

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ»

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение дисциплины ставит целью дать студентам теоретические знания, необходимые для анализа и синтеза систем автоматического управления производственными процессами. Решаемые задачи: научить студентов выполнять анализ и синтез систем автоматического управления производственными процессами

Краткое содержание дисциплины

В курсе изучаются вопросы применения управляющих ЭВМ в системах автоматизации производственных процессов. Студенты приобретают знания, необходимые для решения задач проектирования автоматизированных технологических комплексов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать:методы поиска информации с применением информационных технологий
	Уметь:получать и анализировать информацию по технологическим процессам
	Владеть:навыками автоматизированного проектирования технологических процессов
ПК-12 способностью анализировать технологический процесс как объект управления	Знать:методы анализа технологических процессов
	Уметь:применять основы теории управления для анализа процессов
	Владеть:навыками решения практических задач анализа технологических процессов
ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать:современные методы исследования технологических процессов
	Уметь:применять на ЭВМ современные методы исследования технологических процессов
	Владеть:навыками работы с компьютерными средствами исследования технологических процессов
ПК-23 способностью проектировать	Знать:способы проектирования АСУ

технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Уметь:выполнять расчет характеристик АСУ
	Владеть:навыками проектирования АСУ с применением компьютерных средств

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.17 Электротехника, Б.1.07 Информатика	ДВ.1.09.01 Переработка нефти и газа

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.07 Информатика	Уметь использовать ЭВМ для обработки информации
Б.1.17 Электротехника	Иметь представление о способах включения ЭВМ в систему управления

4. Объем и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	80	80
Выполнение исследовательских и творческих заданий	53	53
Подготовка к экзамену	27	27
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по
---	----------------------------------	-----------------------------

раздела		видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы теории автоматического управления	28	16	12	0
2	Автоматизированные системы управления технологическими процессами	36	16	20	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия ТАУ. Объект управления, виды и принципы управления, классификация САУ	2
2	1	Математические модели объекта управления. Классификация. Методы построения.	2
3	1	Характеристики САУ. Тестовые сигналы. Временные и частотные характеристики.	2
4	1	Типовые динамические звенья САУ: безынерционное, интегрирующее, апериодическое, колебательное	2
5	1	Структурные схемы САУ. Правила преобразования	2
6	1	Устойчивость САУ. Понятие, условия и критерии устойчивости	2
7	1	Качество САУ. Критерии качества: классификация, определение	2
8	1	Цифровые САУ. Квантование и дискретизация сигналов. Влияние на свойства САУ	2
9	2	Автоматизированные системы управления технологическими процессами АСУТП, задачи и критерии управления. Функциональная структура АСУТП, информационная и управляющая функции. Классификация по распределению функций между человеком, ЭВМ и техническими средствами.	2
10	2	Датчики параметров технологических процессов. Нормализация, фильтрация гальваническая развязка сигналов	2
11	2	Управляющие устройства АСУ: регуляторы, микроконтроллеры, управляющие ЭВМ	2
12	2	Исполнительные устройства АСУ. Классификация	2
13	2	Основы проектирования АСУ. Функциональные схемы автоматизации. Назначение функциональных схем, методика и общие принципы их выполнения. Изображение приборов и средств автоматизации. Позиционное обозначение приборов и средств автоматизации. Требования к оформлению функциональных схем.	4
14	2	Примеры автоматизации типовых технологических процессов	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Решение задач по САУ	6

2	1	Решение задач по САУ химико-технологическими процессами	6
3	2	Решение задач по АСУ	6
4	2	Решение задач по АСУ химико-технологическими процессами	6
5	2	Проектирование САУ химико-технологическими процессами	4
6	2	Проектирование АСУ химико-технологическими процессами	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение исследовательских и творческих заданий. Каждый студент самостоятельно выполняет информационный поиск САУ или АСУ химико-технологическими процессами, изучает её основные функции и принципы функционирования системы, строит для нее структурную схему, проводит анализ протекающих технологических процессов	Основная литература - 1, дополнительная литература 1-2	53
Подготовка к экзамену	Основная литература - 1-3, дополнительная литература 1-2	27

