

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Блинова Светлана Павловна
Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе
Дата подписания: 22.05.2025 05:21:45
Уникальный идентификатор:
1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20237f3ab5c65

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Норильский государственный индустриальный институт
Политехнический колледж

Методические указания и контрольные
задания для студентов-заочников

по Теоретические основы технического обслуживания и эксплуатации
автоматизированных и мехатронных систем управления

для специальности

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по
отраслям)

2021

Рабочая программа междисциплинарного курса «Теоретические основы технического обслуживания и эксплуатации автоматических и мехатронных систем управления» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования 12.05.07 Автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям).

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт»

Разработчик: Колупаева Е.А. – преподаватель.

Рассмотрена на заседании цикловой комиссии: Автоматизации технологических процессов.

Председатель комиссии: Петухова А.В.

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт»

Протокол заседания методического совета № ___ от « ___ » _____ 20 ___ г.

Зам. директора по УР _____ С.П. Блинова

Содержание

Введение	4
Указания к выполнению контрольной и практических работ	6
Тематический план учебной дисциплины	7
Содержание учебной дисциплины	9
Задания на практические работы 1 и 2	34
Задания на практическую работу 3	35
Контрольная работа	36
Экзаменационные вопросы	40
Список использованных источников	43

Введение

Задачи интенсификации производства, стоящие перед промышленностью и наукой нашей страны, требуют создания новых и совершенствования имеющихся технологических процессов и материалов, строгого контроля качества продукции. Одним из возможных путей повышения эффективности производства является создание автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и автоматизированных систем управления предприятием (АСУП). В автоматизированных системах управления воплощены достижения всех предшествующих ступеней развития средств и методов управления технологическими объектами и процессами.

В управлении очень важную роль играют вопросы сбора и преобразования параметров, характеризующих ход технологического процесса.

Без достоверных значений параметров и автоматического контроля за этими значениями в большинстве случаев нельзя управлять процессом или агрегатом, без средств измерения невозможна автоматизация. Особенно большое значение приобретают вопросы получения достоверных значений измеряемых параметров в связи с задачами комплексной автоматизации технологических процессов и более эффективного использования производственного потенциала. Решение этих задач требует анализа процессов и технико-экономических показателей, а для этого нужны надежные и точные средства измерения.

Новые возможности открылись перед измерительной техникой после появления микропроцессоров, применение которых позволило не только существенно увеличить точность и быстродействие приборов, расширить их функциональные возможности, но и разработать качественно новые "интеллектуальные" устройства, способные производить управление процессом измерения, автоматически выбирать необходимый диапазон измерений, осуществлять автокалибровку, обрабатывать результаты измерения и представлять их оператору в упорядоченной форме. Имеется также возможность объединения нескольких взаимно дополняющих приборов вместе с ЭВМ в единый информационно-вычислительный комплекс.

Усложнение технологических циклов привело к необходимости одновременного определения большого числа параметров и физических величин, возросла роль динамических измерений. Автоматизация сложных производственных процессов неразрывно связана с применением информационно-измерительных систем, обеспечивающих получение оперативной измерительной информации в должном объеме и эффективное управление течением технологического процесса.

В результате изучения междисциплинарного курса студент должен:

иметь практический опыт:

осуществления эксплуатации и обслуживания средств измерений и автоматизации;

текущего обслуживания регуляторов и исполнительных механизмов, аппаратно-программной настройки и обслуживания микропроцессорной техники систем автоматического управления, информационных и управляющих систем, мехатронных устройств и систем;

уметь:

обеспечивать эксплуатацию автоматических и мехатронных систем управления;

производить сопровождение и эксплуатацию аппаратно-программного обеспечения систем автоматического управления и мехатронных устройств и систем;

перепрограммировать, обучать и интегрировать автоматизированные системы CAD/CAM;

знать:

нормативные требования по эксплуатации мехатронных устройств, средств измерений и автоматизации;

методы настройки, сопровождения и эксплуатации аппаратно-программного обеспечения систем автоматического управления, мехатронных устройств и систем;

методы перепрограммирования, обучения и интеграции в автоматизированную систему CAD/CAM.

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических навыков программой междисциплинарного курса предусматривается проведение трех практических работ и выполнение одной контрольной работы.

Итоговой формой контроля знаний является экзамен.

Указания к выполнению контрольной и практических работ

Контрольная работа содержит пять заданий. Варианты для каждого учащегося - индивидуальные. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнальном списке.

Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается и возвращается учащемуся.

Контрольная работа выполняется на отдельных листах формата А4. Условия заданий переписываются полностью, оставляются поля шириной 25-30 мм для замечаний рецензента, а в конце работы - страница для рецензии. Решение задач обязательно ведется в Международной системе единиц (СИ).

После получения работы с оценкой и замечаниями преподавателя надо исправить отмеченные ошибки, выполнить все его указания и повторить недостаточно усвоенный материал. Если студент за контрольную работу получил неудовлетворительную оценку, то он выполняет работу снова по старому или новому варианту в зависимости от указания рецензента и отправляет ее на повторную проверку.

По каждой практической работе составляется отчет в установленной форме, с ответами на контрольные вопросы. Сдача экзамена по дисциплине разрешается студентам, получившим положительную оценку по контрольной работе и имеющим зачет по практическим работам.

Тематический план междисциплинарного курса

Наименование разделов и тем
Введение
Раздел 1 Измерение температуры
Тема 1.1 Основные методы и приборы для измерения температуры
Тема 1.2 Термометры расширения
Тема 1.3 Термопреобразователи сопротивления
Тема 1.4 Термоэлектрические преобразователи
Тема 1.5 Вторичные приборы и преобразователи температуры
Тема 1.6 Пирометры
Раздел 2 Измерение давления и перепада давлений
Тема 2.1 Основные методы и средства для измерения давления
Тема 2.2 Вторичные приборы и устройства для измерения давления управления
Раздел 3 Измерение уровня сыпучих продуктов и жидкости
Тема 3.1 Измерение уровня сыпучих продуктов
Тема 3.2 Измерение уровня жидкостей
Раздел 4 Измерение массы, расхода и объема вещества
Тема 4.1 Измерение расхода и дозирование сыпучих продуктов

Тема 4.2 Расходомеры для жидкостей и газов
Раздел 5 Измерение состояния, свойств и состава вещества
Тема 5.1 Измерение влажности и плотности
Тема 5.2 Измерение концентрации вещества в газовых смесях
Тема 5.3 Измерение концентрации вещества в растворах
Раздел 6 Системы автоматического контроля технологических процессов
Тема 6.1 Информационные системы. Измерительные каналы
Раздел 7 Организация работ по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологических процессов
Тема 7.1 Организация службы КИП и А на предприятиях отрасли
Тема 7.2 Эксплуатация мехатронных устройств, средств измерений и автоматизации
Тема 7.3 Настройка сопровождение и эксплуатация аппаратно-программного обеспечения систем автоматического управления, мехатронных устройств и систем

Содержание междисциплинарного курса

Введение

Студент должен:

иметь представление:

- о целях и задачах междисциплинарного курса;
- о ее связи с другими дисциплинами;
- о современном состоянии средств и систем автоматизации в отрасли и о перспективах развития;

знать:

- средства измерений технологических параметров - основа информационной базы АСУ ТП.

