

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для выполнения индивидуальной работы по дисциплине
«Системы управления и контроля технологическими процессами»**

Донецк
2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для выполнения индивидуальной работы по дисциплине
«Системы управления и контроля технологическими процессами»**

для обучающихся по направлению подготовки
18.03.01 «Химическая технология»
всех форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
прикладной экологии и охраны
окружающей среды
Протокол № 6 от 21.01.2021 г.

УТВЕРЖДЕНО
на заседании учебно-издательского
совета ДОННТУ
Протокол № 2 от 24.02.2021 г.

Донецк
2021

УДК 681.51:66(076)

М 54

Составители:

Шаповалов Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии и охраны окружающей среды ДОННТУ;

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ДОННТУ.

М 54 **Методические рекомендации для индивидуальной работы по дисциплине «Системы управления и контроля технологическими процессами»** : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", каф. прикладной экологии и охраны окружающей среды: сост.: В. В. Шаповалов, С. В. Горбатко. – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. - Загл. с титул. экрана.

Методические рекомендации для индивидуальной работы студентов разработаны с целью получения практических навыков по дисциплине «Системы управления и контроля технологическими процессами». Содержит задания и методику составления схем автоматизации технологических процессов. Цель дисциплины - получение теоретических знаний и практических навыков по автоматизации и управлению технологическими процессами.

УДК 681.51:66(076)

СОДЕРЖАНИЕ

1.	УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ	5
2.	ВВОДНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	5
3.	ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	7
4.	ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ	13
	Список рекомендованной литературы	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ	20

1. УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

1. Индивидуальную работу печатают с помощью текстового редактора Word (шрифт Times New Roman, размер шрифта 14 пк) или выполняют в рукописном виде. Формат страницы А4. Все страницы должны иметь отступления: с левой стороны - 25 мм, с правой стороны - 10 мм, сверху и снизу – 20 мм.

2. Нумерация страниц сквозная. Первый лист - титульный, номер на нем не ставят.

3. При оформлении титульного листа (приложение) чётко укажите дисциплину, по которой выполняется контрольная работа, направление подготовки, профиль подготовки, шифр зачётной книжки, фамилию, имя, отчество студента, дату выполнения работы.

Варианты заданий и номер условия выдаются преподавателем.

2. ВВОДНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

После получения варианта индивидуального задания нужно с помощью литературы по процессам и аппаратам химической технологии, общей химической технологии и другой специальной литературы ознакомиться с принципами работы оборудования представленного в задании. Разобраться с принципами работы исполнительных механизмов (двигателей, соленоидов и т.д) и регулирующих органов (кранов, вентилей, задвижек, шиберов и т.д).

Затем следует изучить **ГОСТ 21.208—2013 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».**

Так как управление технологическим объектом осуществляется потоками вещества и/или энергии, то необходимо определить с помощью каких потоков будет осуществляться управление (регулирование) состоянием представленного в задании объекта. На этих потоках необходимо будет разместить регулирующие органы с исполнительными механизмами.

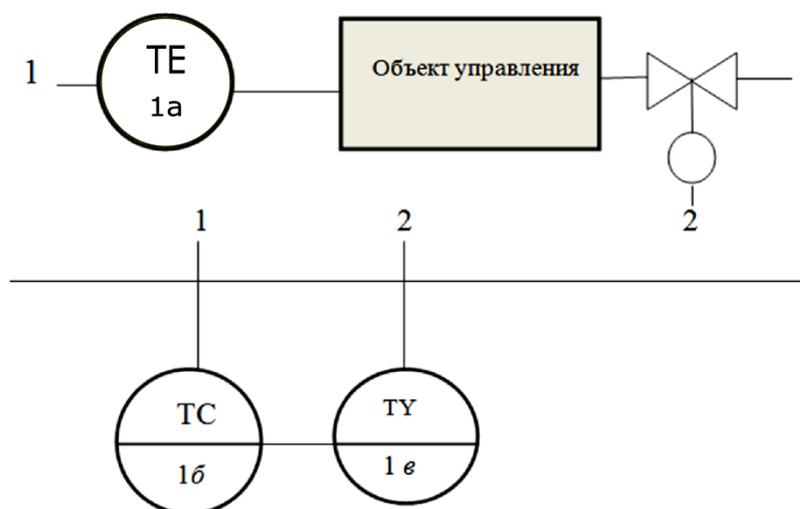
На следующем этапе необходимо определить типы первичных измерительных преобразователей (датчиков) и наметить места их размещения. В зависимости от измеряемой величины датчик обозначается большой буквой. Например, обозначение «ТЕ» означает, что используется первичный измерительный преобразователь с дистанционной передачей данных (Е), т.е. датчик. При обозначении датчиков на схеме следует руководствоваться таблицей 2 ГОСТ 21.208—2013.

Кроме буквы, отражающей измеряемую величину, каждому датчику необходимо присвоить номер и маленькую букву. Номер соответствует порядковому номеру данного элемента на общей схеме управления. Буква – положение в конкретной цепи управления (регулирования). Например, «1а» означает, что это линия управления начинается от датчика № 1 и данный элемент является на этой линии первым. К примеру, имеется цепь

управления от датчика №2: датчик уровня – регулятор уровня – преобразователь. Тогда обозначения элементов в этой линии следующие: 2а-2б-2в.