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Доклады студентов с обсуждением	Лекции	Студенты самостоятельно готовят и выступают с докладом по САУ и АСУ, отвечают на задаваемые вопросы	2

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию	Экзамен	1
Все разделы	ПК-12 способностью анализировать технологический процесс как объект управления	Экзамен	1,2,3,4
Все разделы	ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Экзамен	3,4
Все разделы	ПК-23 способностью проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Экзамен	4

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	До проведения экзамена каждый студент самостоятельно выполняет исследовательское задание, по которому на экзамене ему необходимо письменно ответить на 1 вопрос. Экзаменатор оценивает уровень подготовки студента к информационному поиску и анализу реальной САУ или АСУ технологическим процессом, при необходимости задает уточняющие вопросы. Кроме того, студент должен ответить на 2 вопроса по 2 частям курса (ТАУ и АСУ ТП). Экзаменатор оценивает подготовку студента по знанию методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие вопросы. Дополнительно студент решает 1 задачу по проектированию и анализу технологических процессов конкретных систем. Экзаменатор	Отлично: Правильное выполнение 4 заданий Хорошо: Правильное выполнение 3 заданий Удовлетворительно: Правильное выполнение 2 заданий Неудовлетворительно: Правильное выполнение менее 2 заданий

	оценивает знания и умения, необходимые для проектирования технологических процессов с использованием автоматизированных систем и при необходимости задает уточняющие вопросы.	
--	---	--

7.3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Контрольные вопросы для проверки знаний.

1. Основы теории автоматического управления

1. Какие сигналы используются системой регулирования для формирования управляющего воздействия при управлении по возмущению?

Варианты ответов:

1. Сигнал задания
2. Значение регулируемого параметра
3. Сигнал по внешнему возмущению

2. Какое преобразование позволяет получить из передаточной функции комплексную частотную характеристику?

Варианты ответов:

1. Обратное преобразование Лапласа
2. Замена переменной s на $i\omega$
3. Прямое преобразование Лапласа

3. Укажите свойства, характерные для объектов с самовыравниванием

Варианты ответов:

1. Переходная характеристика непрерывно возрастает
2. Импульсная характеристика при бесконечном времени возвращается к исходному значению
3. Коэффициент усиления имеет конечное значение

4. Чему будет равна передаточная функция системы, образованной последовательным соединением звеньев?

Варианты ответов:

1. Передаточной функции звена с наибольшим коэффициентом усиления
2. Сумме передаточных функций звеньев
3. Произведению передаточных функций звеньев

5. Из уравнения динамики (дифференциального уравнения) системы управления можно получить уравнение статики системы, приравняв в нем все производные к

Варианты ответов:

1. нулю
2. бесконечности
3. единице
4. постоянной

2. Методы контроля технологических параметров

1. Для чего предназначены образцовые средства измерений?

Варианты ответов:

1. Для практических измерений
2. Для поверки рабочих средств измерений
3. Для хранения и воспроизведения единиц физических величин

2. Каковы пределы применения платиnorodий-платиновых термопар (ТПП)

Варианты ответов: 1. 0 ... +1300 °С

2. +300 ... +1600 °С

3. 0 ... +2200 °С

4. -200 ... +600 °С

3. Какому уровню жидкости в резервуаре соответствует максимальный перепад гидростатических давлений при использовании манометрического уровнемера?

Варианты ответов: 1. Верхнему уровню жидкости в резервуаре

2. Нижнему уровню жидкости в резервуаре

3. Среднему уровню жидкости в резервуаре

4. Номинальному уровню жидкости в резервуаре

4. Что такое массовый расход?

Варианты ответов: 1. Это масса вещества, проходящего через сечение трубопровода за определенный промежуток времени

2. Это объем вещества, проходящего через сечение трубопровода в единицу времени

3. Это масса вещества, проходящего через сечение трубопровода в единицу времени

4. Это объем вещества, проходящего через сечение трубопровода за определенный промежуток времени

5. Что такое избыточное давление?

