметик.

Стандартные термоэлектрические термометры применяются для измерения температур в пределах —от +200 до +2500° С. При температурах до 1300° С в качестве изоляции между термоэлектродами применяются трубки и бусы из фарфора. При более высоких температурах — из окиси алюминия, окиси магния, окиси бериллия, двуокиси циркония.

Возникновение термо-эдс в термопаре объясняется тем, что при нагревании электроны на «горячем» (рабочем) спае приобретают более высокие скорости, чем на «холодном» (свободные концы, подключаемые к измерительному прибору), в результате чего возникает поток электронов от «горячего» конца к «холодному». На «холодном» конце накапливается отрицательный заряд, на «горячем» - положительный: разность этих потенциалов определяет величину термо-эдс., величина которой зависит от не только от разности температур «горячего» и «холодного» спаев, но и от материалов, образующих термопару (хромель: 89% никеля, 10% хрома, 1% железа; алюмель: 95% никеля, 5% алюминия, марганца и железа; копель: 45% никеля, 55% меди).

Термопары широко применяют для измерения температуры различных объектов, а также в автоматизированных системах управления и контроля.

2.3 Бесконтактное измерение температуры

Пирометр

Термометры, действие которых основано на измерении теплового излучения, называются пирометрами.



Рис. 8. Пирометр

Пирометры — приборы для бесконтактного измерения температуры тел на расстоянии от 1 до 30 м.

Принцип действия пирометров основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света. Достаточно просто направить пирометр на объект измерения и нажать кнопку — температура поверхности отобразится на индикаторе.

Размеры области измерения температуры пирометром зависят от оптического разрешения (показателя визирования) прибора.

Показатель визирования — отношение диаметра пятна контроля прибора на объекте измерения к расстоянию до объекта. Выбор оптического разрешения полностью зависит от реального размера объекта и расстояния, на котором возможны данные измерения.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ С ПОМОЩЬЮ ПИРОМЕТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

При высокой температуре любое нагретое тело значительную долю тепловой энергии излучает в виде потока световых и тепловых лучей.

Чем выше температура нагретого тела, тем больше интенсивность излучения. Тело, нагретое приблизительно до 600°C, излучает невидимые инфракрасные тепловые лучи.

Дальнейшее увеличение температуры приводит к появлению в спектре излучения видимых световых лучей.

По мере повышения температуры цвет меняется: красный цвет переходит в желтый и белый, представляющий собой смесь излучений разной длины волны.

Чем выше температура, тем большая доля энергии приходится на излучение с меньшей длиной волны.

Например, в солнечном свете значительную долю составляет ультрафиолетовое излучение с малой длиной волны.

Яркость излучения однозначно зависит от температуры, следовательно, измеряя яркость, можно определить температуру.

Особенностью пирометров излучения является то, что измерение температуры производится без непосредственного контакта прибора с объектом измерения, что позволяет контролировать температуру сильно нагретых тел, а также движущихся объектов.

По принципу действия пирометры излучения разделяют на оптические и радиационные.

ОПТИЧЕСКИЙ ПИРОМЕТР С ИСЧЕЗАЮЩЕЙ НИТЬЮ

Принцип действия оптического пирометра с исчезающей нитью основан на сравнении монохроматической яркости излучения накаливаемого тела с монохроматической яркостью излучения нити специальной пирометрической лампы накаливания.

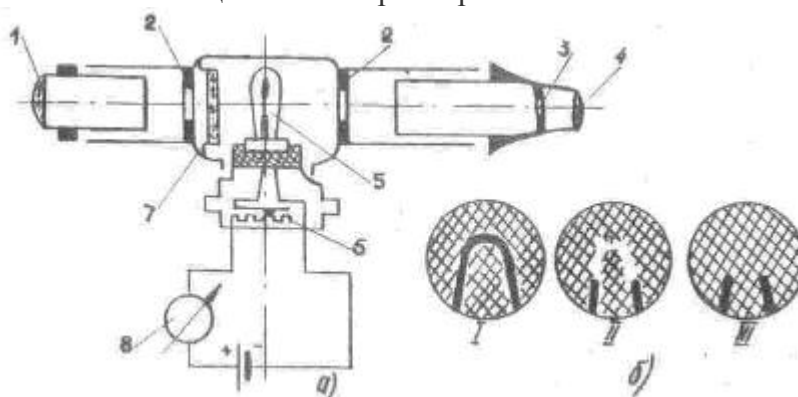


Рис. 9. Схема оптического пирометра

Оптическая система пирометра представляет собой телескоп с объективом (1) и окуляром (4).

Перед окуляром помещен красный светофильтр (3). Спектральная характеристика пропускания светофильтра подбирается с учетом спектральной чувствительности глаза так, чтобы при рассматривании объекта через светофильтр наибольшая видимая яркость соответствовала бы длине волны около 0,65 мкм.

В фокусе объектива находится вольфрамовая нить пирометрической лампочки (5).

Нить лампочки питается от аккумулятора; ее накал можно регулировать вручную реостатом (6).

В поле зрения телескопа наблюдатель видит участок излучающей поверхности накаливаемого тела (объекта измерения) и на этом фоне – нить лампочки.

Если яркости нити и накаливаемого тела неодинаковы, нить будет видна более темной или более светлой, чем фон.

Регулируя накал нити реостатом, наблюдатель добивается равенства яркостей, при этом изображение нити сольется с фоном и станет неразличимо (нить "исчезнет").

В этот момент яркостная температура нити равна яркостной температуре объекта измерения.

Глаз весьма чувствителен к различению яркостей и момент "исчезновения" нити улавливается с достаточной уверенностью.

Во избежание перегрева нити, ее температура не должна превышать 1500°C, поэтому при измерениях в диапазоне более высоких температур перед лампой устанавливается поглощающий светофильтр (7), уменьшающий видимую яркость излучения объекта.

Отечественные пирометры выпускаются с диапазонами измерения 1200-3200 и 1500-6000°С.

Переход с одного диапазона на другой осуществляется введением или выведением поглощающего светофильтра.

Существуют также оптические пирометры, в которых сличение яркостей нити и объекта производится не визуально, а фотоэлектрическим устройством, что позволяет автоматизировать измерение и повысить точность определения яркостной температуры. Однако схема и конструкция прибора при этом существенно усложняются.

РАДИАЦИОННЫЕ ПИРОМЕТРЫ

В отличие от оптических пирометров с исчезающей нитью в радиационных пирометрах используется тепловое действие полного излучения нагретого тела, включая как видимое, так и не видимое излучение.

В связи с этим радиационные пирометры называются также пирометрами полного излучения.

Положительной особенностью радиационных пирометров является то, что их можно применять также и для измерения невысоких температур, при которых объект измерения не дает видимого излучения. Возможно также измерение температуры тел, более холодных, чем окружающая среда.

В настоящее время радиационные пирометры применяются для измерения температур в диапазоне от -40 до 2500°С. Особенно удобно применение радиационных пирометров для бесконтактного измерения невысоких температур, при которых методы оптической пирометрии неприемлемы, например, для измерения невысоких температур движущихся предметов.

Например, температуру нагрева заготовок определяют визуально или с помощью пирометров различных конструкций.

Визуально температуру можно определить по цвету каления.

При 600— 1300° С цвет и яркость нагретых предметов изменяются через каждые 50° С: цвет поверхности при нагреве от 850 до 1000° С изменяется от красного до светло-красного, затем становится оранжевым, а далее желтым. Температуру по цвету, каления определяют с точностью ± 50 —60° С.

При слабом дневном освещении черные металлы, нагретые до различных температур, °С, имеют следующие цвета каления:

Темно-красный . . . 650	Оранжево-желтый1000
Вишнево-красный . . 700	Светло-желтый.....1100
Светло-красный . . . 800	Соломенно-желтый1150
Густо- оранжевый . . 900	Белый разной яркости ...1200—1400

Однако способ определения температуры нагретого металла по цвету каления не является достаточно точным и надежным. Поэтому для определения температуры нагрева пользуются пирометрами.

Радиационный пирометр (ардометр) работает по принципу поглощения лучистой энергии нагретого тела. Чем выше нагрев, тем больше излучается лучистой энергии. Тепловые лучи нагретой заготовки при помощи линзы 1 собираются в пучок и через диафрагму 2 попадают на батарею 3, состоящую из нескольких последовательно соединенных термопар, горячие спаи которых расположены на зачерненной пластинке из платиновой фольги, поглощающей тепловые лучи. В термопаре возникает электрический ток, который поступает на гальванометр 6, по шкале которого считывают температуру тела. При замере температуры настройку пирометра выполняют с помощью окуляра 5 и фильтра 4 так, чтобы тепловые лучи от нагретой заготовки собирались в фокусе объектива.

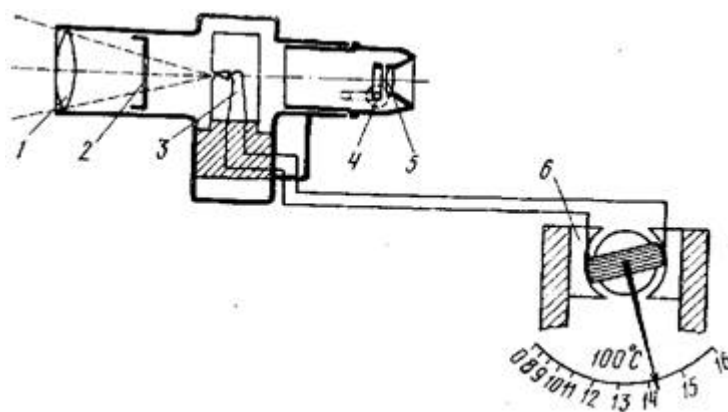


Рис. 10. Схема радиационного пирометра.