После выбора датчиков следует выбрать вторичные приборы. Они могут быть по ГОСТ 21.208—2013 показывающие (I), регистрирующие (R) и управляющие (С). Кроме того, приборы могут быть снабжены функцией включения/выключения (S) и аварийной сигнализацией (А) (в скобках дано их обозначение по ГОСТ 21.208—2013).

Например. Составить линию управления температурой. Для управления температурой необходим датчик температуры, регулятор температуры, преобразователь (усилитель мощности). Тогда элемент схемы содержащий элементы управления выглядит следующим образом (в увеличенном виде):



ТЕ – датчик температуры;
 ТС – регулятор температуры;
 ТУ – преобразователь.

Предположим, что объект управления обогревается паром. Датчик ТЕ, расположенный «по месту» (*не содержит горизонтальную черту*) измеряет температуру в объекте управления и передает электрический сигнал пропорциональный температуре, на регулятор температуры ТС, который расположен на «щите управления» (*содержит горизонтальную черту*). В регуляторе полученное значение температуры сравнивается с заданной температурой (уставкой). Если разница между температурой и уставкой отличается от нуля, регулятор температуры вырабатывает сигнал управления пропорциональный этой разнице. Поскольку регулятор является маломощным прибором, сигнал управления не может привести в действие исполнительный механизм и должен быть усилен. Это осуществляется в преобразователе ТУ. Мощный сигнал с преобразователя поступает по линии обратной связи на исполнительный механизм 2, который приводит в

действие регулирующий орган, который увеличивает или уменьшает подачу пара, обеспечивая минимальную разницу между температурой объекта управления и уставкой. При разнице равной нулю, сигнал управления также принимает нулевое значение, и исполнительный механизм прекращает работу. Если в схеме присутствует другой датчик, то он имеет № 2, так как позиция 1 уже занята датчиком температуры, и т.д.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Поэтапные действия составления схемы управления технологическим процессом приведены с целью обучения. Обучающийся представляет итоговую схему управления и приводит описание работы системы управления

Контуры технологического оборудования и трубопроводные коммуникации на схеме автоматизации рекомендуется выполнять линиями толщиной 1,5 и 0,6 мм соответственно. Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа изображают условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.784-70.

Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов.

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
Вода	- 1 - 1 -
Пар	- 2 - 2 -
Воздух	- 3 - 3 -
Азот	- 5,1 - 5,1 -
Кислород	- 3,7 - 3,7 -
Вакуум	- 3,8 - 3,8 -
Аммиак-	- 4,4 - 4,4 -
Кислота (окислитель)	- 6 - 6 -
Кислота серная	- 6,1 - 6,1 -
Кислота соляная	- 6,2 - 6,2 -
Щелочь	- 7 - 7 -
Взрывоопасные жидкости	- 8,6 - 8,6 -
Резерв и прочие	8,7; 8,8; 8,9
Жидкости негорючие	- 9 - 9 -
Прочие и резерв	0,6; 0,7; 0,8; 0,9

Изображение технологического оборудования.

Технологическое оборудование и трубопроводы изображают на схеме автоматизации упрощенно, с соблюдением требований следующих стандартов:

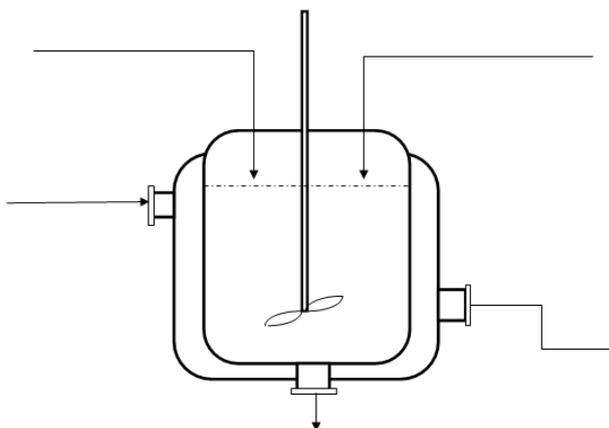
ГОСТ 2.780-68 - для элементов гидравлических и пневматических сетей;

ГОСТ 2.782-68 - для гидравлических и пневматических насосов двигателей;

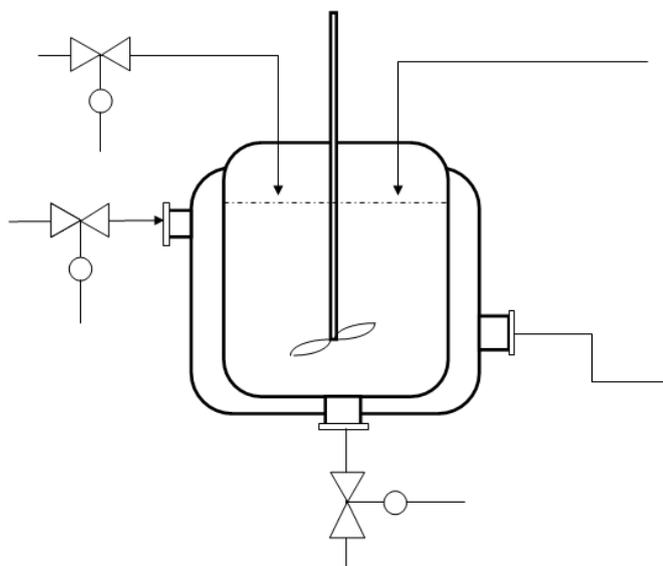
ГОСТ 2.788-74 - для выпарных аппаратов;