Цели и задачи междисциплинарного курса и ее значение для подготовки специалиста.

Современное состояние эксплуатации средств автоматизации и АСУ ТП на предприятиях отрасли.

Перспективы развития средств измерений и систем автоматизации.

Литература: [1. с, 4-5].

Вопросы для самопроверки

1 В чем заключаются цели и задачи междисциплинарного курса?

2 Каковы перспективы развития средств и систем автоматизации?

Раздел 1 Измерение температуры

Тема 1.1 Основные методы и приборы для измерения температуры

Студент должен:

иметь представление:

- о температуре, как о физической величине;
- о методах измерения температуры в различных диапазонах;

знать:

- методы и средства измерения температуры;

- схемы подключения измерительных преобразователей температуры;

уметь:

- выбирать средства измерения температуры;
 - измерять температуру с использованием измерительных преобразователей.

Общие сведения об измерении температуры. Методы и средства измерения температуры.

Температурные шкалы. Классификация методов и приборов для измерения температуры. Манометрические термометры. Модификации манометрических термометров. Термометрические сигнализаторы. Принцип действия, конструкция, технические характеристики.

Основные типы средств измерения температуры приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Наиболее распространенные промышленные средства измерений температуры

Термометрическое свойство	Наименование средства	Диапазон измерений, °С
Изменение давления рабочего вещества при постоянном объеме	Манометрические термометры:	
	газовые	— 150÷600
	жидкостные	—150÷600
	конденсационные	—50÷350
Термоэлектрический эффект (термоЭДС)	Термоэлектрические преобразователи	—200÷2200
Изменение электрического сопротивления	Металлические термопреобразователи сопротивления	—260÷1100
	Полупроводниковые термопреобразователи сопротивления	—240÷300
Тепловое излучение	Пирометры излучения:	
	квазимонохроматические	700÷6000
	спектрального отношения	1400÷2800
	радиационные	50÷3500

Литература: [1. с, 25-27; 2. с, 76-121].

Вопросы для самопроверки

1 Как воспроизводится Международная температурная шкала?

- 2 Какие единицы измерения температуры вы знаете?
- 3 С помощью каких средств измерения воспроизводится температурная шкала между реперными точками?
- 4 Какие методы измерения температуры вы знаете?
- 5 Какие контактные средства измерения температуры вы знаете и в какой области температур они используются?
- 6 Какие бесконтактные средства измерения температуры вы знаете и в какой области температур они используются?

Тема 1.2 Термометры расширения

Студент должен:

знать:

- назначение, устройство, принцип действия, технические характеристики термометров расширения;

уметь:

- измерять температуру с использованием термометров расширения.

Жидкостные, механические (биметаллические и дилатометрические) термометры. Назначение, устройство, принцип действия, технические характеристики, погрешности, способы их устранения. Порядок поверки термометров расширения

Литература: [3. с, 78-159].

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие термометрические вещества используются для заполнения стеклянных термометров?
- 2 Чем отличаются методики измерения температуры стеклянными термометрами лабораторными и техническими?
- 3 Как вводится поправка на выступающий столбик?
- 4 Какие типы манометрических термометров вы знаете?
- 5 Какой тип манометрических термометров имеет наиболее широкий диапазон измерения?
- 6 Как влияют температура и давление окружающей среды на показания манометрических термометров?
- 7 Каков принцип действия биметаллических термометров?

Тема 1.3 Термопреобразователи сопротивления

Студен должен:

знать:

- принцип действия, градуировку, технические характеристики, конструкцию проводниковых и полупроводниковых термопреобразователей сопротивления;
- схемы включения термопреобразователей сопротивления;

уметь:

- измерять температуру с использованием термопреобразователей сопротивления.

Измерение температуры терморезисторами. Материалы для изготовления их элементов, характеристика. Принцип действия, градуировка, модификация и технические характеристики, конструкция. Полупроводниковые терморезисторы (термисторы), их назначение, устройство, принцип действия, технические характеристики, особенности эксплуатации.

Схемы включения термопреобразователей сопротивления в измерительную цепь.

Литература: [2. с, 49-65].

Вопросы для самопроверки

1 Какие требования предъявляются к материалу термопреобразователей сопротивления?

2 Из каких материалов выполняются металлические ТС?

3 Что обозначают градуировки 100П, 50М?

4 В какой области температур используются платиновые и медные ТС?

5 Чем отличается конструктивное выполнение платиновых и медных ТС и чем оно вызвано?

6 Какие выходные сигналы имеют термопреобразователи ТСПУ?

7 Как влияет температура на сопротивление полупроводниковых термопреобразователей сопротивления?

8 Какие схемы включения термопреобразователей сопротивления используются?

Тема 1.4 Термоэлектрические преобразователи

Студент должен:

иметь представление:

- о термоэлектрическом эффекте;

знать:

- принцип действия, технические характеристики, конструкцию термоэлектрических преобразователей;

- типы НСХ термоэлектрических преобразователей;

- методы для введения поправки на температуру свободных концов;

- устройства для введения поправки на температуру свободных концов термопары;

уметь:

- выбирать средства измерения температуры;

- измерять температуру с использованием измерительных преобразователей.

Термоэлектрические термометры (ТЭТ), их назначение, принцип действия, устройство, материалы, технические характеристики. Термоэлектродные провода, их характеристика и выбор. Методы и устройства для введения поправки на температуру свободных концов. Особенности использования.

Включение термоэлектрических преобразователей в измерительную цепь.

Литература: [1. с, 27-49; 2. с, 434-462].

Вопросы для самопроверки

1 В каком случае в цепи из двух проводников возникает термоЭДС и какие эффекты вызывают ее появление?