Варианты ответов:

1. Разность между барометрическим давлением и разряжением

2. Разность между разряжением и барометрическим давлением

3. Разность между абсолютным и барометрическим давлениями

4. Разность между барометрическим и абсолютным давлениями

3. Проектирование систем автоматизации

1. Исполнительный механизм обозначается окружностью размерами

Варианты ответов: 1. 3 мм

2. 5 мм

3. 6 мм

4. 10 мм

2. Прибор автоматизации обозначается окружностью размерами

Варианты ответов: 1. 5 мм

2. 6 мм

3. 10 мм

4. 12 мм

3. Каждому элементу контура контроля, либо регулирования присваивается позиционное обозначение, первая часть которого - арабская цифра указывает

Варианты ответов: 1. номер контура

2. номер прибора

3. номер параметра

4. номер аппарата

4. Каждому элементу контура контроля, либо регулирования присваивается позиционное обозначение, вторая часть которого выполняется строчными буквами русского алфавита и указывает

Варианты ответов: 1. тип прибора (датчик; регулирующий орган и т.д.)

2. последовательность прохождения сигнала

3. принадлежность аппарату (машине)

4. место установки (по месту, щит КИПиА и т.д.)

5. Вольтметр, показывающий установленный на щите

Варианты ответов:

1.  2.  3.  4. 

6. Регулятор соотношения расходов установленный на щите

Варианты ответов:

    4.

7. Вторичный прибор установленный на щите для измерения перепада давлений, регистрирующий

Варианты ответов:

8. На какой вход (выход) программно-логического контроллера поступает сигнал с реле уровня, используемое для сигнализации верхнего уровня

Варианты ответов:

1. Аналоговый вход

2. Аналоговый выход

3. Дискретный вход
4. Дискретный выход

9. С какого входа (выхода) МПК поступает сигнал на механизм электрический однооборотный (типа МЭО), работающий в комплекте с пускателем бесконтактным реверсивным ПБР-2М

Варианты ответов:

1. Аналоговый вход
2. Аналоговый выход
3. Дискретный вход
4. Дискретный выход

10. Позиционное регулирование реализованное на МПК требует снятие сигнала с какого входа (выхода)

Варианты ответов:

1. Аналоговый вход
2. Аналоговый выход
3. Дискретный вход
4. Дискретный выход

ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

Задание №1. Привести основные функции и принципы функционирования выбранной системы, построить для нее структурную схему и выполнить анализ протекающих технологических процессов.

Задание №2. Вопросы по первой части курса.

1. Классификация АСР и элементов автоматических систем.
2. Модели элементов и систем. Статические и динамические характеристики.
3. Дифференциальные уравнения и их линеаризация.
4. Преобразования Лапласа. Изображения типовых сигналов.
5. Передаточные функции: определение, передаточные функции АСР.
6. Определение параметров передаточной функции объекта.
7. Типовые звенья. Соединения звеньев.
8. Частотные характеристики.
9. Критерии устойчивости. Корневой критерий и критерий Стодола.
10. Критерии Гурвица, Михайлова и Найквиста.
11. Виды показателей качества. Прямые показатели качества.
12. Корневые и частотные показатели качества.
13. Типы регуляторов. Определение оптимальных настроек регуляторов.

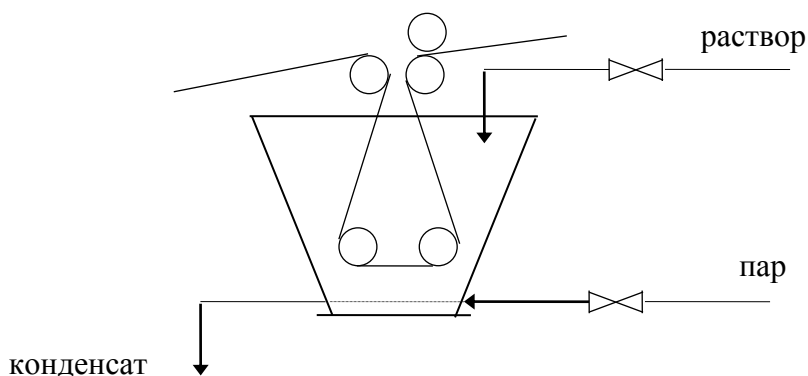
Задание №3. Вопросы по второй части курса.