ГОСТ 2.789-74 - для теплообменных аппаратов;
ГОСТ 2.790-74 - для колонных аппаратов;
ГОСТ 2.791-74 - для отстойников и фильтров;
ГОСТ 2792-74 - для сушильных аппаратов;
ГОСТ 2.793-79 - для элементов и устройств машин и аппаратов химических производств в схемах всех отраслей промышленности и строительства;
ГОСТ 2.794-79 - для питающих и дозирующих устройств;
ГОСТ 2.795-80 - для центрифуг;
ГОСТ 14202-69 - для технологических трубопроводов в зависимости от протекающих в них сред;
ГОСТ 2.785-70 - для запорной арматуры (не регулирующей).
На линиях трубопроводов наносят стрелки по ГОСТ 2.721-74, указывающие направление потока вещества.

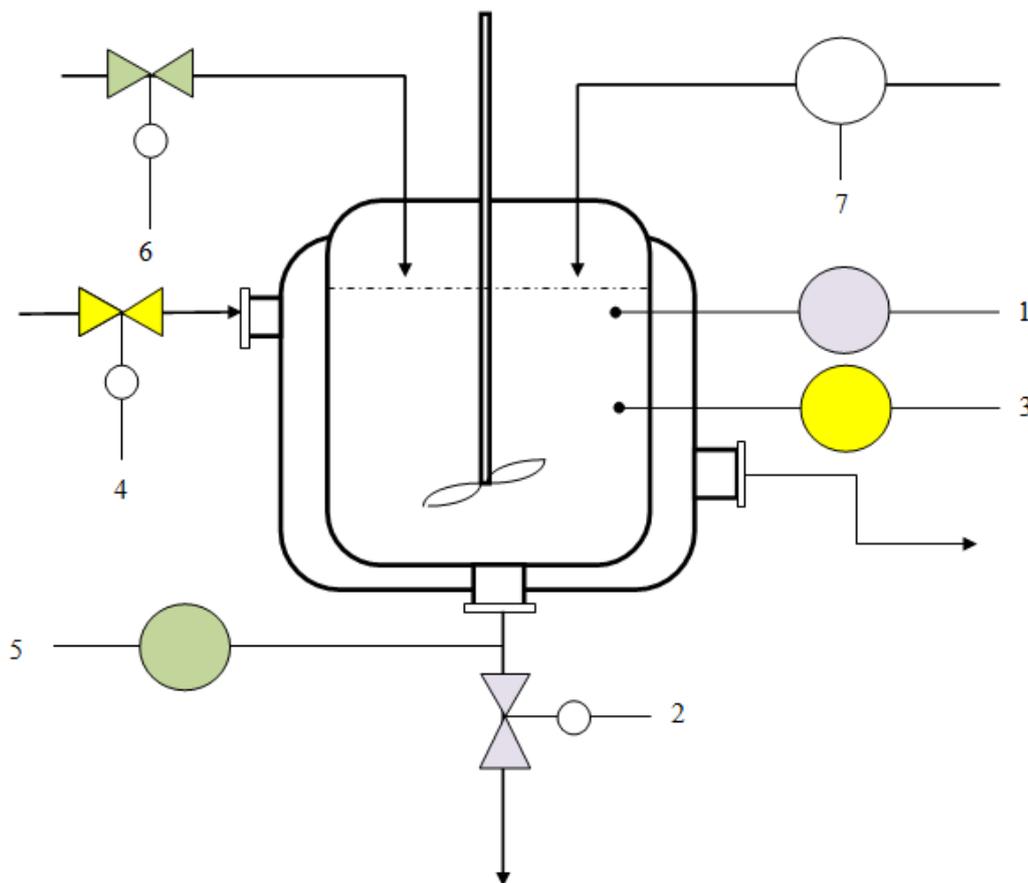
1. Составляем чертеж технологического объекта с материальными и энергетическими потоками



2. Наносим на схему исполнительные механизмы и регулирующие органы.



3. Наносим на схему первичные измерительные преобразователи, которые располагаются на полевом уровне.



Целесообразно на тот параметр, по которому будет осуществляться регулирование выделить две цифры (1 и 2, 3 и 4, n и n+1)

Приборы и средства автоматизации показывают условными обозначениями по ГОСТ 21.208—2013.

Графические условные обозначения электроаппаратуры, а именно: звонков, сирен, гудков, принимают по ГОСТ 2.741-68, сигнальные лампы (табло) - по ГОСТ 2.732-68.

Буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов, не обусловленных ГОСТ 21.208—2013, должны сопровождаться необходимыми пояснениями на схеме.