3. Измерение давления и разрежения

Под давлением понимают силу, с которой молекулы вещества воздействуют на единицу ограничивающей поверхности.

Атмосферное давление – давление в газообразной оболочке земного шара, которое измеряется силой, равной давлению атмосферного воздуха на единицу площади поверхности, находящейся на нем.

Атмосферное давление создается массой воздушного слоя земной атмосферы и имеет переменную величину, зависящую от высоты местности над уровнем моря, географической широты и метеорологических условий.

Вакуум (разрежение) – такое состояние газа, при котором его давление меньше атмосферного.

Динамическое давление – это давление, вызванное скоростью движения потока газа.

Методы измерения давления основаны на сравнении сил измеряемого давления с силами:

- давления столба жидкости (ртути, воды) соответствующей высоты;
- развиваемыми при деформации упругих элементов (пружин, мембран, сильфонов, манометрических трубок);

- тяжести грузов;
- упругими силами, возникающими при деформации некоторых материалов и вызывающими электрические эффекты.

Действие жидкостных манометров основано на гидростатическом принципе, при котором измеряемое давление уравнивается давлением столба затворной жидкости.

Разница уровней в зависимости от плотности жидкости является мерой давления. Простейшим прибором для измерения давления или разности давлений является двухтрубный манометр, представляющий собой согнутую стеклянную трубку, заполненную рабочей жидкостью (ртутью, водой) и прикрепленную к панели со шкалой. Один конец трубки соединен с атмосферой, другой подключается к объекту, где измеряется давление. Значение давления определяется по формуле:

$$P = h \rho g, \text{ где:}$$

P - измеряемое давление, Па;

h - разность уровней жидкости, м;

ρ - плотность жидкости, кг/м³;

g - ускорение силы тяжести, м/с²

Принцип действия деформационных средств измерений (например, пружинного манометра) основан на уравнивании силы, создаваемой давлением контролируемой среды на чувствительный элемент (одновитковые и многовитковые трубчатые пружины, упругие мембраны, сильфоны) силами упругих деформаций различного рода упругих элементов.

Эта деформация в виде линейных или угловых перемещений передается регистрирующему устройству или преобразуется в электрический сигнал для дистанционной передачи.

Классификация приборов для измерения давления

В зависимости от назначения приборы для измерения давления делятся на следующие основные группы:

Манометры – для измерения избыточного давления.

Вакуумметры – для измерения вакуумметрического давления (вакуума).

Мановакуумметры – для измерения вакуумметрического и избыточного давлений.

Барометры – для измерения атмосферного давления.

Баровакуумметры – для измерения абсолютного давления.

Дифференциальные манометры – для измерения разности давлений.

Пружинные манометры

Пружинными называются приборы, в которых измеряемое давление уравнивается силами упругости пружины, деформация которой служит мерой давления.

Благодаря простоте конструкции и удобству пользования пружинные приборы получили широкое применение в технике.

К этой группе относятся разнообразные приборы, отличающиеся по виду пружин.

Манометры с трубчатой пружиной

Трубчатые пружины представляют собой кругообразно согнутые трубки с овальным поперечным сечением. Давление измеряемой среды воздействует на внутреннюю сторону

этой трубки, в результате чего овальное поперечное сечение принимает почти круглую форму.

В результате искривления пружинной трубки возникают напряжения в кольцах трубки, которые разгибают пружину. Свободный конец пружины выполняет движение, пропорциональное величине давления. Движение передается посредством стрелочного механизма на шкалу. Для измерений давления до 60 или 100 кгс/см² применяются, как правило, согнутые с углом витка около 270°, кругообразные пружины.

Для измерений давления с более высокими значениями используются пружины с несколькими лежащими друг над другом витками и одинаковым витковым диаметром (винтовая пружина) или со спиралеобразными витками, лежащими в одной плоскости (плоская спиральная пружина).

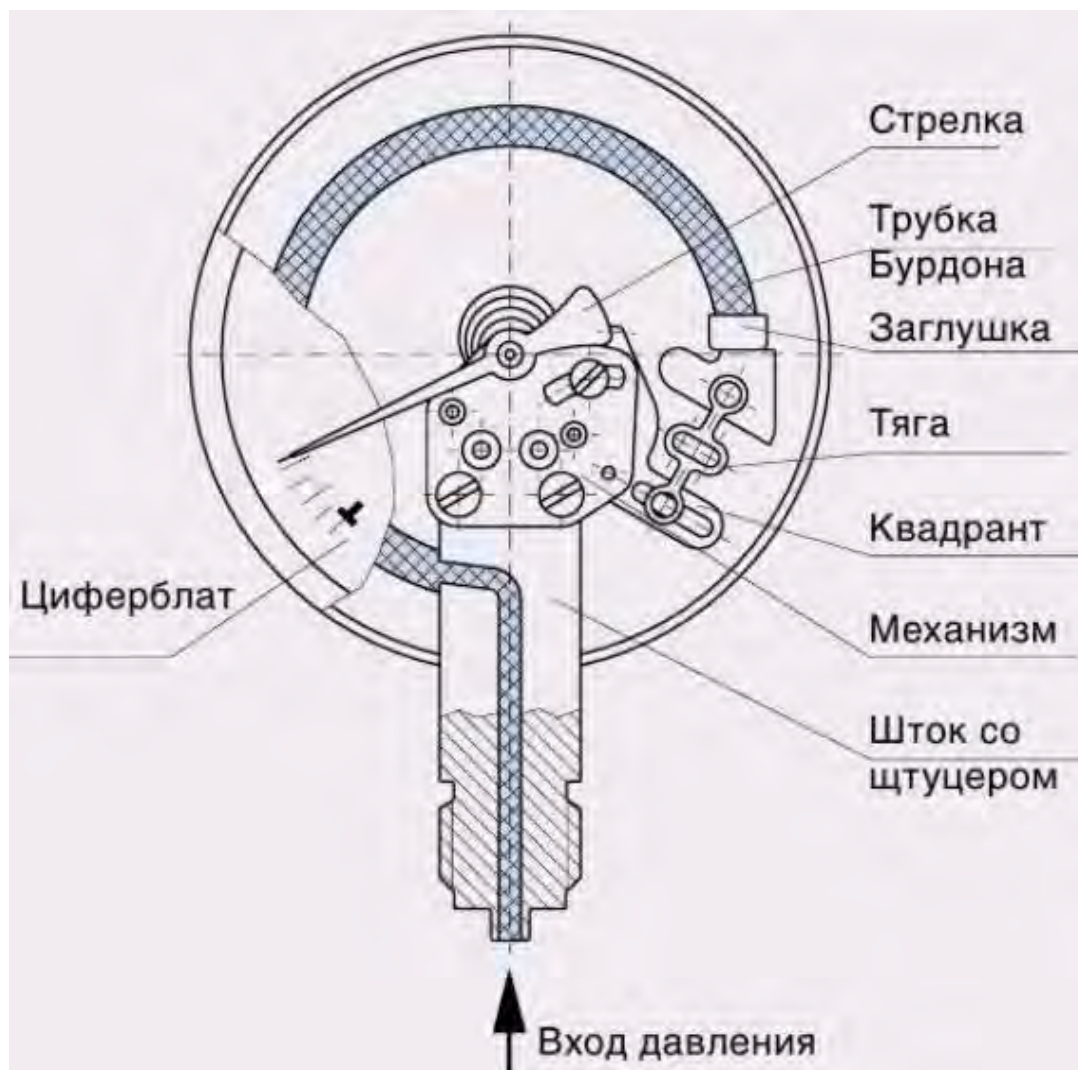


Рис. 11. Схема манометра с трубкой Бурдона

4. Измерение уровня жидкости

Измерение уровня жидкости играет важную роль при автоматизации процессов в системах газоснабжения. Эти измерения особенно важны, когда поддержание некоторого постоянного уровня, например, уровня воды в барабане котла, уровня жидкости в резервуаре связано с условиями безопасной работы оборудования.

Нормальная эксплуатация барабанных котлов может осуществляться только при условии строгого поддержания уровня воды в барабане в допустимых пределах.

Уровень можно характеризовать как высоту заполнения технического аппарата средой.

Средства измерения уровня заполнения технического аппарата средой называются **уровнемерами**.

Приборы, предназначенные для сигнализации о предельных уровнях жидкости, называются сигнализаторами уровня.

Визуальные уровнемеры - это простейшие измерители уровня жидкости К технологическому аппарату 1 через запорные вентили 2 подсоединено указательное стекло (трубка 3). Аппарат и трубка представляют собой сообщающиеся сосуды, поэтому уровень Н жидкости в трубке всегда равен ее уровню в аппарате и отсчитывается по шкале.

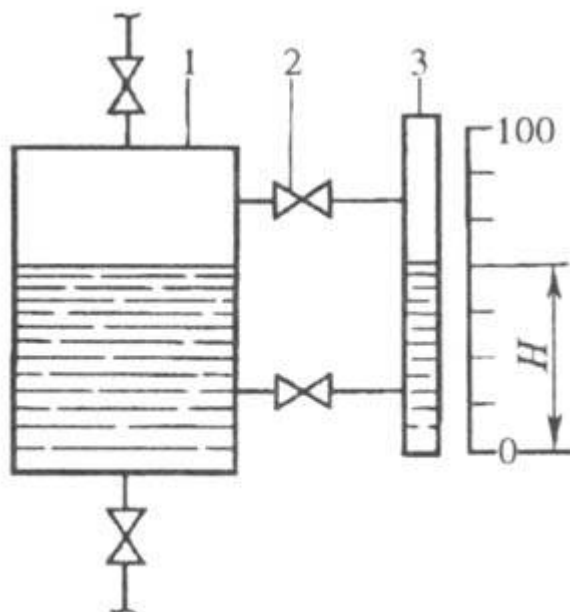


Рис. 1. Визуальный уровнемер.

Поплавковые уровнемеры

Чувствительный элемент поплавкового уровнемера - это поплавок, находящийся на поверхности жидкости. Поплавок 1 уравнивается грузом 3, который связан с поплавком гибким тросом 2. Уровень жидкости определяется положением груза относительно шкалы 4. Пределы измерений устанавливаются в соответствии с принятыми значениями верхних (ВУ) и нижних (НУ) уровней.

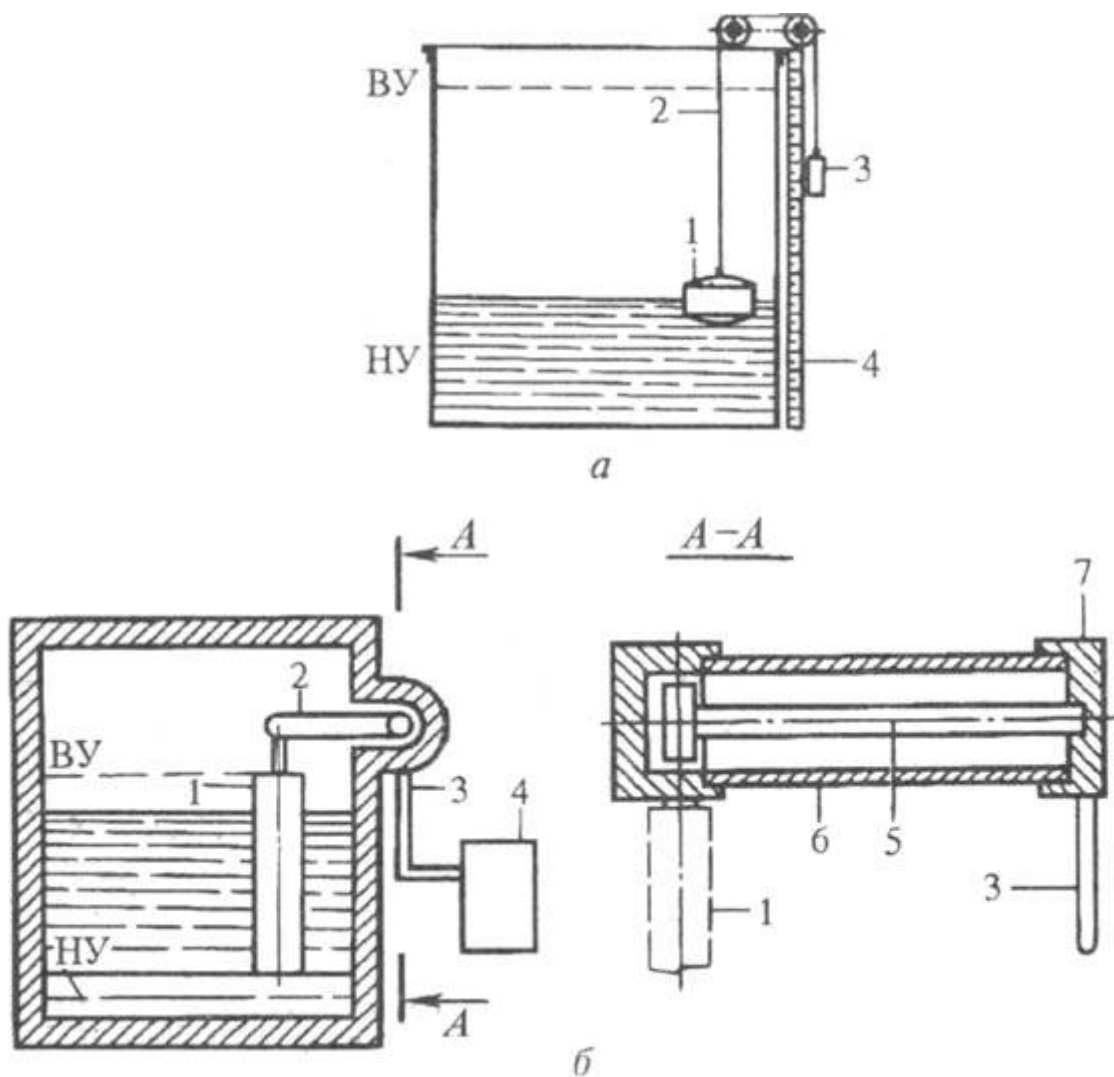


Рис. 13. Схемы поплавковых уровнемеров: а - с плавающим поплавком; б - с тонущим поплавком.

5. Реле

Прерывистое воздействие на процесс посредством реле называется **релейным**.

Классификация реле в зависимости от рода воспринимаемых физических величин:

- электрические;
- тепловые;
- механические;
- оптические;
- уровня;
- скорости;

Классификация электрических реле по принципу действия и по параметру, на который реагирует воспринимающий орган:

- электромагнитные;
- электродинамические;
- электронные;
- индукционные;
- реле тока;

- реле напряжения;
- реле мощности;
- реле частоты и т.д.

Классификация тепловых реле по принципу действия:

- реле с линейным расширением;
- реле с плавлением.

Классификация механических реле по воспринимаемому параметру:

- реле силы;
- реле перемещения;
- реле скорости;
- реле частоты.



Принцип действия и устройство электромагнитных реле

Электромагнитные реле, благодаря простому принципу действия и высокой надежности, получили самое широкое применение в системах автоматики и в схемах защиты электроустановок.

Электромагнитные реле делятся на реле постоянного и переменного тока.

Реле постоянного тока делятся на нейтральные и поляризованные.

Нейтральные реле одинаково реагируют на постоянный ток обоих направлений, протекающий по его обмотке, а **поляризованные реле** реагируют на полярность управляющего сигнала.

Работа электромагнитных реле основана на использовании электромагнитных сил, возникающих в металлическом сердечнике при прохождении тока по виткам его катушки. Детали реле монтируются на основании и закрываются крышкой. Над сердечником электромагнита установлен подвижный якорь (пластина) с одним или несколькими контактами. Напротив них находятся соответствующие парные неподвижные контакты.

В исходном положении якорь удерживается пружиной. При подаче напряжения электромагнит притягивает якорь, преодолевая её усилие, и замыкает или размыкает контакты в зависимости от конструкции реле. После отключения напряжения пружина возвращает якорь в исходное положение.

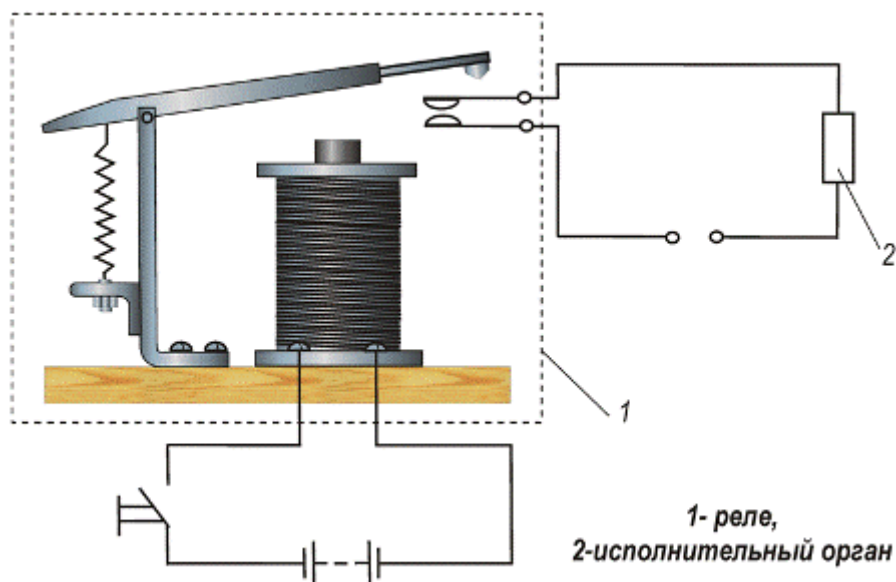


Рис. 14. Схема реле

Достоинства и недостатки электромагнитных реле

Электромагнитное реле обладает рядом преимуществ, отсутствующих у полупроводниковых конкурентов:

- способность коммутации нагрузок мощностью до 4 кВт при объеме реле менее 10 см³;
- устойчивость к импульсным перенапряжениям и разрушающим помехам, появляющимся при разрядах молний и в результате коммутационных процессов в высоковольтной электротехнике;
- исключительная электрическая изоляция между управляющей цепью (катушкой) и контактной группой;
- малое падение напряжения на замкнутых контактах, и, как следствие, малое выделение тепла: при коммутации тока 10 А малогабаритное реле суммарно рассеивает на катушке и контактах менее 0,5 Вт;
- низкая цена электромагнитных реле по сравнению с полупроводниковыми ключами.

Недостатки реле: малая скорость работы, ограниченный (хотя и очень большой) электрический и механический ресурс, создание радиопомех при замыкании и размыкании контактов.

Поляризованные электромагнитные реле

Разновидностью электромагнитных реле являются поляризованные электромагнитные реле. Их принципиальное отличие от нейтральных реле состоит в способности реагировать на полярность управляющего сигнала, заключающееся в том, что при изменении полярности приложенного напряжения меняется направление притяжения якоря.

Поляризованные реле работают на электромагнитном принципе. Отличительной особенностью их является то, что на якорь реле действуют два независимых магнитных потока: полярирующий $\Phi_{\text{п}}$, создаваемый постоянным магнитом, и рабочий $\Phi_{\text{р}}$, создаваемый током, проходящим по обмоткам реле.

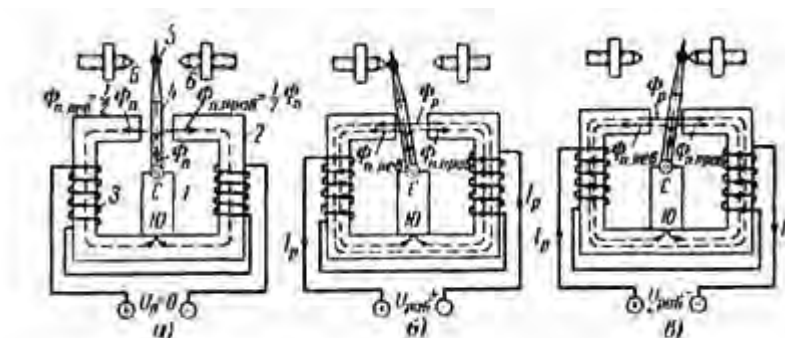


Рис. 15. Принцип устройства и действия поляризованного реле.

Такое положение является неустойчивым и практически недостижимым. Достаточно небольшой асимметрии в воздушных зазорах или внешнего толчка, смещающего якорь с нейтрального положения, как равенство магнитных потоков в правом и левом зазорах, а следовательно, и сил, воздействующих на якорь, нарушится. В результате якорь притянется к тому полюсу электромагнита, сила притяжения к которому стала больше.

Поляризованные реле могут применяться для работы **только на постоянном токе**. При подаче переменного тока якорь реле будет попеременно притягиваться то к правому, то к левому полюсу электромагнита, т. е. вибрировать с частотой приложенного напряжения.

6. Регуляторы давления газа прямого действия

Регуляторы давления газа предназначены для автоматического понижения давления газа от начального до расчетного и поддержания его в заданном диапазоне независимо от изменения расхода газа и колебания входного давления.

Основными узлами регулятора типа РД являются:

- разъемный фланцевый корпус с мембранно-пружинным устройством и коленчатым рычагом, воздействующим на толкатель золотника;
- литой тройник вентильного типа с регулирующим клапаном;
- импульсная трубка, соединяющая выходное отверстие тройника с под- мембранной полостью и выполняющая роль звена обратного воздействия конечного давления на мембранно-пружинное измерительное устройство и регулирующий клапан;
- резьбовая накладная гайка, соединяющая корпус регулятора с тройником.

Пропускная способность регулятора давления зависит от размера клапана, величины его хода, от отношения давлений до и после регулятора давления, плотности газа, конечного давления.

Дросселирование – это увеличение или уменьшение проходного сечения, через которое проходит газ.

Чувствительным элементом в регуляторе давления газа прямого действия может быть мембрана, которая воспринимает давление газа и преобразует его в механическое действие рычажного механизма.

Мембрана кольцевого типа изготавливается из протестированной масло-бензозаморозостойкой резины.

Управление гидравлическим режимом работы системы газораспределения осуществляют с помощью регуляторов давления, которые автоматически поддерживают постоянное давление в точке отбора импульса независимо от интенсивности потребления газа.

При регулировании давления происходит снижение начального — более высокого — давления на конечное — более низкое.

Это достигается **автоматическим** изменением степени открытия дросселирующего органа регулятора, вследствие чего **автоматически** изменяется гидравлическое сопротивление проходящему потоку газа.

Автоматический регулятор давления состоит из исполнительного механизма и регулирующего органа.

Основной частью исполнительного механизма является чувствительный элемент.

Если перестановочное усилие, развиваемое чувствительным элементом регулятора, достаточно большое, то **он сам осуществляет** функции управления регулирующим органом.

Такие регуляторы называются регуляторами **прямого действия**.

Исходя из закона регулирования, положенного в основу их работы, **регуляторы давления бывают астатические, статические и изодромные**.

В системах газораспределения два первых типа регуляторов получили наибольшее распространение.

В **астатических** регуляторах (рис. 16 а) на чувствительный элемент (мембрану) действует постоянная сила от груза 2.

Активная (противодействующая) сила — это усилие, которое воспринимает мембрана от выходного давления P_2 .

При увеличении отбора газа из сети 4 будет уменьшаться давление P_2 , баланс сил нарушится, мембрана пойдет вниз и регулирующий орган откроется.

Такие регуляторы после возмущения приводят регулируемое давление к заданному значению независимо от величины нагрузки и положения регулирующего органа.

Равновесие системы может наступить только при заданном значении регулируемого давления, причем регулирующий орган может занимать любое положение. Такие регуляторы следует применять на сетях с большим самовыравниванием, например, в газовых сетях низкого давления достаточно большой емкости.

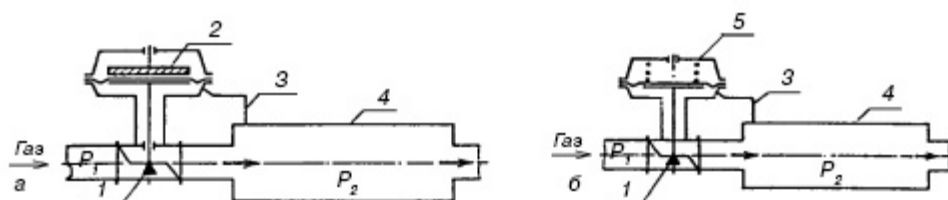


Рис. 16. Схемы регуляторов давления:

- а — астатический регулятор; б — статический регулятор давления;
- 1 — регулирующий (дроссельный) орган;
- 2 — мембранно-грузовой привод;
- 3 — импульсная трубка;

4 — объект регулирования — газовая сеть;

5 — мембранно-пружинный привод.

В регуляторе (рис. 16 б) груз заменен пружиной — стабилизирующим устройством. Усилие, развиваемое пружиной, пропорционально ее деформации. Когда мембрана находится в крайнем верхнем положении (регулирующий орган закрыт), пружина приобретает наибольшую степень сжатия и P_2 — максимальное. При полностью открытом регулирующем органе значение P_2 уменьшается до минимального.

Основными элементами регулирующих (дросселирующих) органов являются затворы.

Они могут быть **односедельные, двухседельные, диафрагменные и шланговые, крановые и заслоночные.**

В городских системах газоснабжения в основном применяют регуляторы с одно- и двухседельными затворами, реже — с заслоночными и шланговыми

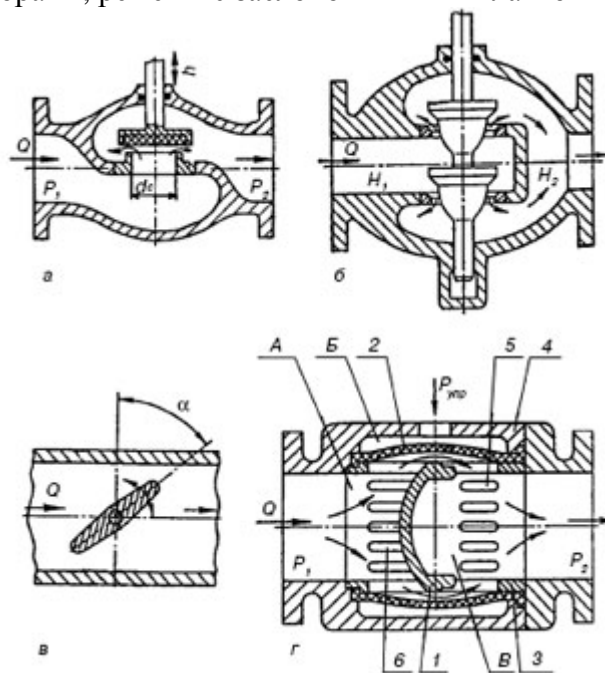


Рис. 17. Схемы дросселирующих органов регуляторов давления газа:

а — с односедельным затвором; б — с двухседельным;

в — с заслоночным; г — со шланговым.

Конструкция проходного запорно-регулирующего клапана

Внутри корпуса клапана 1 устанавливается дроссельный узел, состоящий из седла 2 и плунжера 3, связанного со штоком 4.

Седло может быть выполнено в различных конструктивных исполнениях:

- вворачиваться в корпус клапана, как показано на рисунке 17;
- прижиматься к корпусу специальной втулкой;
- выполняться воедино с корпусом.

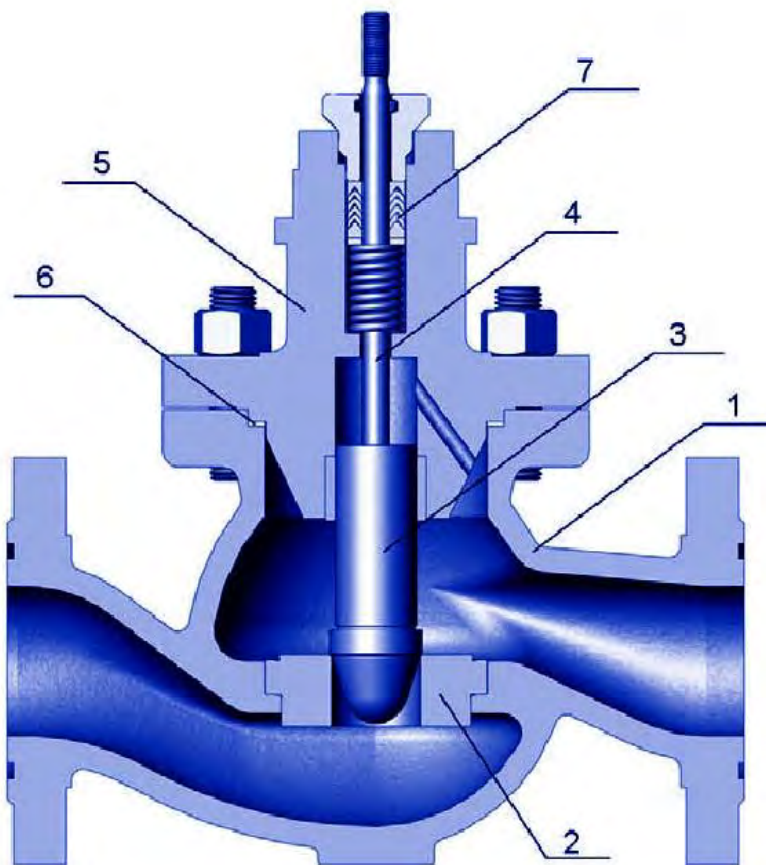


Рис. 18. Конструкция запорно-регулирующего клапана

Плунжер скользит по направляющей, выполненной в крышке 5. Между корпусом 1 и крышкой 5 установлена уплотнительная прокладка 6. Шток 4 выводится наружу через сальниковый узел 7, представляющий собой набор подпружиненных шевронных колец из фторопласта-4 или его модификаций. На крышке 5 устанавливается привод, шток которого соединяется со штоком клапана. Привод может быть пневматическим, ручным, электрическим или электромагнитным.