1. Государственная система приборов. Точность преобразования информации.
2. Классификация приборов для измерения температуры. Термометры расширения.
3. Электрические термометры.
4. Пирометры и манометрические термометры.
5. Методы измерения сопротивления.
6. Методы и приборы измерения разности потенциалов.
7. Классификация приборов для измерения давления. Жидкостные и пружинные манометры.
8. Электрические манометры.
9. Методы и приборы для измерения расхода. Классификация. Расходомеры скоростного напора и переменного уровня.
10. Измерение расхода. Методы переменного и постоянного перепада давления.
11. Методы и приборы для измерения уровня.
12. Исполнительные устройства. Классификация.
13. Структура современной АСУ ТП. Устройства связи с объектом.

Задание №4.

1. Разработать схему автоматизации с применением программно-логического контроллера, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема крашения ткани. $T = 40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;
 $L=400 \pm 10$ мм; F — контроль расхода.

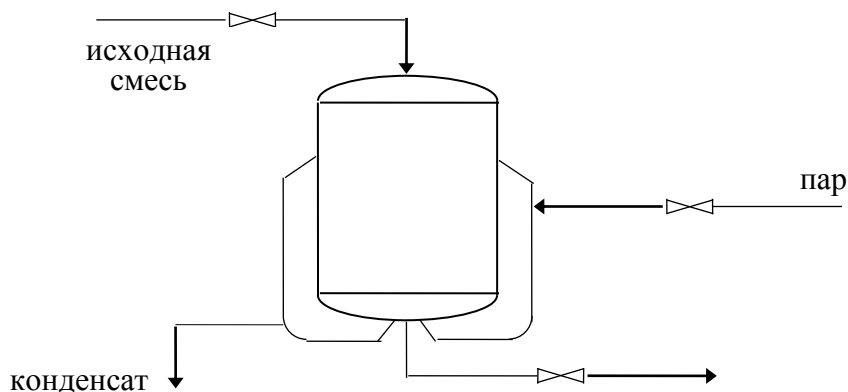


Предусмотреть: регулирование температуры в красильной ванне;
регулирование уровня; расход пара — контроль и суммирование.

2. Разработать схему автоматизации с применением электрических приборов с дистанционной передачей показаний, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема автоклава (периодический процесс).

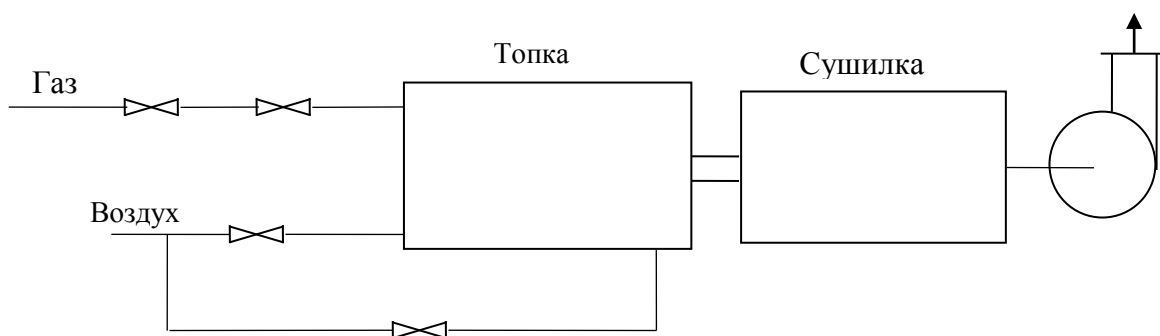
$T = 150\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; $L = 4\text{ м} \pm 10\text{ мм}$; $P = 2,5\text{ МПа}$.