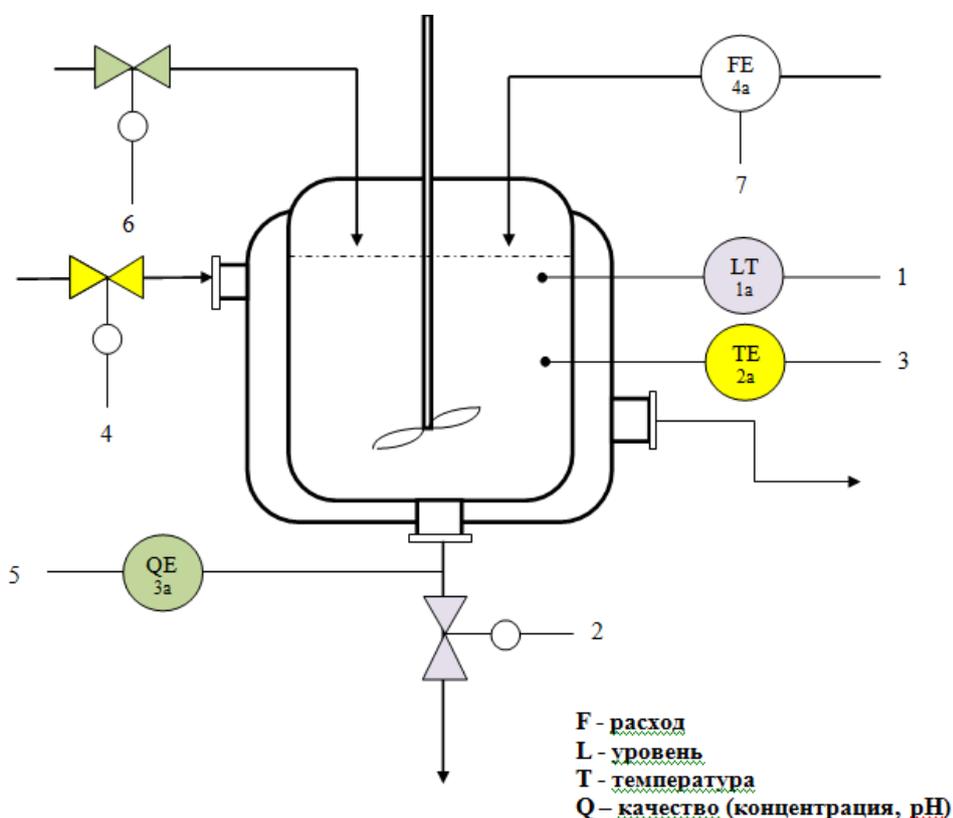
Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологические трубопроводы, изображают на схеме непосредственно в разрыве

трубопроводов (сужающие устройства, ротаметры, счетчики, датчики индукционных расходомеров, регулирующие и запорные органы).

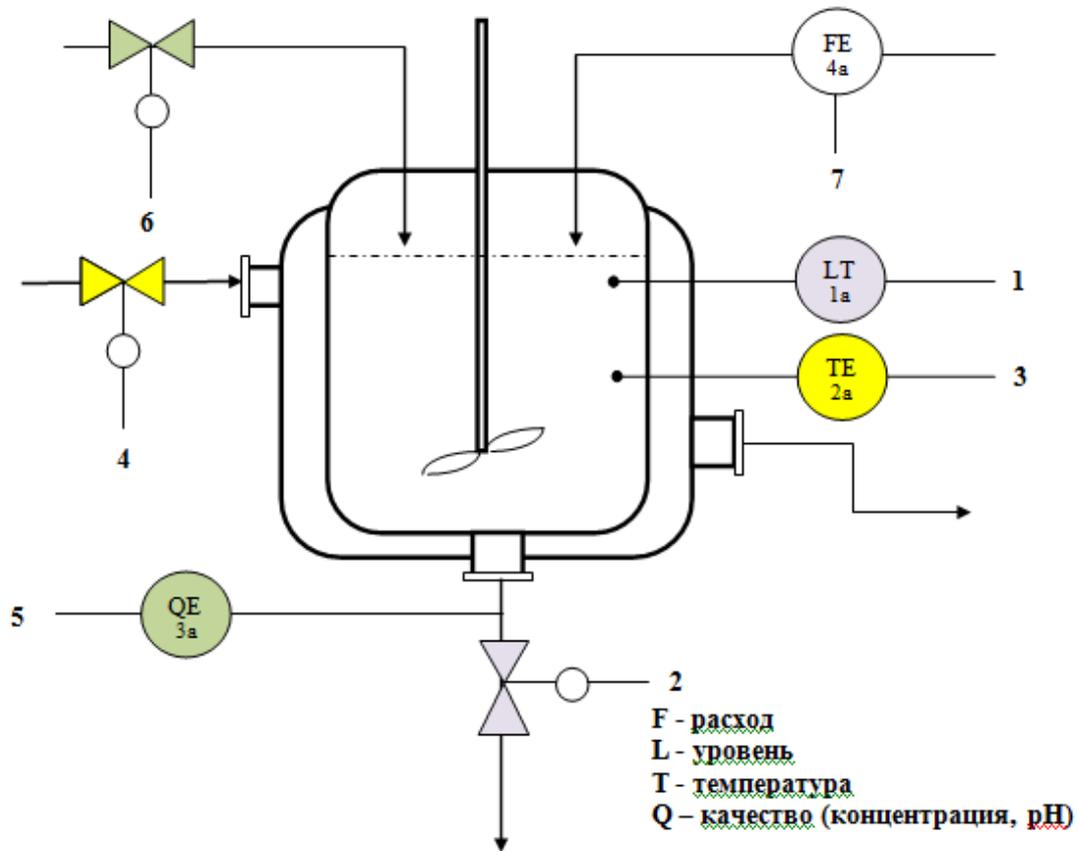
При применении агрегатированных комплексов или управляющих вычислительных машин приводят наименование всего комплекса и сокращенные наименования или типы отдельных его блоков, выполняющих функции измерения, регулирования, сигнализации и др. При этом прямоугольник, изображающий комплекс (ЭВМ), делят горизонтальными линиями на части, число которых соответствует количеству блоков.

Всем приборам, средствам автоматизации и электроаппаратам, изображенным на схеме, присваивают позиции арабскими цифрами (функциональной группе) и буквенными индексами (или цифрами) - строчными буквами русского алфавита (отдельным элементам, входящим в функциональную группу), например: 1а, 1б и т.д. (или 1-1, 1-2 и т.д.).

4. В соответствии с ГОСТ 21.208—2013 наносим обозначения измеряемых параметров, дополнительные функции преобразователей и их номер



5. Составляем схему приборов второго и третьего уровней управления по приведенному образцу.



вдоль линий входа указать значения параметров и допустимых отклонений

			1	2	3	4	5	6	7
Приборы по месту									FT 46
Стенд преобразователей				LY 16 E/E		TY 26 E/E		QY 36 E/P	
Пульт управления	ОВЕН TPM 148	Вход аналоговый	•		•		•		•
		Выход аналоговый		•		•		•	
	ЭВМ Master SCADA	Терминал	•		•		•		•
		Печать			•		•		•
		Пульт управления		•		•		•	

Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов

Наименование	Обозначение	Назначение
Чувствительный элемент	Е	Устройства, выполняющие первичное преобразование: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.
Дистанционная передача	Т	Приборы бесшкальные с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, манометрические термометры
Станция управления	К	Приборы, имеющие переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления
Преобразование, вычислительные функции	У	Для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств

6. Выбираем приборы автоматизации, например, на сайте фирмы ОВЕН <http://www.owen.ru/> , даем их краткую характеристику и составляем спецификацию.

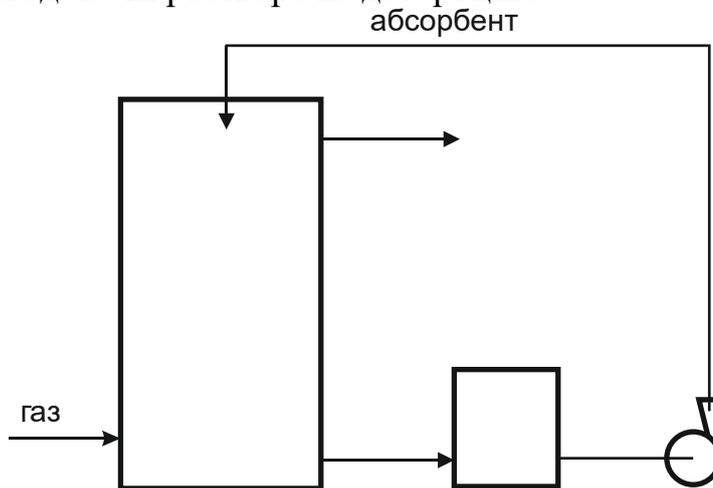
Пример спецификации на приборы и средства автоматизации

№ поз. по схеме	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора	Кол- во	Прим.
Измеритель регулятор микропроцессорный ТРМ 148 совместно с ПЭВМ				
1а	Датчик уровня кондуктометрический	ДС.К	1	
2а	Датчик температуры	ДТС044	1	
3а	Датчик рН - метра	ДМ-5М	1	
3б	Промышленный измерительный преобразователь	рН - 4120	1	
1б, 2б, 3в	Электропневмопреобразователь	ЭП- 1324	3	
1в, 2в, 3г	Клапан регулирующий с пневматическим исполнительным механизмом, нормально закрытый	25 нж 50 нж (НЗ)	3	

4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

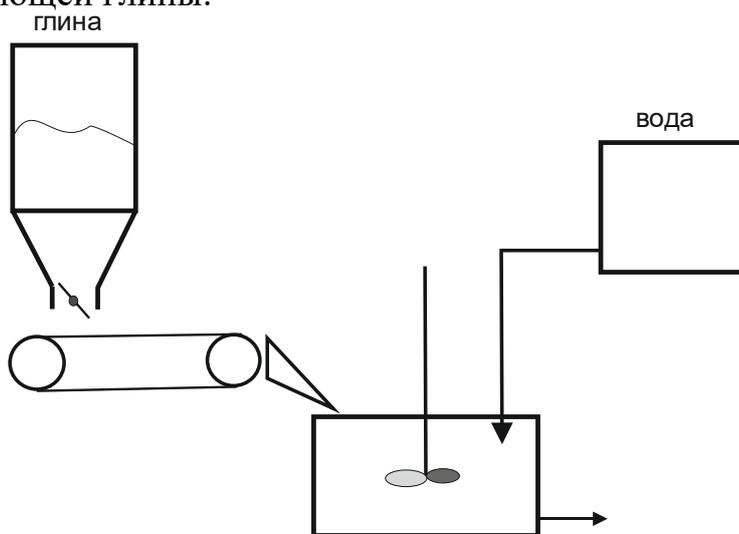
Вариант 1

Составить схему управления абсорбером. Регулирование количества абсорбента осуществить по количеству поступающего в абсорбер газа: предусмотреть отвод части раствора на десорбцию.



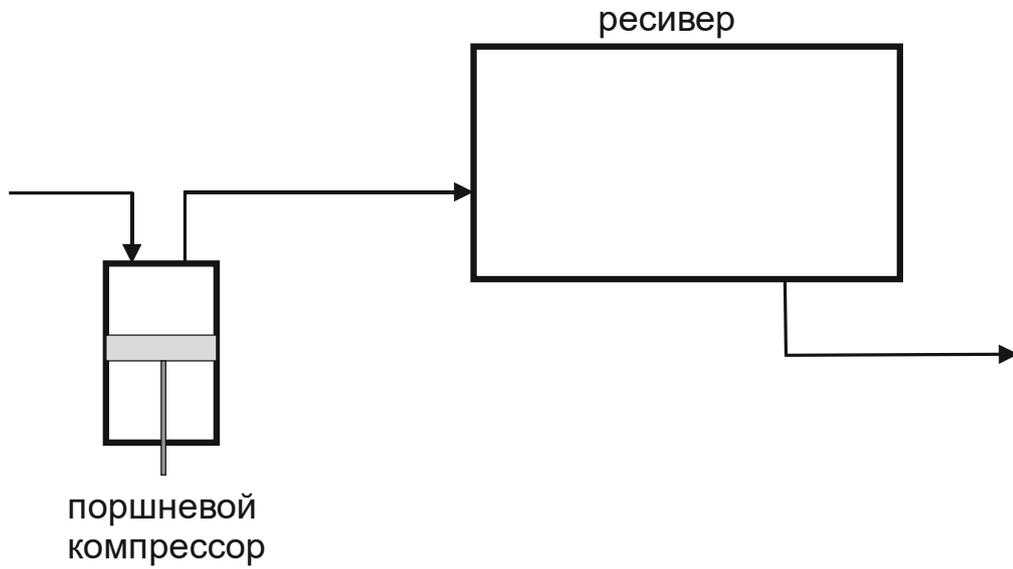
Вариант 2

Составить схему управления процессом приготовления шликера. Управление осуществить количеством подаваемой в реактор воды исходя из количества поступающей глины:



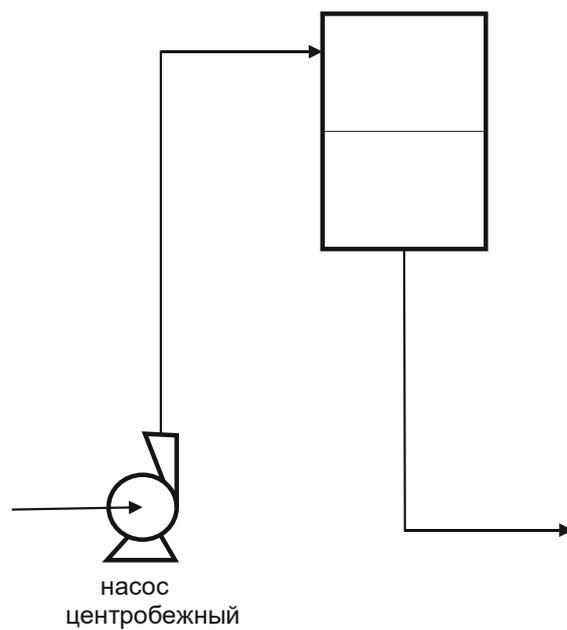
Вариант 3

Составить схему управления поддержания давления и температуры в ресивере компрессионной установки:



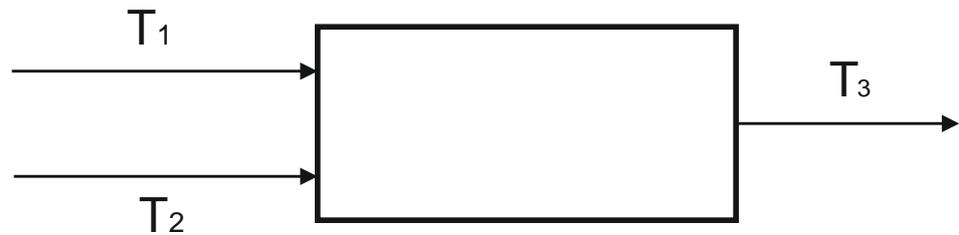
Вариант 4

Составить схему управления поддержания уровня и температуры воды в емкости.