2 Какие существуют способы включения измерительных приборов в цепь термопары?

3 Какие стандартные термопары обладают максимальной и минимальной чувствительностью, максимальным и минимальным диапазоном измерения?

4 Каково устройство кабельных термопар и в какой области они в основном применяются?

5 Для чего нужны удлиняющие термоэлектродные провода и какие требования к ним предъявляются?

6 Какие устройства используются для введения поправки на изменение температуры свободных концов?

7 Какой выходной сигнал имеют термопреобразователи ТХАУ?

Практическая работа 1

Выбор средств измерения температуры

Цель: получение практических навыков в выборе средств измерения температуры.

Критерии выбора СИ:

- 1 диапазон измерения;
- 2 класс точности;
- 3 унифицированный выходной сигнал;
- 4 условия измеряемой и окружающей среды;
- 5 длина монтажной части чувствительного элемента;
- 6 стоимость.

Задание: выбрать средство измерения температуры, руководствуясь критериями выбора СИ, пользуясь техническими описаниями и каталогами.

Содержание отчета:

- 1 тема;
- 2 цель;
- 3 задание;
- 4 пример заказа выбранного СИ температуры;
- 5 пояснения всех позиций в примере заказа;
- 6 устройство и принцип действия, выбранного СИ температуры;
- 7 вывод.

Тема 1.5 Вторичные приборы и преобразователи температуры

Студент должен:

знать:

- номенклатуру вторичных приборов для измерения температуры;
- двухпроводное и трехпроводное подключение

терморезистора;

- способы термостатирования температуры свободных концов термоэлектрических преобразователей;

уметь:

- измерять температуру с использованием вторичных приборов;

- проводить поверку вторичных приборов.

Электронные автоматические уравновешенные мосты: показывающие, самопишущие и регулирующие; их назначение, устройство, принцип действия, модификация, технические характеристики. Конструктивные элементы уравновешенных мостов КСМ2 переменного тока (ГСП). Двухпроводное и трехпроводное подключение терморезистора в измерительную схему.

Магнитоэлектрический логометр. Анализ принципиальных электрических схем подключения к логометру при дистанционном контроле температуры. Подгонка сопротивления соединительных линий. Милливольтметры, их назначение, устройство и принцип действия. Модификация пирометрических милливольтметров

Компенсационный метод измерения. Принципиальная схема потенциометра. Автоматические электронные потенциометры КСП, их устройство, принцип действия и технические характеристики. Анализ измерительных цепей и методика их расчета.

Литература: [1. с, 66-73; 2. с, 259-301].

Вопросы для самопроверки

1 В чем состоит преимущество потенциометрического метода измерения сопротивления ТС (четырёхпроводное подключение)?

2 Дайте сравнительную характеристику уравновешенных и неуравновешенных мостов для измерения сопротивления.

3 Чем определяется преимущество трехпроводного подключения ТС к мосту по сравнению с двухпроводным?

4 Охарактеризуйте принцип действия автоматического уравновешенного моста.

5 Как обеспечивается стабильность коэффициента преобразования в нормирующих преобразователях для ТС и

ТЭП?

6 Перечислите условия, которые должны выполняться при измерении температуры пирометрическим милливольтметром и автоматическим потенциометром?

7 Как производится компенсация изменения температуры свободных концов в автоматических потенциометрах типа КСП?

8 Какие функции выполняют микропроцессоры в интеллектуальных преобразователях для ТС и ТЭП?

9 Каковы особенности пневматической системы дистанционной передачи информации и каков принцип действия вторичных пневматических приборов?

Тема 1.6 Пирометры

Студент должен:

знать:

- устройство оптических пирометров;
- устройство радиационных пирометров;
- принцип действия, технические характеристики, погрешность оптических пирометров;
- принцип действия, технические характеристики, погрешность радиационных пирометров.

Методы измерения температуры нагретых тел по их излучению. Яркостные оптические пирометры с исчезающей нитью, их назначение, устройство, принцип действия и технические характеристики, погрешность оптических и радиационных пирометров и введение поправок. Перспективы применения бесконтактных методов измерения температуры.

Литература: [1. с, 73-89; 2. с, 200-256].

Вопросы для самопроверки

1 Как связаны спектральные энергетические яркости физического и абсолютно черного тела?

2 Почему при измерении температуры физического тела по излучению измеряются условные температуры?

3 Какие разновидности пирометров излучения вы знаете?

4 Сопоставьте соотношения, связывающие яркостную и цветовую температуры с истинной температурой физического тела.

5 Перечислите факторы, обеспечивающие измерение монохроматической энергетической яркости тела в оптических пирометрах.

6 Для каких тел цветовая температура совпадает с истинной?

Раздел 2 Измерение давления и перепада давлений

Тема 2.1 Основные методы и средства для измерения давления

Студент должен:

иметь представление:

- о давлении, как о физической величине;

знать:

- понятия: избыточное давление, вакуумметрическое давление, абсолютное давление;

- устройство и принцип действия деформационных манометров;

уметь:

- выбирать средства измерения давления.

Методы измерения давления. Давление абсолютное, избыточное, вакуумметрическое. Единицы измерения давления. Классификация приборов для измерения давления. Жидкостные приборы: двухтрубные и чашечные манометры с наклонной трубкой.

Дифференциальные манометры. Введение поправок в показания приборов. Грузопоршневые манометры. Методика поверки манометров. Преобразователи и сигнализаторы давления.

Деформационные приборы: мембранные, сильфонные, трубчато-пружинные; индикаторы и реле давления, сигнализаторы падения давления, их назначение, устройство, принцип действия и технические характеристики.

Основные единицы измерения давления указаны в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Соотношения между различными единицами измерения давления

Единица	1 кгс/см ²	1 кгс/м ²	1 мм рт. ст.	1 бар	1 PSI	1 PSF
Па	98 066,5 = 0,1 МПа	9,8065	133,322	10 ⁵	6896,38	47,837

PSI - psi - Poud/Square Inch - фунты на квадратный дюйм.

PSF - psf - Poud/Square Feet - фунты на квадратный фут

Литература: [1. с, 184-192; 2. с, 302-318].