Предусмотреть: измерение давления в аппарате; регулирование температуры в автоклаве; измерение уровня и автоматическую отсечку подачи исходного раствора; дистанционное управление на загрузку и выгрузку автоклава.

3. Разработать схему автоматизации с применением программно-логического контроллера, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема сушильного агрегата. Соотношение газ-воздух 1:3. Температура в печи 1000°C . Разрежение 50 кПа. Температура в сушилке 400°C .

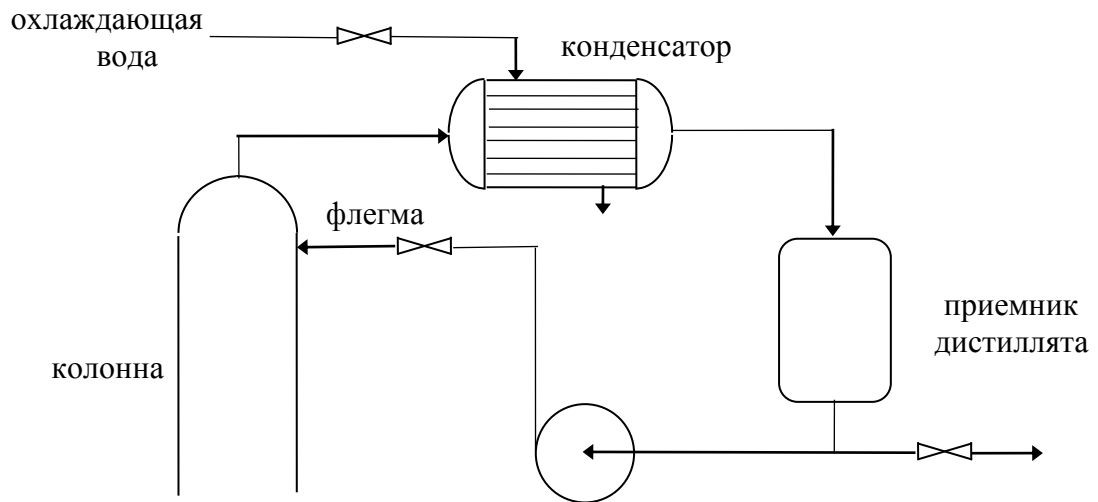


Предусмотреть: измерение расхода газа на горелку; регулирования соотношения газ-воздух 1:3; регулирование температуры в топке.

4. Разработать схему автоматизации с применением электрических приборов с дистанционной передачей показаний, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема верха ректификационной колонны. Перепад давления колонны

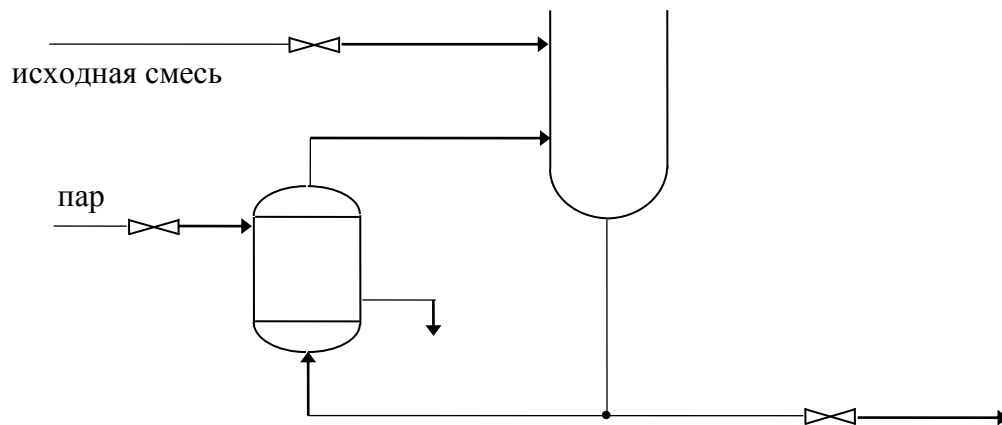
5 кПа. Температура после конденсатора 20⁰С. Расход флегмы 0,3 л/мин. Уровень дистиллята 1м.