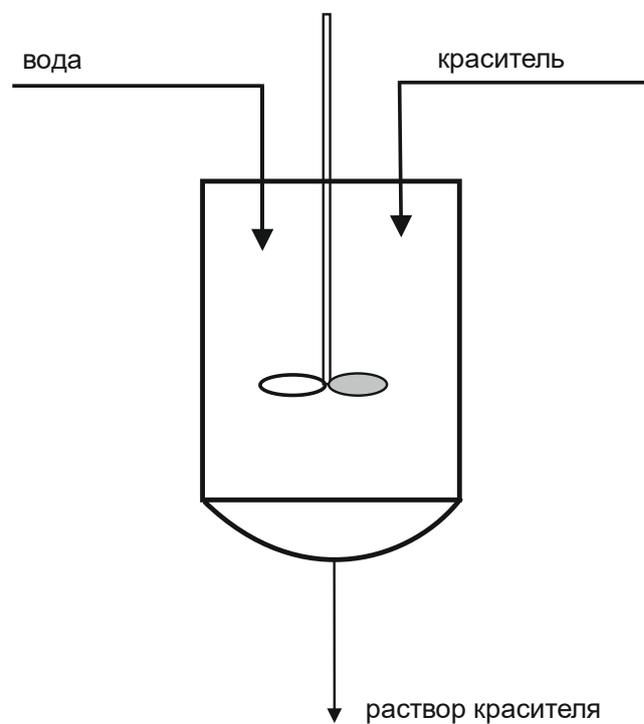
Вариант 5

Составить схему управления теплообменником смешения с поддержанием постоянной температуры на выходе из теплообменника ($T_1 < T_3 < T_2$):



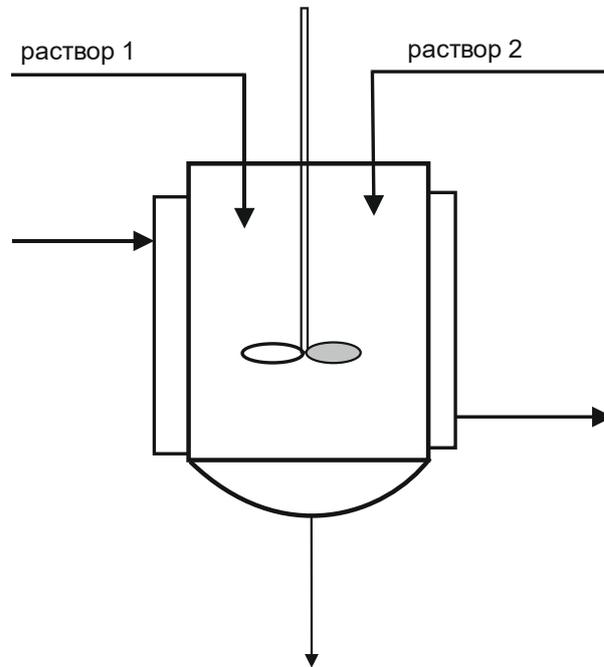
Вариант 6

Составить схему управления процессом получения раствора красителя заданной интенсивности:



Вариант 7

Составить схему управления охлаждением реактора. Реакция в реакторе экзотермическая.



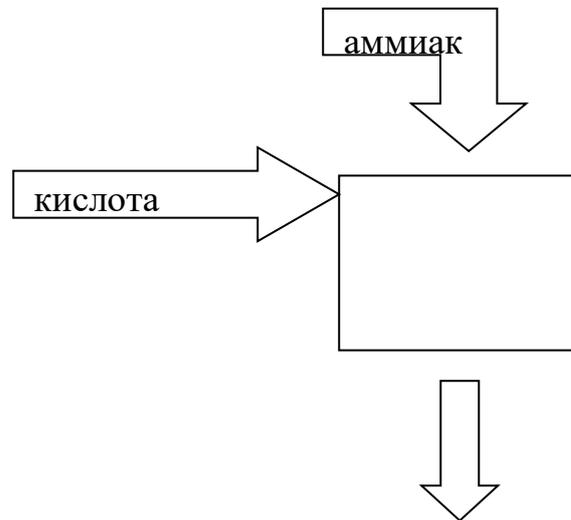
Вариант 8

Составить схему управления температурой печи.



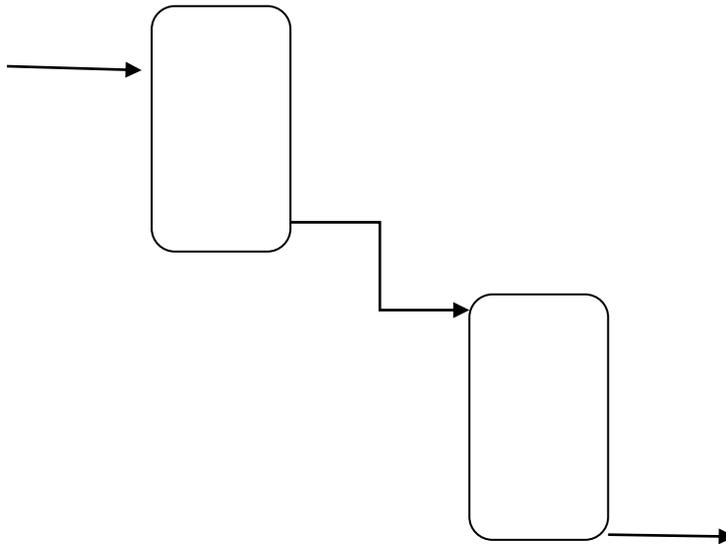
Вариант 9

Составить схему управления аппаратом нейтрализации серной кислоты аммиаком с получением сульфата аммония.



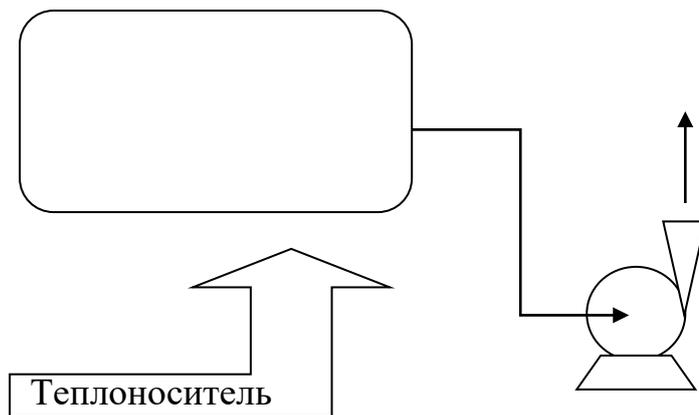
Вариант 10

Составить схему поддержания уровней в системе резервуаров.



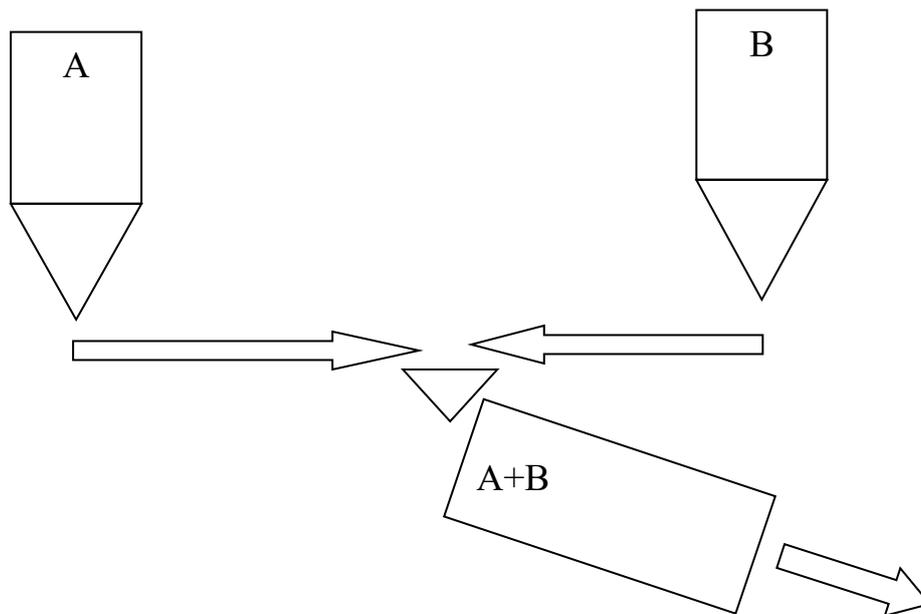
Вариант 11

Составить схему поддержания вакуума и температуры в вакуумной сушилке.



Вариант 12

Составить схему приготовления порошкообразной композиции заданного состава.



Список рекомендованной литературы

1. Беспалов, А.В. Системы управления химико-технологическими процессами / А.В.Беспалов, Н.И.Харитонов – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 690 с.
2. ГОСТ 21.208—2013. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2016. – 18 с.
3. Фёдоров А.Ф., Кузьменко Е.А. Системы управления химико-технологическими процессами. Учебное пособие. *Электронная ознакомительная версия.*- Томск: Изд. ТПУ, 2009, - 217с (http://edulib.pgta.ru/els/su_himiko-tehn_processami.pdf)

Образец титульного листа

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет металлургии и теплоэнергетики
 Кафедра «Прикладная экология и охрана окружающей среды»

**Индивидуальная работа
 по курсу
 «Системы управления и контроля технологическими процессами»**

Выполнил, студент: _____
 (инициалы, фамилия) (подпись, дата)

Шифр (№ зачетной книжки)

Направление подготовки ... Химическая технология

Профиль _____

Группа _____

Работа защищена _____
 (дата)

Оценка _____

Председатель комиссии _____
 (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Члены комиссии _____
 (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

_____ (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

_____ (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Донецк 202__

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для выполнения индивидуальной работы по дисциплине
«Системы управления и контроля технологическими процессами»

Составители:

Шаповалов Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»;

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной экологии и охраны окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ».

Ответственный за выпуск:

Шаповалов Валерий Васильевич – заведующий кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды» ГОУВПО «ДОННТУ», доктор химических наук, профессор