Вопросы для самопроверки

- 1 Каков принцип действия жидкостных манометров?
- 2 Какие существуют способы повышения точности жидкостных манометров?
- 3 Какие разновидности упругих чувствительных элементов вы знаете?
- 4 Манометры с какими упругими чувствительными элементами вы выберете, если необходимо измерить давление в пределах: 0...1 кПа; 0...0,1 МПа; 0...100 МПа?
- 5 Какое влияние на показания оказывает сопротивление линий связи между первичным и вторичным приборами дифференциально-трансформаторной системы?
- 6 Каковы причины широкого использования в качестве выходного сигнала преобразователей токового унифицированного сигнала?
- 7 Какими методами обеспечивается высокая точность преобразователей с силовой компенсацией типа ИПД?
- 8 Каково назначение вентильного блока дифманометров?
- 9 Что определяет высокую точность грузопоршневых манометров?
- 10 Какие устройства используются для защиты манометров от действия высоких температур и агрессивных сред?

Практическая работа 2

Выбор средств измерения давления

Цель: получение практических навыков в выборе средств измерения давления.

Критерии выбора СИ:

- 1 диапазон измерения;
- 2 класс точности;
- 4 унифицированный выходной сигнал;
- 5 условия измеряемой и окружающей среды;
- 6 стоимость.

Задание: выбрать средство измерения давления, руководствуясь критериями выбора СИ, пользуясь техническими описаниями и каталогами на приборы.

Содержание отчета:

- 1 тема;
- 2 цель;
- 3 задание;
- 4 пример заказа выбранного СИ давления;
- 5 пояснения всех позиций в примере заказа;
- 6 устройство и принцип действия, выбранного СИ давления;
- 7 вывод.

Тема 2.2 Вторичные приборы и устройства для измерения давления **управления**

Студент должен:

знать:

- номенклатуру вторичных приборов для измерения давления;

уметь:

- измерять давление с использованием вторичных приборов;

- выбирать средства измерения давления

- диапазон выходных сигналов интеллектуальных датчиков давления.

Приборы для дистанционного измерения давления. Тензорезисторные и пьезоэлектрические преобразователи. Принцип действия, устройство, основные типы и области применения.

Интеллектуальные датчики. Выбор средств измерения давления.

Литература: [1. с, 192-223; 2. с, 319-411].

Вопросы для самопроверки

1 Какие вы знаете типы тензопреобразователей и каков их принцип действия?

2 Какие вы знаете типы пьезоэлектрических преобразователей давления и каков их принцип действия?

3 Благодаря чему в преобразователях с токовым выходным сигналом изменение сопротивления нагрузки не влияет на выходной сигнал?

4 Что ограничивает нижний предел применения ионизационных манометров?

5 Каковы критерии выбора средств измерения давления?

Раздел 3 Измерение уровня сыпучих продуктов и жидкости

Тема 3.1 Измерение уровня сыпучих продуктов

Студент должен:

знать:

- методы измерения уровня сыпучих продуктов;
- устройство, принцип действия сигнализаторов уровня;

уметь:

- выбирать средства измерения уровня.

Методы измерения уровня сыпучих продуктов. Классификация приборов. Сигнализаторы уровня. Их назначение, устройство, принцип действия, технические характеристики, эксплуатационные особенности.

Литература: [1. с, 140-182; 2. с, 319-411].

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие методы применяются для измерения уровня сыпучих продуктов?
- 2 Приведите схемы электрических сигнализаторов уровня.
- 3 Каковы эксплуатационные особенности сигнализаторов уровня?

Тема 3.2 Измерение уровня жидкостей

Студент должен:

знать:

- методы измерения уровня жидкостей;
- устройство, принцип действия сигнализаторов уровня;

уметь:

- выбирать средства измерения уровня.

Методы измерения уровня. Классификация приборов. Уровнемеры: буйковые; поплавковые; гидростатические; пьезометрические; радиоизотопные; акустические; вибрационные. Их назначение, устройство, принцип действия и технические характеристики.

Электрические, кондуктометрические уровнемеры и сигнализаторы уровня. Их назначение, устройство, принцип действия, технические характеристики, эксплуатационные особенности.

Литература: [1. с, 91-182].

Вопросы для самопроверки

- 1 Как изменятся показания дифманометрического уровнемера (завышение или занижение) при повышении давления и температуры воды? Первоначальное давление 7 МПа.
- 2 Зависит ли от текущего значения уровня абсолютная погрешность измерения уровня, вызванная отсутствием уравнительного сосуда?
- 3 Зависит ли коэффициент преобразования емкостного преобразователя уровня от соотношения диэлектрических проницаемостей жидкости и ее паров?
- 4 Изменяется ли при измерении уровня осадка буйка

уровнемера, снабженного преобразователем с силовой компенсацией?

5 Изменяются ли показания индуктивного дискретного уровнемера при изменении электропроводности контролируемой среды?

6 Перечислите параметры термокондуктометрического преобразователя уровня, влияющие на коэффициент преобразования.

Раздел 4 Измерение массы, расхода и объема вещества

Тема 4.1 Измерение расхода и дозирование сыпучих продуктов

Студент должен:

знать:

- методы измерения и дозирования сыпучих продуктов;
- назначение, устройство, принцип действия виброточковых и центробежных расходомеров;
- назначение, устройство, принцип действия автоматических дозаторов;

уметь:

- выбирать средства измерения расхода сыпучих продуктов.

Классификация методов и средств контроля количественных показателей потоков сыпучих продуктов. Виброточковые и центробежные расходомеры: их назначение, устройство, принцип действия. Автоматические дозаторы.

Литература: [5. с, 133-200].

Вопросы для самопроверки

- 1 Назовите основные типы весов и дозаторов.
- 2 Какую классификацию имеют гири?
- 3 Объясните устройство платформенных весов.
- 4 Чем отличаются автоматические дозаторы от автоматических весов?
- 5 Чем обеспечивается необходимая производительность автоматического дозатора?

Тема 4.2 Расходомеры для жидкостей и газов

иметь представление:

- о методе постоянного перепада давления;
- о методе переменного перепада давления;
- назначение, устройство, принцип действия ультразвуковых и тепловых расходомеров;
- назначение, устройство, принцип действия электромагнитных расходомеров;
- назначение, устройство, принцип действия вихревых и кориолисовых расходомеров;

уметь:

- рассчитывать и выбирать сужающие устройства;
- выбирать средства измерения расхода жидкостей и газов.

Единицы измерения расхода и количества вещества. Классификация приборов для измерения расхода и количества вещества. Объемные и скоростные счетчики и расходомеры для жидкостей и газов; их назначение, устройство и принцип действия, технические характеристики.

Метод переменного перепада давления. Характеристика величин, входящих в уравнение расхода. Стандартные сужающие устройства (СУ). Измерительные комплексы с СУ.

Метод постоянного перепада давления. Расходомеры обтекания (ротаметры). Устройство ротаметров с электро- и пневмоизмерительными преобразователями.

Ультразвуковые, тепловые (калориметрические). Принцип действия, устройство, области применения, технические характеристики

Электромагнитные расходомеры. Принцип действия, устройство, области применения, технические характеристики.

Вихревые, кориолисовые расходомеры. Принцип действия, устройство, области применения, технические характеристики.

Литература: [1. с, 224-353].

Вопросы для самопроверки

1 Охарактеризуйте область применения расходомеров переменного перепада давления, достоинства и недостатки

этого метода измерения расхода.

2 Какие типы сужающих устройств вы знаете?

3 Какие вы знаете способы отбора давления у диафрагм?

4 Какие составляющие определяют погрешность измерения расходомеров переменного перепада давления?

5 Рассмотрите требования, предъявляемые к установке дифманометров при измерении расхода жидкостей и газов.

6 Для чего вводятся уравнительные конденсационные сосуды при измерении расхода пара?

7 Какие специальные сужающие устройства вы знаете и каково их назначение?

8 Проанализируйте область применения, достоинства и недостатки расходомеров постоянного перепада давления.

9 Какие силы обеспечивают нахождение в потоке поплавка во взвешенном состоянии.

10 Как вводится поправка на изменение плотности среды в показания поплавкового расходомера?

11 Охарактеризуйте область применения тахометрических расходомеров, их положительные и отрицательные стороны.

12 Каков принцип действия камерных расходомеров?

13 Расход каких сред могут измерять электромагнитные расходомеры?

14 Почему требуется тщательное заземление корпусов электромагнитных преобразователей и экранирование линий связи?

15 На какую глубину в трубы больших диаметров погружаются зонды электромагнитных преобразователей и чем она определяется?

16 Проанализируйте достоинства и недостатки ультразвуковых расходомеров.

17 Охарактеризуйте способы измерения разности времен распространения импульсов в ультразвуковых расходомерах.

18 Каков принцип действия доплеровских корреляционных расходомеров?

19 Чем обусловлено возникновение вихрей Кармана?

20 Какие методы измерения частоты вихрей Кармана вы знаете?

21 Каков принцип действия массовых расходомеров?

22 Какие функции выполняют теплосчетчики?

Практическая работа 3

Выбор средств измерения расхода методом переменного перепада давления

Цель: получение практических навыков в выборе средств измерения расхода.

Критерии выбора СИ:

- 1 диапазон измерения;
- 2 класс точности;
- 3 унифицированный выходной сигнал;
- 4 условия измеряемой и окружающей среды;
- 5 стоимость.

Задание: выбрать средство измерения расхода, руководствуясь критериями выбора СИ, пользуясь техническими описаниями и каталогами.

Порядок выполнения работы:

- 1 изучить метод переменного перепада давления;
- 2 найти значения всех величин входящих в уравнение расхода, рассчитываемого по методу переменного перепада давления;
- 3 выбрать СИ расхода;
- 4 оформить отчет.

Содержание отчета:

- 1 тема;
- 2 цель;
- 3 задание;
- 4 пример заказа выбранного СИ расхода;
- 5 пояснения всех позиций в примере заказа;
- 6 устройство и принцип действия, выбранного СИ расхода;
- 7 вывод.

Раздел 5 Измерение состояния, свойств и состава вещества

Тема 5.1 Измерение влажности и плотности

Студент должен:

знать:

- способы измерения влажности газов;
- способы измерения влажности сыпучих продуктов;
- методы измерения плотности жидких продуктов;
- устройство, принцип действия радиоизотопных плотномеров;
- устройство, принцип действия вибрационных плотномеров;

уметь:

- выбирать средства измерения влажности;
- выбирать средства измерения плотности.

Основные сведения и классификация. Влагомеры для газов: психрометры, конденсационные и сорбционные влагомеры; их назначение, устройство, принцип действия. Влагомеры для твердых и сыпучих материалов.

Методы измерения плотности жидких сред. Типы плотномеров. Радиоизотопные плотномеры. Вибрационные плотномеры. Устройство, принцип действия.

Литература [5. с, 192-198].

Вопросы для самопроверки

- 1 Каким образом может быть охарактеризована влажность газов?
- 2 Какова особенность измерения влажности твердых тел и как она может быть охарактеризована?
- 3 Какие методы применяются для измерения влажности газов?
- 4 В чем заключается психрометрический метод измерения влажности?
- 5 В чем заключается метод измерения точки росы?
- 6 В чем заключается оптический метод измерения влажности газов?
- 7 Каков принцип действия емкостного измерителя влажности газов?

8 Каковы методы измерения влажности твердых тел и особенности их применения?

Тема 5.2 Измерение концентрации вещества в газовых смесях

Студент должен:

знать:

- методы анализа состава газов;
- особенности контроля запыленности воздуха;
- устройство, принцип действия газоанализаторов различного принципа работы;

уметь:

- выбирать средства измерения состава газов.

Методы анализа состава газов. Классификация газоанализаторов: химические, физические (механические), электрические. Устройство, принцип действия, технические характеристики.

Магнитные, тепловые газоанализаторы. Устройство, принцип действия, технические характеристики.

Газоанализаторы оптические, хроматографические. Устройство, принцип действия, технические характеристики. Контроль запыленности воздуха. Методы контроля. Допустимые концентрации. Сигнализаторы.

Литература [5. с, 198-212].

Вопросы для самопроверки

1 Чем вызывается строгая последовательность определения компонентов газовой смеси в химических газоанализаторах?

2 Почему объемные химические анализаторы не используются для измерения малых концентраций определяемого компонента?

3 Чем вызвана необходимость удаления водорода в газоанализаторах по теплопроводности при измерении концентрации CO_2 ?

4 Почему в измерительных схемах аналоговых тепловых и магнитных газоанализаторов применяют двухмостовые соединения, которые отсутствуют в аналогичных микропроцессорных приборах?

- 5 Что такое термомагнитная конвекция?
- 6 Какие параметры окружающей среды влияют на показания магнитного газоанализатора и почему?
- 7 Каково назначение фильтровых камер в оптическом газоанализаторе на CO_2 ?
- 8 Какие характеристики газовой смеси определяются по времени удерживания и высоте пика хроматограммы?
- 9 Какие газы-носители используются в хроматографах?
- 10 Какие детекторы применяются в газовых хроматографах?
- 11 Какие элементы включают установки промышленных газоанализаторов по теплопроводности и термомагнитных?

Тема 5.3 Измерение концентрации вещества в растворах

Студент должен:

знать:

- методы анализа состава растворов;
- устройство, принцип действия анализаторов различного принципа работы;

уметь:

- выбирать анализаторы для жидкостей.

Основные сведения и классификация. Методы анализа состава жидкостей. Анализаторы: кондуктометрические, потенциометрические, калориметрические. Принцип действия.

Анализаторы: нефелометрические; поляризационные, люминесцентные, их назначение и принцип действия. Оптический метод анализа состава жидкостей.

Литература [5. с, 212-225].

Вопросы для самопроверки

- 1 Чем обусловлено влияние температуры на показания кондуктометров?
- 2 Каким током питается первичный преобразователь кондуктометров и почему?
- 3 Какие первичные преобразователи кондуктометров вы знаете?

Раздел 6 Системы автоматического контроля технологических процессов

Тема 6.1 Информационные системы. Измерительные каналы

Студент должен:

иметь представление:

- об измерительных системах и измерительных комплексах;
- о калибровке и аттестации измерительных каналов;

знать:

- основные компоненты измерительной системы;
- основные унифицированные сигналы ГСП.

Информация и ее характеристики, основные понятия о передаче информации.

Применение микропроцессоров в измерительных системах. Отображение информации. Классификация устройств отображения информации на табло, пультах управления, мнемосхемах. Представление информации на дисплее.

Измерительные каналы. Метрологические характеристики ИК. Аттестация ИК.

Литература [4. с, 182-188].

Вопросы для самопроверки

1 Какие элементы включает измерительный канал информационной системы?

2 Назовите два метода расчета метрологических характеристик измерительного канала.

3 В чем отличие измерительного комплекса от измерительной системы?

4 Приведите типичные структурные схемы измерительной системы и измерительного канала

5 Какие унифицированные сигналы используются в измерительных системах?

6 Метрологические характеристики измерительного канала

7 Каким образом и как проводится аттестация измерительного канала?

8 Каким образом осуществляется определение количества исследуемых точек диапазона и количество наблюдений в каждой точке измерительного канала?

9 Как оформляются результаты аттестации измерительного канала?

Раздел 7 Организация работ по эксплуатации систем автоматического управления с учетом специфики технологических процессов

Тема 7.1 Организация службы КИП и А на предприятиях отрасли

Студент должен:

иметь представление:

- о целях и задачах ремонтных работ;
- о планировании ремонтных работ;

знать:

- структуру службы КИП и А на предприятиях отрасли;
- функциональные обязанности по должностям;
- техническое обеспечение службы автоматике;
- правила по охране труда и технике безопасности;
- правила гарантийного обслуживания ремонтных работ

Структура службы КИП и А предприятий, функциональные обязанности по должностям, взаимосвязь службы КИП и А с другими подразделениями предприятия и другими организациями. Техническое обеспечение службы автоматике. Организация выполнения мероприятий по охране труда и технике безопасности.

Литература [4. с, 250-262].

Вопросы для самопроверки

- 1 Какова организация службы КИП и А на производстве?
- 2 Назовите основные функции службы КИП и А?
- 3 Каковы задачи эксплуатационного, дежурного, ремонтного персонала?
- 4 Назовите работы первой и второй стадии монтажа, скрытые виды работ.
- 5 Какие операции включает текущий ремонт?

Тема 7.2 Эксплуатация мехатронных устройств, средств измерений и автоматизации

Студент должен:

знать:

- особенности эксплуатации средств измерений;
- способы диагностирования неисправностей мехатронных систем и средств измерений;

уметь:

- осуществлять текущее обслуживание средств измерений и автоматизации.

Принципы обслуживания. Нормативные требования по эксплуатации и обслуживанию средств измерений и автоматизации. Организация эксплуатации средств автоматизации на предприятии.

Текущее обслуживание оборудования СИ и автоматизации состав и периодичность технического обслуживания. Периодическая поверка, аттестация приборов и мер.

Контроль правильности эксплуатации и хранения приборов. Учет и паспортизация средств автоматизации. Планирование технического обслуживания и ремонта. Контроль состояния технических устройств.

Диагностирование неисправностей мехатронных систем. Тестовое и функциональное диагностирование. Методы диагностирования.

Методы поиска неисправностей в аналоговых и цифровых системах.

Литература [6].

Вопросы для самопроверки

1 Каковы нормативные требования по эксплуатации и обслуживанию различных средств измерений и автоматизации?

2 Каковы основные операции текущего обслуживания оборудования средств автоматизации?

3 Каковы задачи эксплуатационного, дежурного, персонала службы КИП и А?

4 Назовите содержание работ ТО1 и ТО2 средств автоматизации.

5 Как правильно организовать на предприятии учет и хранение средств автоматизации?

6 В чем отличие методов поиска неисправностей в аналоговых и цифровых системах?

Тема 7.3 Настройка сопровождение и эксплуатация аппаратно-программного обеспечения систем автоматического управления, мехатронных устройств и систем

Студент должен:

иметь представление:

- о методах настройки аппаратно-программного обеспечения систем автоматизации и мехатронных систем управления;

знать:

- основные понятия эксплуатации, диагностики программного обеспечения;

- основные причины появления неисправностей и отказов систем и средств автоматического управления;

- методы поиска и устранения неисправностей в САУ.

Методы настройки аппаратно-программного обеспечения САУ. Настройка аппаратного обеспечения.

Установка и настройка программного обеспечения. Основы программного обеспечения. Задачи и категории сопровождения. Основные понятия эксплуатации, диагностики программного обеспечения.

Основные причины появления неисправностей и отказов систем и средств автоматического управления.

Методы диагностирования. Методы поиска и устранения неисправностей в САУ.

Литература [6].

Вопросы для самопроверки

1 Каковы основные причины появления неисправностей и отказов систем и средств автоматического управления?

2 Перечислите "законы" Лемана (Lehman), относящиеся к модернизации систем.

3 Назовите три вида сопровождения системы автоматизации.

4 Перечислите основные причины перехода от централизованных к распределенным системам.

5 Какие две стратегии используются для реализации распределения пользовательских интерфейсов?

Задания на практические работы 1 и 2

1 Выбрать датчики температуры и давления воздуха в трубопроводе $D_y = 100$ мм, $P = 1$ МПа, $t = 0 \dots 100^\circ\text{C}$.

2 Выбрать датчики температуры и давления в трубопроводе $D_y = 200$ мм, $P = 1$ атм, $t = 0 \dots 90^\circ\text{C}$, среда агрессивная.

3 Выбрать датчики температуры и давления воздуха в камерах агломашины $D_y = 100$ мм, $P = 8 \dots 10$ кгс/см², $t = 0 \dots 150^\circ\text{C}$.

4 Выбрать датчики для измерения давления и температуры пара в трубопроводе $D_y = 80$ мм при $t = 110^\circ\text{C}$ и давлении $P = 10$ атм.

5 Выбрать датчики для измерения давления и температуры пара в котле в диапазоне до 100 кгс/см², при температуре пара $t = 120^\circ\text{C}$, обеспечивающий дистанционную передачу сигнала на ПЭВМ.

6 Измерить давление и температуру агрессивного газа отходящего из печи взвешенной плавки в диапазонах от 50 до 60 кПа и от 80° до 150°C .

7 Выбрать датчики для измерения давления и температуры в коллекторе сгущенной пульпы $P = 0 \dots 8$ кгс/см², $t = 0 \dots 90^\circ\text{C}$, $D_y = 500$ мм.

8 Выбрать датчик температуры для измерения горячей воды в трубопроводе $D_y = 250$ мм с температурой $t = 0 \dots 120^\circ\text{C}$ и датчик давления в этом трубопроводе с давлением до 6 кгс/см².

9 Измерить температуру воздуха в трубопроводе $D = 100$ мм в диапазоне $0^\circ \dots 200^\circ\text{C}$ и давление до 6 кгс/см².

10 Выбрать датчик для измерения температуры в диапазоне от 0° до 1200°C , а так же датчик для измерения давления разрежения в диапазоне от 6 до 16 кПа.

Задания на практическую работу 3

1 Расход воздуха 500 м³/ч в коллекторе $D_y=80$ мм, P до 160 кгс/см².

2 Расход пульпы 100 м³/ч, $D_y=600$ мм, P до 8 кгс/см².

3 Расход пара при $t=100$ °С составляет 800 м³/ч, $D_y=250$ мм, P до 10 кгс/см².

4 Расход воздуха 1500 м³/ч, P до 16 кгс/см², $D_y=150$ мм.

5 Расход воздуха 10000 м³/ч, P до 10 кгс/см², $D_y=500$ мм.

6 Расход кислорода в трубопроводе $D_y=150$ мм составляет 30 м³/ч, температура в диапазоне от минус 50° до плюс 50 °С, давление 10 кгс/см².

7 Расход воды 6000 м³/ч, P до 160 кгс/см², $D_y=500$ мм.

8 Расход воды 1500 м³/ч, P до 8 кгс/см², $D_y=250$ мм.

9 Расход воздуха 1000 м³/ч, P до 16 кгс/см², $D_y=200$ мм.

10 Расход пара 500 м³/ч, P до 8 кгс/см², $D_y=80$ мм.

Контрольная работа

Задание 1

Ответить письменно на контрольные вопросы, указанные в таблице 1 в соответствии со своим вариантом.

Таблица 1 – Теоретические вопросы задания 1

Номер вопроса	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

1 Виды давления. Единицы измерения давления. Приборы для измерения давления.

2 Методы измерения давления.

3 Преобразователи давления ГСП. Устройство. Принцип работы.

4 Датчики давления фирмы Метран. Устройство. Принцип работы.

5 Датчики давления Сапфир. Устройство. Принцип работы.

6 Назначение, устройство, принцип работы мембранного дифманометра.

7 Датчики давления Метран 100 ДД. Устройство. Принцип работы.

8 Полупроводниковые тензорезистивные преобразователи давления. Конструкция. Принцип работы.

9 Проводниковые тензорезистивные преобразователи давления. Конструкция. Принцип работы.

10 Пьезоэлектрические преобразователи давления. Конструкция. Принцип работы.

11 Виды измерения расхода. Единицы измерения расхода.

12 Измерение расхода методом переменного перепада давления. Достоинства и недостатки метода.

13 Измерение расхода методом постоянного перепада давления. Достоинства и недостатки метода.

- 14 Измерение расхода индукционным методом. Достоинства и недостатки метода.
- 15 Электромагнитный расходомер. Устройство. Принцип работы.
- 16 Объемные счетчики расхода. Устройство. Принцип работы.
- 17 Скоростные счетчики. Устройство. Принцип работы.
- 18 Вихревые расходомеры. Устройство. Принцип работы. Достоинства и недостатки использования.
- 19 Термические расходомеры. Устройство. Принцип работы. Достоинства и недостатки использования.
- 20 Ультразвуковой метод измерения расхода. Достоинства и недостатки метода.
- 21 Методы измерения уровня.
- 22 Поплавковый уровнемер. Устройство. Принцип работы. Достоинства и недостатки прибора.
- 23 Буйковый уровнемер. Устройство. Принцип работы. Достоинства и недостатки прибора.
- 24 Пьезометрический метод измерения уровня. Достоинства и недостатки метода.
- 25 Гидростатический метод измерения уровня. Достоинства и недостатки метода.
- 26 Радиоизотопный уровнемер. Устройство. Принцип работы. Достоинства и недостатки прибора.
- 27 Акустический уровнемер. Устройство. Принцип работы. Достоинства и недостатки прибора.
- 28 Измерение уровня твердых сыпучих материалов.
- 29 Преобразователь УБ-П. Устройство. Принцип работы. Достоинства и недостатки прибора.
- 30 Датчики Метран ДГ. Устройство. Принцип работы.
- 31 Методы измерения плотности жидкости.
- 32 Методы измерения состава вещества.
- 33 Назначение, устройство, принцип работы термокондуктометрических газоанализаторов.
- 34 Назначение, устройство, принцип работы термохимических газоанализаторов.
- 35 Назначение, устройство, принцип работы термомагнитных газоанализаторов.
- 36 Назначение, устройство, принцип работы оптико-акустических газоанализаторов.
- 37 Р-н метры. Устройство. Принцип работы.
- 38 Хроматографы. Устройство. Принцип работы.

- 39 Плотномеры. Устройство. Принцип работы.
- 40 Влагомеры. Устройство. Принцип работы.
- 41 Температурные шкалы. Единицы измерения температуры.
- 42 Методы измерения температуры.
- 43 Термометры сопротивления. Устройство. Принцип работы. Градуировки термометров сопротивления.
- 44 Полупроводниковые термометры сопротивления. Устройство. Принцип работы.
- 45 Логометры. Устройство. Принцип работы.
- 46 Мосты уравновешенные и неуравновешенные. Устройство. Принцип работы.
- 47 Преобразователи, работающие в комплекте с термометрами сопротивления.
- 48 Термоэлектрические преобразователи. Устройство. Принцип работы. Градуировки термоэлектрических преобразователей.
- 49 Потенциометры. Устройство. Принцип работы.
- 50 Компенсационный метод измерения температуры.

Задание 2

Решить задачу.

При измерении температуры среды получены пять отчетов показаний ртутного термометра. Определить среднюю квадратичную, вероятную и наибольшую возможную погрешность измерения, а также окончательный результат измерения.

Значения показаний термометра для решения задачи взять из таблицы 2.

Таблица 2 - Значения показаний термометра

Вариант	$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	$T_3, ^\circ\text{C}$	$T_4, ^\circ\text{C}$	$T_5, ^\circ\text{C}$
1	48,3	60,3	59,9	61,4	60,7
2	58,1	49,4	60,8	62,1	61,6
3	64,6	61,5	60,1	58,8	62,3
4	70,3	69,2	71,8	68,3	59,9
5	71,4	68,3	73,3	58,4	69,5
6	85,4	80,1	84,8	79,9	85,2
7	73,1	70,5	63,4	69,8	72,4
8	61,1	63,4	59,9	65,1	58,6
9	93,5	91,8	90,4	88,9	90,1
10	47,9	50,3	49,9	45,1	51,3

Задание 3

Решить задачу, выбирая исходные данные из таблицы 3.

Термоэлектрический комплект, состоящий из термопары и показывающего милливольтметра со шкалой, отградуированной в градусах Цельсия, отрегулирован корректором для работы при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В процессе работы температура свободных концов (холодного спая) возросла до величины t_0 . Определить действительную величину температуры измеряемой среды T , если показания термометра t .

Таблица 3 - Исходные данные задачи 3

Вариант	$t_0, \text{ }^{\circ}\text{C}$	$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	Градуировка термопары
1	30	855	ХА
2	35	945	ХА
3	40	1025	ПП
4	45	1110	ПП
5	50	655	ХК
6	55	755	ХК
7	60	1205	ПП
8	65	1340	ПП
9	70	545	ХК
10	75	820	ХА

Экзаменационные вопросы

- 1 Принцип построения ГСП, основные ветви ГСП. Унифицированные сигналы.
- 2 Классификация СИ.
- 3 Классификация измерительных приборов.
- 4 Погрешности измерений.
- 5 Основные метрологические характеристики СИ.
- 6 Общие сведения об измерительных системах (ИС) и измерительных комплексах. Структурная схема ИС.
- 7 Измерительный канал (ИК). Структурная схема ИК, метрологические характеристики ИК. Вторичные преобразователи ИК.
- 8 Аттестация измерительного канала.
- 9 Классификация приборов измерения температуры.
- 10 Принцип действия и устройство манометрических термометров. Промышленные типы.
- 11 Принцип действия и особенности конструктивного исполнения термопреобразователей сопротивления (ТС). Номинальные статические характеристики ТС.
- 12 Устройство и принцип действия логометра.
- 13 2-х и 3-х проводная схема подключения ТС к мосту постоянного тока.
- 14 Принцип действия и особенности конструктивного исполнения термоэлектрического преобразователя (ТП). Номинальные статические характеристики ТП.
- 15 Особенности включения ТП в измерительную цепь. Устройство и работа компенсационной коробки.
- 16 Принцип действия и устройство КСП 2.
- 17 Бесконтактный метод измерения температуры. Принцип действия и устройство пирометров излучения.
- 18 Виды давления. Классификация приборов измерения давления. Основные единицы измерения давления.
- 19 Чувствительные элементы деформационных приборов.
- 20 Принцип действия и устройство деформационных манометров. Область применения. Основные промышленные типы.
- 21 Принцип действия и устройство тензорезистивных преобразователей давления типа «Сапфир». Область применения.
- 22 Принцип действия и устройство пьезоэлектрических

преобразователей давления. Область применения.

23 Методы измерения количества и расхода вещества. Единицы измерения.

24 Измерение расхода методом переменного перепада давлений. Типы сужающих устройств, их особенности.

25 Мембранные и сильфонные дифманометры. Типы, область применения.

26 Принцип действия и устройство ротаметров. Типы, область применения.

27 Индукционные расходомеры. Принцип действия, устройство, области применения.

28 Вихреакустические расходомеры. Принцип действия, устройство, области применения.

29 Ультразвуковые расходомеры. Принцип действия, устройство, области применения.

30 Приборы для измерения и дозирования массы (конвейерные весы, дозаторы).

31 Методы и средства измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов.

32 Буйковые уровнемеры, устройство, принцип действия, область применения.

33 Поплавковые уровнемеры, устройство, принцип действия, область применения.

34 Гидостатические уровнемеры: барботажные и пьезометрические. Схемы установки, работа, области применения.

35 Акустические и ультразвуковые уровнемеры. Принцип действия, устройство, область применения.

36 Сигнализаторы уровня.

37 Классификация приборов измерения концентрации веществ газовых и жидких смесей.

38 Радиоизотопные плотнометры. Устройство, принцип действия, область применения.

39 Измерение концентрации водородных ионов. Чувствительные элементы. Потенциометрический метод измерения.

40 Устройство и работа измерительного преобразователя рН-метра.

41 Термомагнитный газоанализатор. Устройство, принцип действия, область применения.

42 Газовые хроматографы. Устройство, принцип действия, область применения.

43 Вторичные приборы, функции. Промышленные типы.

44 Hart-коммуникатор, его функции, схемы подключения, особенности использования.

Список использованных источников

1 Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров: Учебник. – СПб.: Лань, 2016.

2 Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015.

3 Старостин В. А. Технологические измерения и контрольно-измерительные приборы в промышленности строительных материалов: Учеб. для техникумов.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 2014.

4 Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике. Москва. Издательский дом МЭИ, 2017 – 280 с.

5 Фарзанае Н.В., Ильясов Л.В., Азим-Заде А.Ю. Технологические измерения и приборы.

6 www.mylektsii.ru Эксплуатация средств автоматизации систем управления.