Предусмотреть: регулирование температуры после конденсатора; регулирование уровня в приемнике дистиллята; контроль расхода флегмы на колонну.

5. Разработать схему автоматизации с применением программно-логического контроллера, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема низа ректификационной колонны. Температура в колонне 80⁰С. Уровень в кубе 400 мм. Расход исходной смеси 0,5 л/мин.

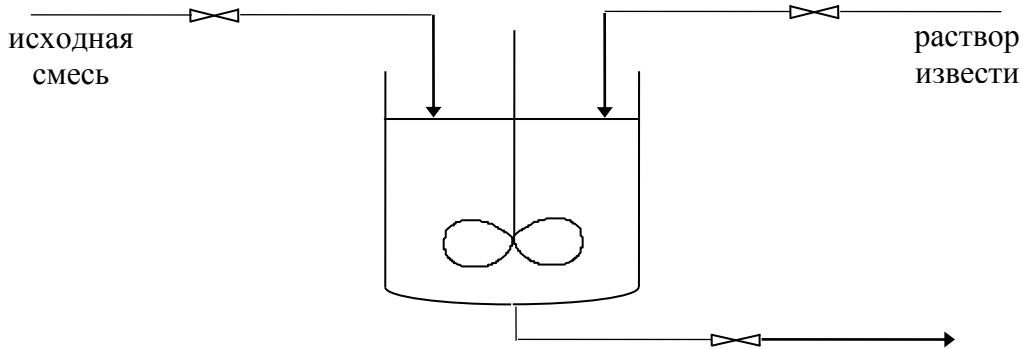


Предусмотреть: регулирование температуры в колонне; регулирование уровня в кубе колонны; регулирование расхода исходной смеси.

6. Разработать схему автоматизации с применением электрических приборов с дистанционной передачей показаний, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема нейтрализатора.

$pH = 7 \pm 0,2pH$. $F = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$. $L = 2\text{м}$.

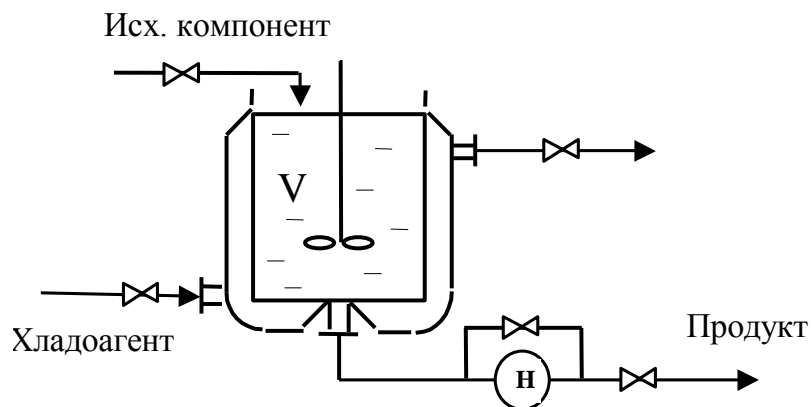


Предусмотреть: регулирование расхода исходной смеси; регулирование рН на выходе из нейтрализатора; контроль уровня в нейтрализаторе.

7. Разработать схему автоматизации с применением программно-логического контроллера, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема емкостного химического реактора.

Температура в колонне 80°C , уровень в реакторе $L = 1,6$ м, расход исходной смеси $4 \text{ м}^3/\text{ч}$.