Дроссельный узел является регулирующим и запирающим элементом клапана.

Именно в этом узле реализуется задача изменения проходного сечения клапана и, как следствие, изменение его расходной характеристики.

Конкретные комбинации втулка-седло-плунжер выбираются исходя из условий эксплуатации клапана: перепада давления, типа регулируемой среды и ее температуры, наличия механических частиц, величины пропускной способности, вязкости среды.

Важное значение для работы клапана имеет правильное направление подачи рабочей среды. Оно маркируется стрелкой на наружной поверхности корпусов.

Односедельные и двухседельные затворы могут выполняться как с **жестким** уплотнением (металл по металлу), так и с **эластичным** (прокладки из маслобензостойкой резины, кожи, фторопласта и т. п.).

Такие затворы состоят **из седла и клапана.**

Достоинством односедельных затворов является то, что они легко обеспечивают **герметичность уплотнения.**

Однако клапаны односедельных затворов являются **неразгруженными**, т. к. на них действует разность входного и выходного давлений.

В регуляторах давления газа широко **применяют тарельчатые плоские клапаны с эластичным уплотнением.**

Полный ход плоского клапана, при котором будет осуществляться процесс регулирования, определяется высотой подъема клапана **h** :

$$h=0,25 d_c$$

Для примера: регулятор с диаметром седла 4 мм имеет полный ход клапана 1 мм.

Практически высоту подъема плоского тарельчатого клапана принимают $(0,3+0,4)d_c$.

Дальнейший подъем клапана не сказывается на его пропускной способности.

Двухседельные затворы при тех же условиях обладают значительно большей пропускной способностью вследствие большей суммарной площади проходного сечения седел.

Эти клапаны являются **разгруженными**, однако при отсутствии расхода газа они **не обеспечивают герметичности**, что объясняется трудностью посадки затвора одновременно по двум плоскостям.

В регуляторах давления газа, устанавливаемых в ГРП, в качестве чувствительного элемента и одновременно привода используют мембраны (плоские и гофрированные).

Плоская мембрана представляет собой круглую плоскую пластину из эластичного материала.

Мембрана зажимается между фланцами верхней и нижней мембранных крышек.

Центральная часть мембраны с обеих сторон зажата между двумя круглыми металлическими дисками (обжимными). Жесткие диски увеличивают перестановочную силу и уменьшают неравномерность регулирования.

Перестановочное усилие, развиваемое мембраной, зависит от величины так называемой эффективной площади мембраны. Она изменяется в зависимости от прогиба мембраны.

Выбор регуляторов давления газа необходимо производить, учитывая:

- тип объекта регулирования;
- максимальный и минимальный требуемый расход газа;
- максимальное и минимальное входное давление;
- максимальное и минимальное выходное давление;
- точность регулирования (максимально допустимое отклонение регулируемого давления и время переходного процесса регулирования);
- необходимость полной герметичности при закрытии регулятора;
- акустические требования к работе регуляторов с высокими входными давлениями и большими расходами газа.

Основным требованием при подборе регулятора давления является обеспечение устойчивости его работы на всех возможных режимах, что проще всего добиться правильным выбором регулятора для того или иного объекта.

Для **тупикового газопровода** (с отбором газа в конце газопровода) следует применять статические регуляторы **прямого действия**.

В случае больших расходов газа — регуляторы непрямого действия.

Для **кольцевых и разветвленных газовых сетей**, учитывая их способность к самовыравниванию, можно использовать любые типы регуляторов, но так как эти сети имеют большие расчетные расходы, то лучше применять **астатические регуляторы непрямого действия (с пилотом)**. Эти регуляторы позволяют более точно поддерживать давление после себя.

При выборе регулятора давления необходимо учитывать явления, связанные с шумом работающего регулятора.

Регулятор давления газа РД - 32М

Регулятор давления газа РД-32М выполнен из мембранной камеры и крестовины, соединенных накидной гайкой.

На конце штока 11, на резьбе, навинтуют клапан 4 с контргайкой, вращая который можно регулировать величину наибольшего открытия клапана при сборке регулятора или замене седла в крестовине 6.

В центре мембраны 3 встроены предохранительный клапан 8.

При любом установившемся режиме работы регулятора его подвижные элементы находятся в равновесии.

Усилие от входного давления газа на клапан, уменьшенное рычажной передачей, и усилие пружины 12 уравниваются в каждом положении определенным давлением газа снизу мембраны 3.

Если расход газа или входное давление в процессе работы изменяются, то равновесие подвижной системы нарушается.

Под действием преобладающего усилия мембрана через рычажную передачу передвигает клапан в другое равновесное положение, соответствующее новому расходу или входному давлению газа.

В случае прекращения расхода возросшее после регулятора давление газа поднимает мембрану вверх, до полного закрытия клапана регулятора 4.

Вследствие возможной негерметичности закрытого клапана выходное давление при отсутствии расхода будет повышаться, а мембрана регулятора — подниматься, преодолевая усилие малой пружины.

Предохранительный клапан откроется, и за счет сброса определенного количества газа в атмосферу дальнейший рост давления в сети за регулятором прекратится.

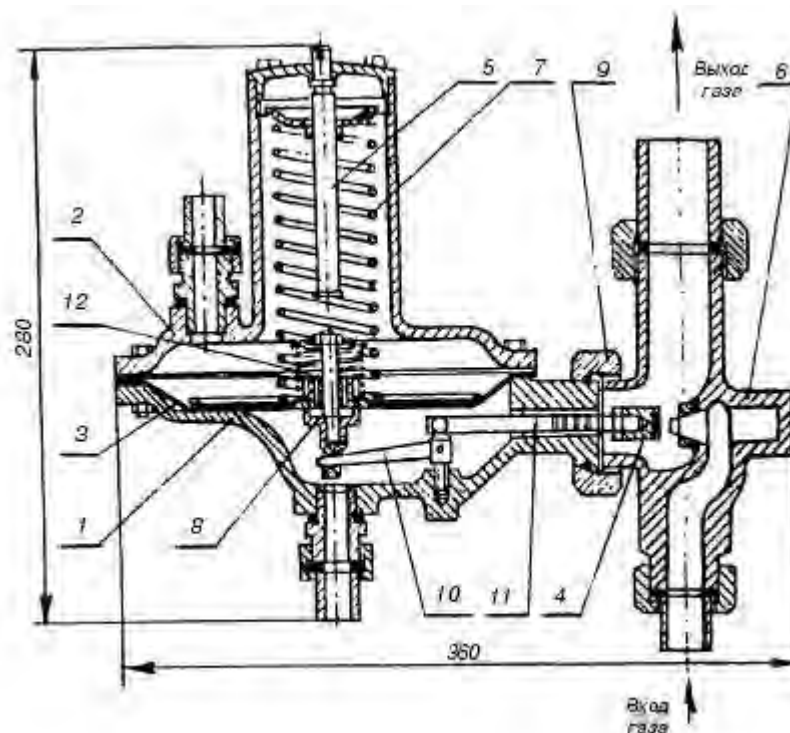


Рис. 19. Схема регулятора давления газа РД-32М

- 1 — корпус; 2 — крышка верхняя; 3 — мембрана; 4 — клапан регулятора;
5 — винт регулировочный; 6 — крестовина регулятора в сборе с седлом;
7 — пружина; 8 — клапан предохранительный; 9 — гайка накидная;
10 — рычаг; 11 — шток; 12 — пружина

Регуляторы давления газа непрямого действия

Регулятор давления газа универсальной конструкции Казанцева

РДУК - 2

В схеме регулятора давления РДУК – 2 регулятор управления КН 2 является командным прибором, а регулирующий клапан — исполнительным механизмом. Работа регулятора давления осуществляется за счет энергии проходящей рабочей среды.

Газ входного давления, помимо основного клапана, поступает через фильтр на малый клапан регулятора управления и после него по соединительной трубке через демпфирующий дроссель — под мембрану регулирующего клапана. Газ сбрасывается в газопровод за регулятором давления через сбросной дроссель.

На мембраны регулирующего клапана и регулятора управления по соединительным трубкам подается выходное давление газа. Благодаря непрерывному потоку газа через сбросной дроссель давление перед ним и, следовательно, под мембраной регулирующего клапана всегда больше выходного давления.

Разность давлений по обе стороны мембраны регулирующего клапана образует подъемную силу мембраны, которая при любом установившемся режиме работы регулятора уравнивается весом подвижных частей и действием входного давления на основной клапан.

Повышенное давление под мембраной регулирующего клапана автоматически регулируется малым клапаном регулятора управления, в зависимости от потребления газа и входного давления перед регулятором.

Усилие выходного давления на мембрану регулятора управления постоянно сравнивается с заданным при настройке усилием нижней пружины; любое незначительное отклонение выходного давления вызывает перемещение мембраны и клапана регулятора управления. При этом изменяется расход газа, проходящего через малый клапан, а, следовательно, и давление под мембраной регулирующего клапана.

Таким образом, при любом отклонении выходного давления от заданного изменение давления под большой мембраной вызывает перемещение основного клапана в новое равновесное положение, при котором выходное давление восстанавливается. Например, если при уменьшении потребления газа выходное давление повысится, то мембрана

и клапан регулятора управления несколько опустятся. При этом расход газа через малый клапан уменьшится, что вызовет уменьшение давления под мембраной регулирующего клапана. Основной клапан под действием входного давления начнет закрываться до тех пор, пока его проходное сечение не будет соответствовать новому потреблению газа и выходное давление не восстановится.

При работе ход мембраны и клапана регулятора управления, необходимый для полного хода основного клапана, весьма мал, и изменение усилий обеих пружин на этом малом ходу, а также действие меняющегося входного давления на малый клапан составляют незначительную часть от действия выходного давления на мембрану регулятора управления. Это означает, что регулятор при изменениях потребления газа и входного давления поддерживает выходное давление за счет незначительного отклонения от заданного. Практически эти отклонения составляют примерно 1–5 % от номинала.

Для преодоления определенного веса подвижных частей регулирующего клапана при его открытии и сопротивления малого клапана потоку газа необходим минимальный перепад давления 300 мм вод. ст.

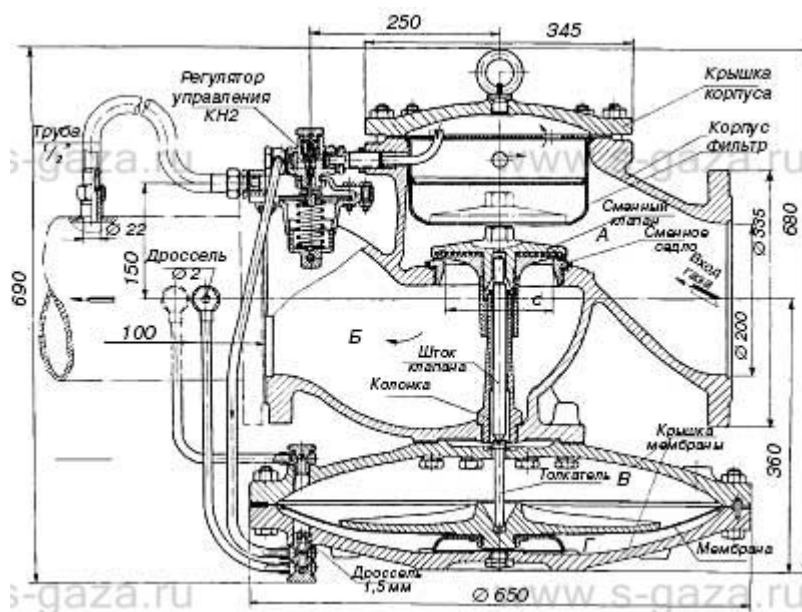


Рис. 20. Схема регулятора давления непрямого действия РДУК - 2

7. Исполнительные механизмы и регулирующие органы

Исполнительные механизмы предназначены для перемещения регулирующих органов в соответствии с командными сигналами, поступающими от регулирующих и управляющих устройств.

Исполнительные механизмы классифицируют по ряду признаков:

- по виду используемой энергии: электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные;
- по конструктивному исполнению: мембранные и поршневые;
- по характеру обратной связи — периодического и непрерывного действия.



Электрическим исполнительным механизмом в системах управления называют устройство, предназначенное для перемещения рабочего (регулирующего) органа в соответствии с сигналами, поступающими от управляющего устройства.

Регулирующими органами могут быть различного рода дроссельные заслонки, клапаны, задвижки, шиберы, способные производить изменение количества рабочего вещества, поступающего в объект управления.

Перемещение рабочих (регулирующих) органов может быть как поступательным, так и вращательным в пределах одного или нескольких оборотов. Так исполнительный механизм с помощью рабочего (регулирующего) органа осуществляет непосредственное воздействие на управляемый объект.

Электрический исполнительный механизм состоит из электропривода, редуктора, узла обратной связи, датчика указателя положения выходного элемента и конечных выключателей.

В качестве электропривода в исполнительных механизмах используются либо электромагниты, либо электродвигатели с понижающим редуктором для снижения скорости перемещения выходного элемента до величины, обеспечивающей возможность непосредственного соединения этого элемента (вала или штока) с рабочим органом.

С помощью конечных выключателей производится отключение электропривода исполнительного механизма при достижении рабочим (регулирующим) органом своих конечных положений во избежание возможных повреждений механических звеньев.



Рис. 21. Прямоходный электрический исполнительный механизм

Регулирующие органы

Регулирование потоков различных жидкостей и газов является неотъемлемой составляющей частью любого технологического процесса.

Применяемые для этих целей регулирующие органы, такие как **клапаны, задвижки и заслонки** осуществляют регулирование давлений (расходов) жидких и газообразных

сред в широких диапазонах температур, давлений и физических свойств технологических сред и параметров.

Практически любой регулирующий орган можно условно разложить на две составляющие компоненты:

- собственно **регулирующий орган**, осуществляющий непосредственный контакт и взаимодействие с технологической средой и призванный изменять через свою исполнительную часть количественные характеристики вещества;

- **исполнительный механизм или привод** регулирующего органа, осуществляющий управляемое преобразование одного вида энергии (энергии сжатого газа в пневматических системах, электрической, гидравлической и др. видов энергии) в механическую энергию, прикладываемую к регулируемому органу, в результате чего исполнительная часть регулирующего органа выполняет возлагаемые на нее функции.

Наиболее часто в качестве регулирующих органов применяются клапаны, устанавливаемые на трубопроводах.

Кроме клапанов в качестве регулирующих механизмов применяются **заслонки, краны, шиберы**.

Клапаны предназначены для управления потоками жидких и газообразных сред, транспортируемых по трубопроводам.

Регулирующие и запорно-регулирующие клапаны осуществляют непрерывное изменение расхода регулируемого потока от минимального, когда клапан полностью закрыт, до максимального, когда клапан полностью открыт.

Запорные или отсечные клапаны управляют регулируемым потоком **не непрерывно, а дискретно** (клапан полностью открыт или полностью закрыт).

Под диаметром условного прохода клапана (Ду) следует понимать номинальный внутренний диаметр входного и выходного патрубков клапана (в ряде случаев диаметр выходного патрубка может превышать диаметр входного).

Каждому значению условного диаметра прохода клапана соответствует максимально возможное значение расхода регулируемого вещества.

8. Автоматизация бытовых газовых установок

Одно из серьезных преимуществ газового топлива — возможность автоматического контроля и регулирования процессов сжигания газа. Устройства автоматического регулирования и безопасности могут применяться как совместно, так и отдельно.

Автоматические устройства, применяемые в газовых приборах и аппаратах, по своему назначению подразделяются на группы:

- устройства регулирования;
- устройства, обеспечивающие удобство пользования;
- устройства, повышающие надежность, безотказность и долговечность работы аппаратов;
- устройства безопасности.

Большинство устройств автоматики или их комплексы служат средствами повышения безопасности. Все эксплуатируемые газовые приборы снабжены такими устройствами.

В современных моделях газовых плит предусматриваются автоматическое зажигание горелок, терморегулирование духового шкафа, контроль пламени, подсветка.

Для автоматизации розжига широко применяется система пьезозажигания, принцип действия которой основан на пьезоэффекте — генерировании высоковольтных импульсов малой длительности.

Пьезокерамическое устройство, применяемое для газовых плит, состоит из общего корпуса, в котором установлены пьезоэлемента в изолирующей обойме.

В этом же корпусе установлен боек с пружиной, взводимой при повороте ручки крана.

При повороте крана боек ударяет по торцу пьезоэлемента, вызывая импульсы тока напряжением 10–15 кВ, достаточными для получения искрового разряда в разряднике, установленном у зоны пламени горелки.

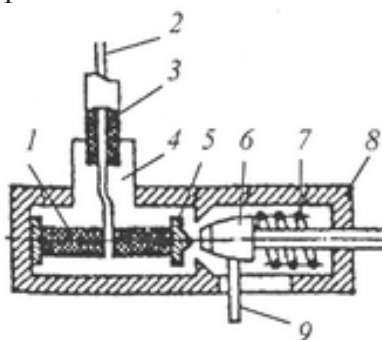


Рис. 22. Схема пьезокерамического устройства

1 - пьезоэлемент, 2 - высоковольтный провод, 3 - изолятор, 4 - трубка, 5 - головка, 6 - боек, 7 - пружина, 8 - корпус, 9 - шток взвода.

9. Принцип работы водонагревательного аппарата

Газ поступает в электромагнитный клапан, кнопка включения которого находится справа от ручки включения газового крана.

Принудительное включение запальной горелки и подача газа к основной горелке осуществляется специальным блокирующим краном, снабженным ручкой, фиксируемой в определенных положениях.

Крайнее левое положение обычно прекращает подачу газа на горелки. Среднее фиксированное положение позволяет полностью открыть кран для поступления газа на запальную горелку и закрыть кран для подачи газа на основную горелку. Третье фиксированное положение обеспечивает полное открытие крана для поступления газа на основную и запальную горелки.

Блокировку поступления газа в основную горелку при обязательной работе запальной горелки обеспечивает электромагнитный клапан, работающий от термопары.

Блокировка подачи газа в горелку в зависимости от наличия протока воды через аппарат осуществляется с помощью клапана, имеющего привод через шток от мембраны, расположенной в водогорелочном блоке.

При нажатой кнопке электромагнитного клапана и открытом положении блокировочного газового крана на запальную горелку через электромагнитный клапан газ поступает в блокировочный кран, а далее через тройник — по газопроводу к запальной горелке.

При нормальной тяге в дымоходе (разрежение не менее 2,0 Па) термопара, нагреваемая пламенем запальной горелки, передает импульс электромагнитному клапану, который автоматически открывает доступ газа к блокировочному крану.

Если тяга нарушена, биметаллическая пластина датчика тяги нагревается уходящими продуктами сгорания газа, открывает сопло датчика тяги и газ, поступающий во время нормальной работы аппарата на запальную горелку, уходит через сопло датчика тяги.

Пламя запальной горелки гаснет, термопара охлаждается и электромагнитный клапан прекращает подачу газа. Для плавного зажигания основной горелки предусмотрен замедлитель зажигания.

Модели водонагревателей повышенного класса обеспечивают ряд дополнительных функций:

- доступ газа к запальной горелке только при наличии пламени на этой горелке и протока воды;
- прекращение подачи газа к основной и запальной горелкам при отсутствии разрежения в дымоходе;
- регулирование давления (расхода) газа;
- регулирование расхода воды;
- автоматический розжиг запальной горелки.

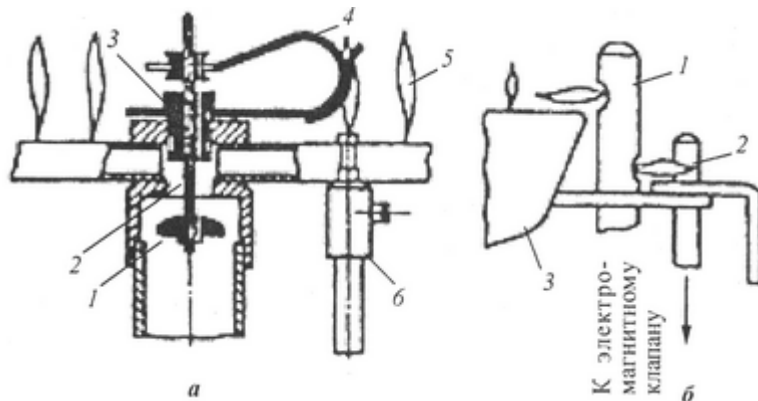


Рис. 23. Схема биметаллического термоклапана

10. Цели автоматизации газоиспользующего оборудования

Основной и самой главной задачей автоматики является обеспечение защиты газоиспользующего оборудования от возникновения аварийных ситуаций. Именно поэтому зачастую этот класс приборов называют просто «автоматикой безопасности».

Все остальные функции несомненно важны, но все-таки носят вторичный характер. Основная цель разработчиков, проектировщиков и наладчиков – **защита оборудования в нештатных ситуациях и обеспечение безопасности обслуживающего персонала.**

Анализ аварий, происходящих в котельных и других газоиспользующих объектах, показывает что, в основном, они **происходят при повторных розжигах и по вине, так называемого, человеческого фактора.** Автоматика безопасности должна **исключать подобные ситуации.**

Экономический и социальный эффект внедрения автоматики безопасности

В современных рыночных условиях можно говорить и об экономике безопасности. За счет снижения аварийности работы газоиспользующего оборудования, оснащенного средствами автоматики можно получить реальную выгоду. Денежные средства экономятся на штрафах, на ремонте оборудования и зданий, пострадавших от аварий, на компенсациях пострадавшим операторам.

Невосполнимыми остаются человеческие потери или утрата трудоспособности, пострадавших от аварий операторов. Это является немаловажным социальным и моральным фактором.

Энергосберегающий эффект автоматизации котельных

С точки зрения требований энергосбережения внедрение автоматики безопасности и регулирования позволяет достичь экономии газа от 10 до 20% за отопительный сезон по сравнению с оборудованием, требующим реконструкции или модернизации из-за физически и морально устаревших (и фактически не работающих) систем автоматики.

Экономия газа обеспечивается за счет:

1. Выбора оптимального режима работы не только котла в целом, но и индивидуальных горелок;
2. Точной настройки соотношения газ/воздух по 10 точкам, то есть, во всем диапазоне мощностей.

3. Автоматического поддержания оптимального уровня разрежения в топке котла
4. Коррекции соотношения газ/воздух по уровню кислорода в дымовых газах.
5. Использования, так называемого, погодно зависимого режима работы, при котором мощность котла зависит от температуры наружного воздуха и скорости ветра. Чем выше температура наружного воздуха и меньше скорость ветра, тем на меньшей мощности работает котел, следовательно меньше расходуется газа.

Автоматика безопасности и регулирования обеспечивает:

- Защитное отключение топочного агрегата в случае аварии;
- Автоматический контроль герметичности газовых клапанов;
- Запоминание первопричины возникновения аварийной ситуации;
- Защиту от нештатных действий оператора и в случае выхода из строя исполнительных устройств;
- Запоминание действий персонала;
- Ведение архива параметров котлоагрегата;
- Наличие «черного ящика» - энергонезависимого фиксатора событий, предшествующих аварийному останову котла;
- Автоматический розжиг горелок;
- Автоматическую и дистанционную регулировку мощности котла;
- Коррекцию соотношения газ/воздух по сигналу датчика кислорода в дымовых газах.
- Автоматическое поддержание уровня воды (для парового котла);
- Вывод на встроенный дисплей информации о состоянии объекта;
- Хранение в памяти контроллера нескольких вариантов настройки под разные режимы работы;
- Программирование "под объект" при помощи встроенного меню или от внешнего компьютера;
- Вывод информации о состоянии объекта на компьютер удаленного диспетчерского пункта;
- Дистанционное управление котлом.

11. Система телемеханизации в газовом хозяйстве

Термин «Телемеханизация» был предложен в 1905 году французским учёным Э. Бранли. Первоначально с этим понятием связывали представление об управлении по радио подвижными военными объектами.

Телемеханика - область науки и техники, предметом которой является разработка методов и технических средств передачи и приёма информации (сигналов) с целью управления и контроля на расстоянии.

Телемеханика отличается от других областей науки и техники, связанных с передачей информации на расстояние (телефония, телеграфия, телевидение), рядом специфических особенностей, важнейшие из которых:

- передача очень медленно меняющихся данных;
- необходимость высокой точности передачи измеряемых величин (до 0,1%);
- недопустимость большого запаздывания сигналов;
- высокая надёжность передачи команд управления (вероятность возникновения ложной команды должна быть не более 10^{-6} — 10^{-10});

- высокая степень автоматизации процессов сбора и использования информации

Как правило, телемеханизация применяется тогда, когда необходимо и целесообразно объединить разобщённые или территориально рассредоточенные объекты управления в единый производственный комплекс (например, при управлении газо- и нефтепроводом, энергосистемой), либо когда присутствие человека на объекте управления нежелательно (вследствие того, что работа на объекте сопряжена с риском для здоровья — например, в атомной промышленности, на некоторых химических предприятиях) или невозможно (из-за недоступности объекта управления — например, при управлении непилотируемой ракетой, луноходом).

Теле... (от греч. *téle* — вдале, далеко), часть сложных слов, обозначающая дальность, действие на большом расстоянии (например, [телеграф](#), [телевидение](#)).

Механика [от греч. *mechanike (téchne)* — наука о машинах, искусство построения машин, наука о механическом движении материальных тел и происходящих при этом взаимодействиях между телами. Под механическим движением понимают.

Телеизмерение (ТИ), телеметрия - измерение на расстоянии, осуществляемое средствами [телемеханики](#); раздел телемеханики, к которому относятся передача на расстояние измерительной информации и представление её в виде, наиболее удобном для непосредственного восприятия оператором, ввода в управляющую машину или автоматической регистрации.

Измерительная информация от [измерительных преобразователей](#) (датчиков) передаётся на пункт управления или контроля непрерывно или циклически, а иногда по вызову — после посылки оператором специального сигнала-запроса, содержащего адрес (кодовое обозначение) измеряемого параметра. На пункте управления она воспроизводится в аналоговой форме (в виде показаний стрелочных приборов) или в цифровой форме. Измерительная информация передаётся с помощью систем ТИ, а также с помощью комбинированной [телеизмерения и телесигнализации системы](#) либо с помощью комплексной [телемеханической системы](#).

ТИ, осуществляемое по радиоканалам, называется радиотелеизмерением, или радиотелеметрией.

Измерительный преобразователь, средство измерений, преобразующее измеряемую физическую величину в сигнал для последующей передачи, обработки или регистрации.

Телесигнализация (ТС)- сигнализация на расстоянии, осуществляемая средствами [телемеханики](#); раздел телемеханики, к которому относятся передача на расстояние дискретной информации о состоянии контролируемого объекта (например, открыто — закрыто, включено — выключено) и представление её в виде, наиболее удобном для непосредственного восприятия оператором, ввода в управляющую машину или автоматические регистрации.

ТС предназначена для оперативного контроля за переключениями на контролируемом пункте и исполнением команд оператора, оповещения оператора о выходе контролируемых параметров за допустимые пределы или об аварии на контролируемом объекте; ТС часто применяется совместно с [телеуправлением](#). Иногда ТС обеспечивает

оператора исходными данными для принятия решения по управлению объектом и выработки управляющих воздействий. Сигнализирующая информация передаётся с помощью комбинированной **телеуправления и телесигнализации системы, телеизмерения и телесигнализации системы**, либо с помощью комплексной **телемеханической системы**.

Телеуправление (ТУ) - управление на расстоянии, осуществляемое средствами **телемеханики**; раздел телемеханики, к которому относятся передача на расстояние управляющей информации (команд) и преобразование её в управляющие воздействия на объект управления. Каждый управляемый объект в системах телемеханики характеризуется обычно двумя состояниями (например, открыто — закрыто, включено — выключено), поэтому и управляющая информация имеет, как правило, одно-два, реже несколько слов в команде. В большинстве систем ТУ принят двухступенчатый способ передачи сигналов: сначала передаётся адрес объекта, а затем (обычно после подтверждения правильности адреса) управляющая информация. Системы ТУ используют для передачи как дискретной, так и непрерывной управляющей информации; в последнем случае системы ТУ составляют самостоятельную группу систем **телерегулирования**.

В связи с тем, что ТУ без контроля за состоянием объекта затруднено, оно обычно дополняется **телесигнализацией**. В ряде случаев управление объектами ведётся по определённой жёсткой программе. Если число таких программ невелико, а сами программы несложны, то систему ТУ дополняют специальными автоматическими устройствами, реализующими эти программы, при этом в функции оператора входят выбор нужной программы и своевременный пуск системы, что существенно облегчает его работу. Обычно передача управляющей информации осуществляется с помощью комбинированной **телеуправления и телесигнализации системы**, либо с помощью комплексной **телемеханической системы**.

ТУ, осуществляемое по радиоканалам, называется **радиоуправлением**.

Телеуправления и телесигнализации система (система ТУ — ТС) -комбинированная **телемеханическая система**, предназначенная для управления объектами и для контроля исполнения команд на расстоянии.

Кроме известительной сигнализации (оповещения), в системах ТУ — ТС может передаваться информация о состоянии контролируемых (но не управляемых) объектов системы, а также сигнализация о выходе контролируемых параметров за обусловленные пределы — аварийная сигнализация, информация о работоспособности самого телемеханического устройства и т. п.

Контрольная информация воспроизводится на **диспетчерском щите** с помощью мнемонических схем или **индикаторов**.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Роль системы автоматического регулирования в газоснабжении.
2. Как можно охарактеризовать регулируемые параметры процесса?
3. Что такое «сигнал» в системе автоматического регулирования?
4. Каким образом в регуляторах давления газа РД-32М и РД-50М можно изменить пропускную способность?
5. Какое устройство имеется в регуляторе давления РДНК-400 для сброса газа в атмосферу?

6. Что обеспечивает система автоматического регулирования в городском газоснабжении?
7. Каковы функции автоматического регулятора давления газа?
8. Охарактеризовать «Сигнал на выходе» в системе автоматического регулирования.
9. Охарактеризовать принцип действия регулятора давления газа РДСК-50.
10. Охарактеризовать принцип действия регуляторов давления газа РД-32М и РД-50М.
11. Каким образом происходит эксплуатация газового оборудования в оптимальных режимах.
12. Охарактеризовать «Сигнал на входе» в системе автоматического регулирования.
13. Охарактеризовать принцип действия регулятора давления газа РДГД-20.
14. Что такое «объект регулирования»?
15. Охарактеризовать структурную схему системы автоматического регулирования.
16. Что такое «емкость объекта»?
17. Какое устройство в регуляторе давления газа РДГД-20 предохраняет мембрану от разрыва в случае повышения выходного давления сверх заданного?
18. С помощью каких устройств происходит регулирование давления газа?
19. Что такое «самовыравнивание объекта»?
20. Каково предназначение исполнительных механизмов в системе автоматического регулирования?
21. Каким образом регулятор давления газа РД-32М реагирует на полное отсутствие расхода газа в сети?
22. Каким образом регуляторы давления газа РД-32М и РД-50М настраиваются на рабочее давление?
23. Какие устройства соединены и независимо работают в регуляторе давления газа РДНК-400?
24. Охарактеризовать принцип работы регулирующих органов.
25. Почему двухседельные клапаны считаются почти разгруженными?
26. Охарактеризовать работу автоматики проточного водонагревателя.
27. Охарактеризуйте сущность телеизмерения.
28. Охарактеризовать предназначение водонагревателей, исходя из принципа их работы.
29. Охарактеризовать принцип работы пневматического исполнительного механизма одностороннего действия.
30. Охарактеризовать предназначение устройств телесигнализации.
31. Охарактеризовать основные параметры в газоснабжении, которые подвергаются телеизмерению.
32. Охарактеризуйте принципы разделения клапанов по роду действия.
33. Охарактеризуйте результаты действия помех на сигнал в системе автоматического регулирования.
34. Охарактеризуйте принцип действия термопары.
35. Охарактеризуйте предназначение дифманометров.
36. От каких факторов зависит величина термо-э.д.с. в термопаре?
37. Чем характеризуется точность измерения?
38. Охарактеризуйте предназначение манометрических термометров.
39. Охарактеризуйте роль датчиков в системе автоматического регулирования.
40. Охарактеризуйте принцип действия поляризованного электромагнитного реле.
41. Охарактеризуйте погрешность измерения.
42. Охарактеризуйте главную задачу метрологии – науки об измерениях.
43. Охарактеризуйте основные задачи государственной метрологической службы.

44. Согласно Закону РФ «Об обеспечении единства измерений» в каких сферах обязательно создание метрологических служб?
45. Охарактеризовать, какие автоматически действующие устройства входят в состав ГРП.
46. Охарактеризуйте последовательность расположения автоматически действующих устройств в ГРП.
47. Охарактеризуйте, каким образом ПЗК реагируют на увеличение конечного давления сверх установленных норм.
48. Охарактеризуйте, каким образом сигнал об увеличении конечного давления сверх установленных норм в ГРП поступает в ПЗК.
49. Охарактеризуйте, в каких местах технологической линии ГРП монтируются предохранительно-сбросные устройства.
50. Если технологический процесс потребителей газа предусматривает непрерывную работу газовых горелок, то в ГРП монтируют предохранительно-запорные или предохранительно-сбросные клапаны?
51. Нужна ли установка предохранительно-запорных клапанов, если ГРП снабжают тупиковые объекты?
52. Охарактеризовать назначение предохранительно-сбросных устройств, применяемых в ГРП.
53. Охарактеризуйте последствия, к которым может привести увеличение или уменьшение давления газа сверх допустимых пределов после регулятора.
54. Если по условиям производства перерыв в подаче газа недопустим, то что должно быть предусмотрено вместо предохранительно-запорного клапана?
55. Охарактеризовать, что обозначают первые цифры после буквенного обозначения типа клапана (например, ПСК – 50\5).
56. Охарактеризуйте отличие малоподъемных предохранительно-сбросных клапанов от полноподъемных.
57. Охарактеризуйте предназначение предохранительного клапана типа ПК.
58. Что контролируют предохранительно-запорные клапаны типа ПКВ и ПКН.
59. Охарактеризуйте конструктивное отличие клапанов типа ПКВ от клапанов типа ПКН.
60. Что обозначает число после буквенного обозначения в маркировке клапана ПКН?
61. Охарактеризуйте устройство, которое предохранит кольцевую систему газопроводов от повышения в ней давления сверх допустимых пределов, если в ГРП сработал предохранительно-запорный клапан, но из-за негерметичности его затвора давление в системе продолжает увеличиваться.
62. Каким должно быть минимальное давление срабатывания предохранительного клапана, какой величиной оно определяется?
63. От чего зависит максимально допустимое давление срабатывания предохранительного клапана?
64. Каково предназначение клапана-отсекателя Ду – 50?
65. Клапан-отсекатель Ду – 50 устанавливается до или после регулятора давления типа РД-50М?
66. Каково назначение малогабаритного запорно-предохранительного клапана ПКК – 40М?
67. Что контролируют предохранительно-запорный и предохранительно сбросной клапан, в чем их отличие?
68. Охарактеризуйте последовательность срабатывания предохранительно-сбросного и предохранительно-запорного клапанов?
69. Какие показатели технологического процесса в газоснабжении возможно контролировать посредством автоматического измерения и контроля?

70. Почему для газовых приборов и агрегатов автоматический контроль является важным?
71. Какие функции выполняет автоматическая сигнализация в системе газоснабжения?
72. Каково назначение автоматической защиты в системе газоснабжения?
73. Какие функции выполняет автоматическое управление?
74. Какие функции выполняет автоматическое регулирование?
75. По какому параметру оценивается качество системы автоматического регулирования?
76. Охарактеризуйте, чем определяется надежность системы автоматического регулирования.
77. Охарактеризуйте «запаздывание» в системе автоматического регулирования.
78. Каково назначение телемеханической системы в системе газоснабжения?
79. Каким образом, посредством каких действий восстанавливается точность переданного сообщения в телемеханической системе?
80. Охарактеризуйте последствия воздействия помех на сигнал в телемеханической системе.
81. Охарактеризуйте, в чем заключается помехоустойчивость телемеханической системы?
82. Охарактеризуйте основные параметры в газоснабжении, которые подвергаются телеизмерению.
83. Охарактеризуйте роль устройств телесигнализации в городских системах газоснабжения.
84. Охарактеризуйте роль телеуправления в системе газового хозяйства города, приведите примеры.
85. Охарактеризуйте, в чем заключается сущность телеизмерения в газоснабжении .
86. Что происходит с сигналом в приемном устройстве телеизмерительной системы и в каких значениях градуируется шкала принимающего прибора.
87. Охарактеризуйте причины возникновения погрешности при передаче сигнала по каналу связи.
88. Охарактеризуйте основные задачи, стоящие перед аварийно-диспетчерской службой.
89. Какие команды передаются телеуправляемому регулятору давления газа на ГРП?
90. Охарактеризуйте автоматические устройства, применяемые в котельных .

Литература:

1. Жила В. А. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения: Учебник.-М.: ИНФРА-М, 2007.-238с.
2. Краткий иллюстрированный конспект по дисциплине «Автоматика и телемеханика систем газоснабжения».
3. Интернет-ресурс:

<http://www.gazovik.ru/>

<http://www.gaztrade.ru/>

<http://fas.su/>