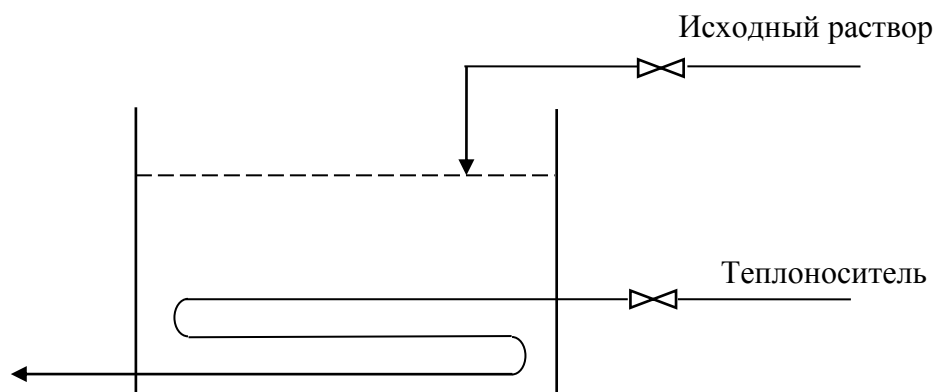


Предусмотреть: регулирование температуры в реакторе; контроль и сигнализацию уровня в реакторе; контроль расхода исходной смеси.

8. Разработать схему автоматизации с применением электрических приборов с дистанционной передачей показаний, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема ванны никелирования.

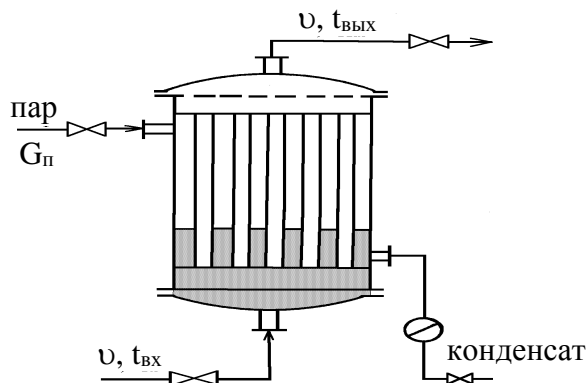
$T = 80^{\circ}\text{C}$, $L = 800$ мм.



Предусмотреть: регулирование температуры в ванне; регулирование уровня в ванне; контроль расхода теплоносителя.

9. Разработать схему автоматизации с применением программно-логического контроллера, составить спецификацию на приборы и средства автоматизации.

Технологическая схема теплообменника. $T = 65^{\circ}\text{C}$, $F = 45 \text{ м}^3/\text{ч}$.



Предусмотреть: регулирование температуры среды на выходе теплообменника; регулирование расхода исходной среды на теплообменник; контроль расхода пара.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Методы классической и современной теории автоматического управления Т. 1 Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления/ К. А. Пупков, Н. Д. Егупов, А. И. Баркин и др. Учеб. для вузов: В 5 т. Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егудова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 654 с. ил.

2. Бесекерский, В. А. Руководство по проектированию систем автоматического управления Учеб. пособие по спец. "Автоматика и телемеханика" Под ред. В. А. Бесекерского. - М.: Высшая школа, 1983. - 296 с. ил.

3. Буренок, В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем Текст В. М. Буренок, В. Г. Найденов, В. И. Поляков ; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2011. - 334 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Матричные методы расчета и проектирования сложных систем автоматического управления для инженеров Текст К. А. Пупков, Н. Д. Егупов, Ю. Л. Лукашенко и др.; под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. - М.: Издательство МГТУ, 2007. - 661 с. ил. 25 см.

2. Трофимов, А. И. Методы теории автоматического управления, ориентированные на применение ЭВМ. Линейные стационарные и нестационарные модели Учеб. для машино- и приборостроит. вузов А. И. Трофимов, Н. Д. Егупов, А. Н. Дмитриев; Под ред. К. А. Пупкова. - М.: Энергоатомиздат, 1997. - 652,[1] с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Буренок, В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем / Текст В. М. Буренок, В. Г. Найденов, В. И. Поляков ; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2011. - 334 с. ил.	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный