ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КЕМЕРОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кафедра АПП и АСУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Задания и методические указания
по выполнению контрольных работ по курсу «Проектирование автоматизированных систем» для студентов специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» заочной формы обучения

Кемерово
2008

С о с т а в и т е л ь :
Н.А. Суркова

Суркова, Н.А.

Проектирование автоматизированных систем: задания и метод. указ. / [сост.: Н.А. Суркова]; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности – Кемерово, 2008. – 41с.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры АПП и АСУ
Протокол №2 от “ 18“ сентября 2008г.

Рекомендовано к печати методической комиссией механического факультета
Протокол № от “__“ _____ 2008г.

Содержатся исходные данные и краткая теоретическая часть для выполнения контрольной работы по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем». Приведены контрольные вопросы для получения зачета.

Предназначены для выполнения контрольных работ для студентов заочного отделения специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств».

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....4
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....5
2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....5
3. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....18
3.1. Вариант № 1: разработка ФСА процесса производства аммиака.....18
3.2. Вариант №2: разработка ФСА процесса производства аммиака.....21
3.3. Вариант № 3: разработка ФСА процесса производства динитронафталина.....22
3.4. Вариант № 4: разработка ФСА процесса сушки в кипящем слое.....24
3.5. Вариант № 5: разработка ФСА процесса производства полипропилена.....27
3.6. Вариант № 6: разработка ФСА процесса производства полипропилена.....29
3.7. Вариант № 7: разработка ФСА процесса переработки сероводорода в серу.....30
3.8. Вариант № 8: разработка ФСА процесса переработки сероводорода в серу.....33
3.9. Вариант № 9: разработка ФСА процесса производства серной кислоты (стадия 1).....34
3.10. Вариант № 0: разработка ФСА процесса сушки в кипящем слое.....36
4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НА ЗАЧЕТ.....38
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....40

ВВЕДЕНИЕ

Повышение качественных и количественных показателей технологических и производственных процессов связано с оснащением их современными автоматическими системами контроля и управления. Грамотный выбор приборов и средств автоматики (СА), составление проектной документации позволяют сократить расходы на их внедрение и модернизацию, а также эксплуатационные расходы и т.д.

Методические указания содержат исходные данные для выполнения контрольной работы.

Контрольная работа заключается в разработке ФСА и заказной спецификации на приборы и СА, оформляется на листах формата А4 в соответствии с требованиями к текстовым документам.

Функциональная схема автоматизации должна быть выполнена с помощью программ КОМПАС или AutoCAD, для проверки знаний владения этими программами необходимо к контрольной работе прилагать дискету или диск.

Выбор варианта задания соответствует последней цифре зачетной книжки.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель: разработка функциональной схемы автоматизации (ФСА) согласно заданию с использованием ГОСТ 21.404 – 85 «СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

Задачи:

1) выполнить ФСА в развернутом виде в щитовом исполнении и с использованием микропроцессорной техники на листе формата А2 или А3;
2) заполнить заказную спецификацию (формат А4) на выбранные средства автоматизации указанного контура;
3) оформить пояснительную записку;
4) представить электронный макет ФСА.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ФСА является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления. При ее разработке необходимо решить следующие задачи:

1) получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
2) непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им;
3) стабилизация технологических параметров процессов;
4) контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояние оборудования;

Данные задачи реализуются с помощью технических средств автоматизации (ТСА), включающих в себя:

1) отборные устройства;
2) средства получения первичной информации;
3) средства преобразования и получения информации.

Результатом состояния ФСА является:

1) выбор метода измерения технологического параметра;
2) выбор основных технических средств автоматизации;
3) определение приводов, ИМ, РО и запорных органов технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно;
4) размещение средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах, а также определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

Коммуникации технологических трубопроводов на функциональной схеме автоматизации показывают однолинейно в зависимости от их назначения в соответствии с ГОСТ 2.784-96 «Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов» (таблица 1).

На технологических трубопроводах изображают только основную регулирующую и запорную арматуру, которая относится к работе и обслуживанию системы автоматизации и которая необходима для определения относительного расположения отборных устройств и средств получения информации.

Для придания большей наглядности и выразительности контуры **оборудования**, прямоугольники, изображающие щиты **и пульты**, а также **коммуникации** вычерчивают основными линиями (толщиной **0,6-1,5мм**), а **трубопроводы** с основным потоком – утолщенной линией (**до 2мм**). **Линии связи** проводятся с наименьшим числом перегибов и пересечений между собой и выполняют в тонких линиях толщиной **0,2-0,3мм**.

Таблица 1

Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов по ГОСТ 2.784-96

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение	Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
1	2	3	4
Вода	-1-1-	Жидкое горючее	-15-15-
Пар	-2-2-	Горючие и взрывоопасные газы: водород	-16-16-
Воздух	-3-3-	ацетилен	-17-17-
Азот	-4-4-	фреон	-18-18-
Кислород	-5-5-	метан	-19-19-
Инертные газы: аргон	-6-6-	этан	-20-20-
неон	-7-7-	этилен	-21-21-
гелий	-8-8-	пропан	-22-22-
криптон	-9-9-	пропилен	-23-23-
ксенон	-10-10-	бутан	-24-24-
Аммиак	-11-11-	бутилен	-25-25-
Кислота	-12-12-	Противопожарный трубопровод	-26-26-
Щелочь	-13-13-	Вакуум	-27-27-
Масло	-14-14-		

Если на чертеже имеется несколько трубопроводов с одинаковой средой, но с различными характеристиками, то к основному цифровому обозначению можно добавлять буквенный индекс, например:

вода теплая – 1т – 1т –.

На рисунке 1 показан пример выполнения ФСА с указанием рекомендуемой толщины линий при ее оформлении. **Высота букв** в пояснительном тексте – от **3,5 до 5 мм**.

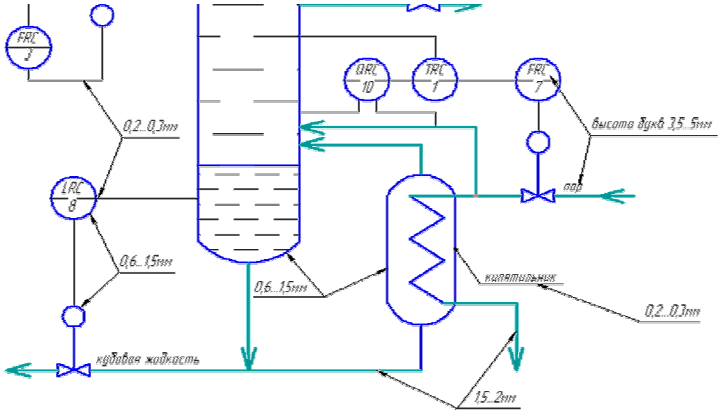

Рисунок 1 – Графическое оформление ФСА

На линиях пересечения трубопроводов, изображающих их соединение, ставится точка. Отсутствие точки означает отсутствие соединения трубопроводов. Знак обвода (в виде полуокружности) не применяется.

Пересечения условных обозначений средств автоматизации линиями связи не допускаются.

На ФСА при помощи условных изображений показывают приборы и СА, которые необходимы для оснащения проектируемого объекта, в том числе СА, входящие в комплект поставки технологического оборудования и имеющиеся у заказчика.

Изображения приборов и СА выполняются в соответствии с ГОСТ 21.404-85 «СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

Пример построения условного обозначения прибора представлен на рисунке 2.

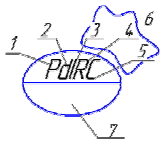

Рисунок 2 – Пример построения условного обозначения прибора

1 – измеряемая величина (в данном случае давление), 2 – уточнение измеряемой величины (в данном случае перепад), 3 – показание, 4 – регистрация, 5 – регулирование, 6 – функциональные признаки прибора, 7 – место для нанесения позиционного обозначения.

Порядок расположения букв в буквенном обозначении принимают следующим:

1. основное обозначение измеряемой величины;
2. дополнительное обозначение измеряемой величины (при необходимости);
3. обозначение функционального признака прибора

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме устройств ручного управления) является наименованием измеряемой комплектом величины. Дополнительные буквенные условные обозначения, отображающие функциональные признаки прибора, представлены в таблице 2 (ГОСТ 21.404-85).

Таблица 2

Дополнительные буквенные условные обозначения, отображающие функциональные признаки прибора по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Обозначение	Назначение
Чувствительный элемент	*E*	Устройства, выполняющие первичное преобразование: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, сужающие устройства расходомеров и т. п.
Дистанционная передача	*T*	Приборы бесшкальные с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, манометрические термометры.
Станция управления	*K*	Приборы, имеющие переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления.
Преобразование, вычислительные функции[1]	*Y*	Для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств.

[1] При построении условных обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств надписи, определяющие вид преобразования или операции, осуществляемые вычислительным устройством, наносят в верхнем правом углу от графического обозначения прибора (рис.3).

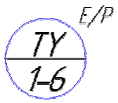

Рисунок 3 – Условное обозначение преобразователей сигналов:
Е/Р – преобразование электрического сигнала в пневматический (электропневмопреобразователь).

Размеры графического условного обозначения приборов и СА (по ГОСТ 21.404-85) представлены в таблице 3.

Таблица 3

Размеры графического условного обозначения приборов и СА по ГОСТ 21.404-85

Наименование	Условное обозначение	Размеры, мм
Первичный измерительный преобразователь, датчик, чувствительный элемент		ϕ10, 10, 15
Прибор установленный на щите		
Исполнительный механизм (ИМ)		Ø5, 10
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала открывает РО		
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала закрывает РО		
Регулирующий орган (РО)		7, 3

Каждому измерительному и регулирующему комплекту присваивается порядковый номер на схеме, а каждому элементу, изображенному на функциональной схеме, – позиционное обозначение (позиция). Позиции сохраняются во всех документах проекта. Позиция каждого из средств автоматизации состоит из двух цифр, разделенных между собой знаком «–». Первая цифра обозначает номер комплекта, а вторая – порядковый номер элемента комплекта (от первичного элемента до регулирующего органа). Например: чувствительный элемент – *1-1,* местный прибор – *1-2,* вторичный прибор – *1-3,* регулятор – *1-4,* исполнительный механизм – *1-5,* регулирующий орган – *1-6.*

Рекомендуемая последовательность присвоения номеров приборам и комплектам СА:

1) температура;
2) давление;
3) расход;
4) уровень;
5) влажность;
6) плотность;
7) вязкость;
8) концентрация;
9) пыльность, цветность, мутность, дымность;
10) теплота сгорания;
11) количество теплоты;
12) сила звука (звуковое давление);
13) вибрация;
14) скорость линейная;
15) частота вращения, в минутах;
16) линейное перемещение и длина;
17) положение (перемещение) регулирующего органа (РО);
18) толщина;
19) разность значений двух величин;
20) доза радиоактивного излучения.

Буквенные обозначения измерительных величин и функциональных признаков приборов представлены в таблице 4 (ГОСТ 21.404-85).

Таблица 4

Буквенные обозначения измерительных величин и функциональных признаков приборов по ГОСТ 21.404-85

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	основное значение первой буквы	дополнительное значение первой буквы	отображение информации	формирование выходного сигнала	дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
A	-	-	сигнализация[1]	-	-
B	резервная буква	-	-	-	-
C	-	-	-	регулирование	-
D	плотность	разность (перепад)	-	-	-
E	электрическая величина	-	-	-	-
F	расход	соотношение, доля, дробь	-	-	-

[1] При построении условных обозначений сигнализаторов в верхнем и /или нижнем правом углу от графического обозначения прибора наносят дополнительное буквенное обозначение прибора, указывающее по какому критическому значению должна выполняться сигнализация, если по минимальному – в нижнем углу ставится буква «L», а по максимальному – в верхнем «H». (рис.4)

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
G	размер, положение, перемещение	-	-	-	-
H	ручное воздействие	-	-	-	верхний предел измерения
I	-	-	показание	-	-
J	-	автоматическое перемещение (обегающее устройство)	-	-	-
K	время, временная программа	-	-	-	-
L	уровень	-	-	-	нижний предел измерения
M	влажность	-	-	-	-
P	давление, вакуум, разряжение	-	-	-	-
Q	качество, состав, концентрация	интегрирование, суммирование по времени	-	-	-
R	радиоактивность	-	регистрация	-	-

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6
S	скорость, частота	-	-	включение, отключение, блокировка	-
T	температура	-	-	-	-
U	несколько разнородных величин	-	-	-	-
V	вязкость	-	-	-	-
W	масса	-	-	-	-
X	нерекомендуемая резервная буква	-	-	-	-

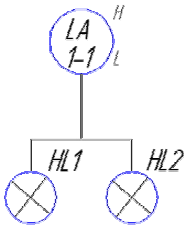

Рисунок 4 – Условное обозначение сигнализатора уровня:
HL – лампа накаливания

Существует два способа выполнения ФСА: упрощенный и развернутый.

При выполнении ФСА упрощенным способом на схемах показывают отборные устройства, первичные приборы, регулирующие устройства, исполнительные механизмы и одно условное изображение устройства контроля и управления независимо от того, сколько блоков и устройств в него входят. На этих схемах обычно не показывают щиты контроля, операторские пункты и ЭВМ. Такие схемы создаются на начальных стадиях проектирования.

При выполнении ФСА развернутым способом условное обозначение приборов и СА показывается для каждого отдельно существующего функционального блока. Щиты контроля и управления показывают в нижней части чертежа при помощи условных прямоугольников.

Преимуществом развернутого способа является большая наглядность и возможность легкой и быстрой ориентации в распределении аппаратуры по пунктам управления. Достоинством упрощенного способа является меньшая трудоемкость составления схем автоматизации и непосредственное ее совмещение со схемой технологического процесса.

Комбинированное изображение предполагает показ СА в основном развернуто, однако некоторые узлы изображают упрощенно.

Если несколько первичных элементов подключается к одному вторичному прибору, то допускается объединять соединительные линии в одну. Такое объединение допускается также при наличии нескольких отборных устройств, работающих с одним прибором через переключатель (рис. 5).

Пример выполнения ФСА упрощенным и развернутым способом представлены на рисунках 6 и 7 соответственно.

На основании ФСА разрабатывается заказная спецификация на приборы и СА, форма и размеры которой приводятся в [1, с. 395].

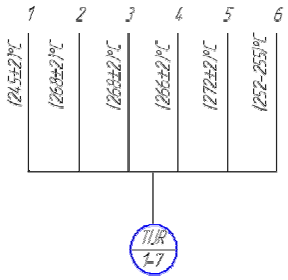

Рисунок 5 – Пример построения подключения несколько первичных элементов к одному вторичному прибору

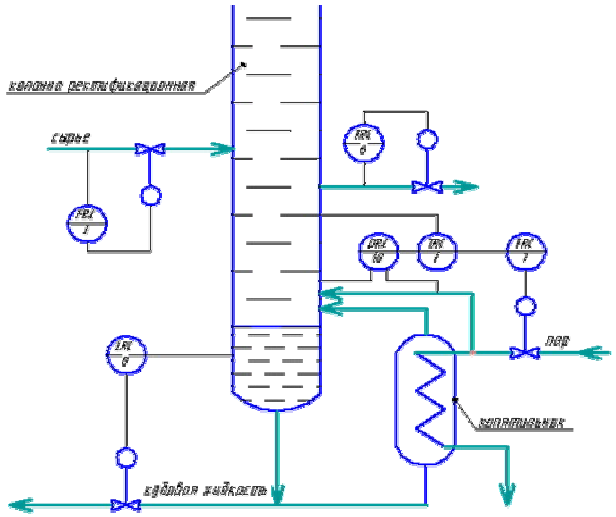

Рисунок 6 – Фрагмент выполнения функциональных схем упрощенным способом

Электроаппаратуру, предназначенную для управления и сигнализации однотипного оборудования, допускается изображать на схеме только для одного электропривода, а на чертеже проставлять количество комплектов (рис. 8).

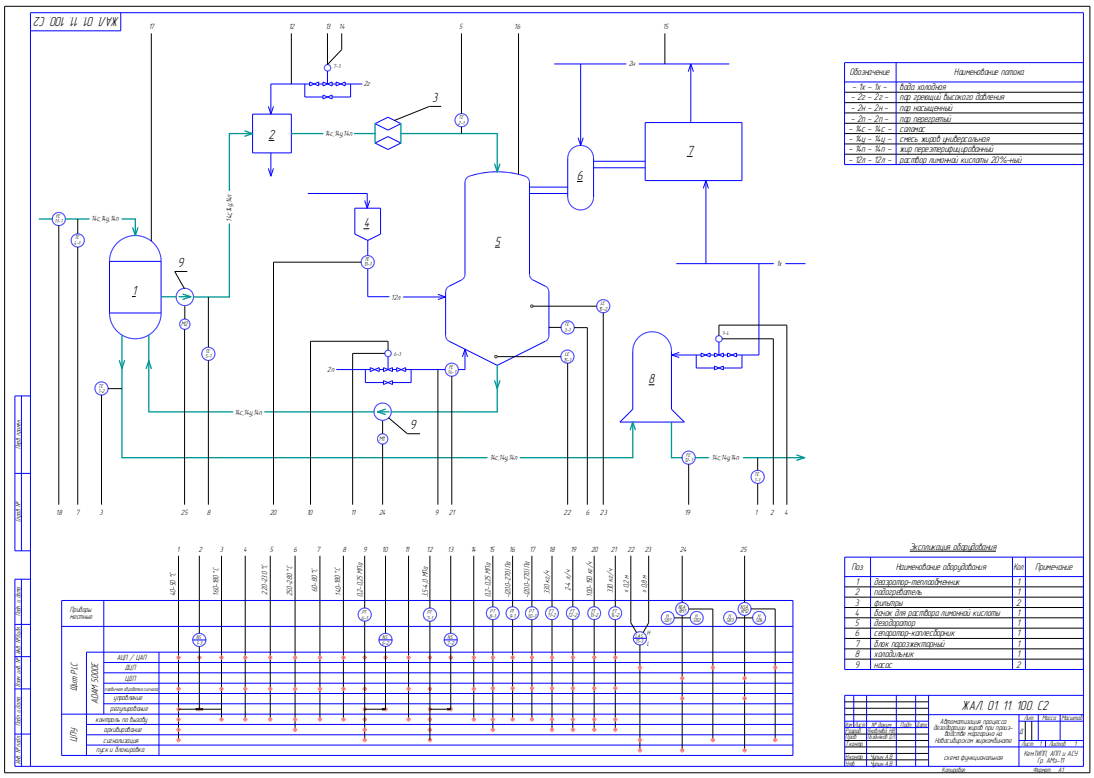

Рисунок 7 – Пример выполнения функциональной схемы развернутым способом

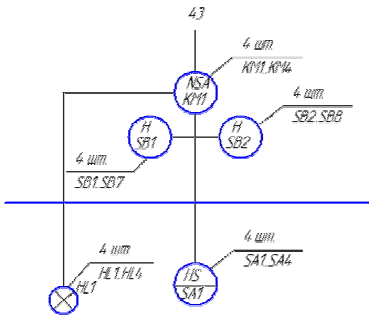

Рисунок 8 – Пример построения однотипного оборудования:
КМ – магнитный пускатель; SB – пост кнопочный; SA – ключ управления; HL – лампа накаливания.

3. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1. Вариант № 1: разработка ФСА процесса производства аммиака

Азотоводородная смесь нагнетается поршневым компрессором К1 до давления 25МПа и подается в масляный фильтр ФМ, который служит для очистки сжатого газа от смазочного масла. Там же производится очистка непрореагировавшей азотоводородной смеси из компрессора К2. После фильтра ФМ смесь подается в межтрубное пространство конденсационной колонны КК. Охлаждение и конденсация части аммиака, содержащегося в смеси, осуществляется встречным потоком холодного газа из аммиачного испарителя И. Сконденсировавшийся аммиак собирается в емкости Е, а азотоводородная смесь поступает на синтез в колонну КС. Синтез протекает в присутствии катализатора. Реакция образования аммиака обратима и идет с выделением тепла. Обычно реакцию проводят при температуре 380-450°С. Выход аммиака в этом случае составляет 12-18%.

Колонна синтеза КС состоит из катализаторной коробки и трубчатого теплообменника. Исходная азотоводородная смесь перед катализаторной коробкой нагревается в трубчатом теплообменнике (до температуры, необходимой для начала реакции) за счет тепла, выделившегося при синтезе смеси предыдущей порции. Часть исходной смеси может подаваться в нижнюю часть колонны минуя теплообменник, что позволяет осуществлять регулирование температуры.

Контактный газ после колонны синтеза КС поступает в водяной холодильник ВХ, где охлаждается до 30-35°С. При этом аммиак, содержащийся в газе, конденсируется. В сепараторе С производится отделение жидкого аммиака от непрореагировавшей азотоводородной смеси, которая направляется в линию всасывания циркуляционного компрессора К2, обеспечивающего компенсацию потерь давления в аппаратах КС, ВХ, С (25МПа) и возможность возврата смеси в ФМ. Жидкий аммиак отводится в емкость Е, где из него выделяются растворенные газы.

Технологическая схема процесса производства аммиака представлена на рисунке 9.

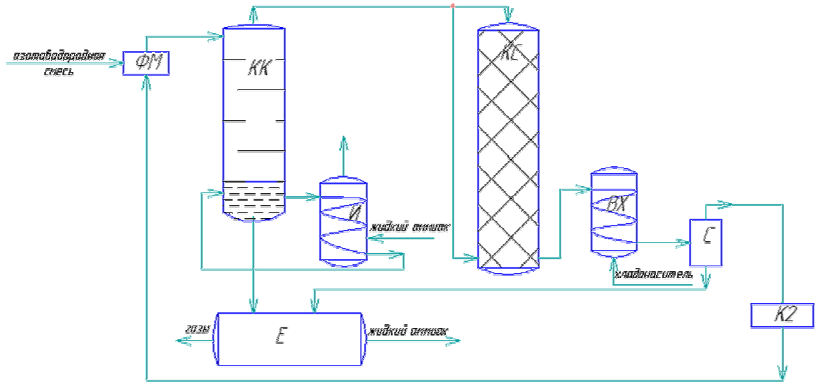

Рисунок 9 – Технологическая схема производства аммиака:
К1 и К2 – многоступенчатые поршневые компрессоры; ФМ – масляный фильтр; КК – конденсационная колонна; И – аммиачный испаритель; КС – колонна синтеза; ВХ – водяной холодильник; С – сепаратор; Е – емкость.

Задание

1) Разработать контур стабилизации давления в линии нагнетания азотоводородной смеси компрессором К1, управляя

давлением через изменение проходного сечения в байпасной линии компрессора.

2) Разработать контур каскадного регулирования температуры на выходе из испарителя И с промежуточной координатой – уровень в испарителе И. В качестве регулирующего воздействия принять изменение расхода жидкого аммиака на входе в испаритель И. Для измерения уровня использовать гидростатический уровнемер, а для измерения температуры – термосопротивление.

3) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- расхода жидкого аммиака на входе в испаритель И с использованием в качестве датчика ультразвукового расходомера;
- температуры азотоводородной смеси на выходе из колонны КК с использованием в качестве датчика термосопротивления;
- давления в емкости Е;
- уровня в кубе колонны КК с использованием емкостного уровнемера;
- уровня в емкости Е с использованием емкостного уровнемера.

4) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- падение давления в линии подачи азотоводородной смеси ($P<P_{min}$);
- рост температуры на выходе из испарителя И ($T>T_{max}$)

5) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: стабилизируемое давление в линии нагнетания должно составлять 25 МПа, параметры трубопровода $D_У$ = 50 мм, T = 35°C, среда неагрессивная.

3.2. Вариант №2: разработка ФСА процесса производства аммиака

Технологический процесс и его описание соответствует варианту №1.

Задание

1) Разработать контур регулирования температуры в колонне синтеза КС. В качестве регулирующего воздействия принять изменение расхода подачи азотоводородной смеси в нижнюю часть колонны.

2) Разработать контур стабилизации уровня в сепараторе С, измененяя расход в линии слива аммиака в емкость Е. Для измерения уровня использовать емкостной уровнемер.

3) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- расхода жидкого аммиака, поступающего в емкость Е из сепаратора С, с использованием в качестве датчика ультразвукового расходомера;
- давления на линии подачи азотоводородной смеси в колонну КК;
- давления в емкости Е;
- температуры (30-35^{0}C) на выходе из холодильника ВХ;
- уровня в емкости Е с использованием в качестве датчика акустического уровнемера;

4) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- падение давления в линии подачи азотоводородной смеси ($P < P_{min}$);
- рост температуры в колонне КС ($T > T_{max}$);
- выход из заданного диапазона значения уровня в сепараторе С ($L_{min}<L<L_{max}$).

5) Учесть следующие условия: регулируемая температура в точке измерения – 380-450°C, давление $P_У$ = 20МПа, па-

раметры трубопровода, где устанавливается клапан: $D_У$ = 50 мм, T = 50°C; среда неагрессивная.

3.3. Вариант № 3: разработка ФСА процесса производства динитронафталина

В нитратор НР из напорных баков НБ1 и НБ2 непрерывно через диафрагмовые дозаторы подается мононитронафталин и кислотная смесь.

В нитраторе НР поддерживается температура 40°C. Охлаждение производится подачей в нитратор с помощью насоса НС предварительно охлажденной в теплообменнике Т отработанной кислоты. Из нитратора НР реакционная масса непрерывно поступает на барабанный вакуум-фильтр ВФ1, где производится отжим отработанной кислоты. Последняя поступает в вакуум-приемник отработанной кислоты ВП1. Продукт (динитронафталин) в вакуум-фильтре ВФ1 срезается ножом и попадает в репульпатор РП, где смешивается в водой, подаваемой из напорного бака НБ3.

Продукт в смеси с водой подается на вакуум-фильтр ВФ2. На нем производится отжим кислой воды, которая подается в приемник ВП2 и далее на регенерацию. Динитронафталин поступает в сушилку СЛ, где осуществляется его высушивание подачей пара.

Технологическая схема процесса производства динитронафталина представлена на рисунке 10.

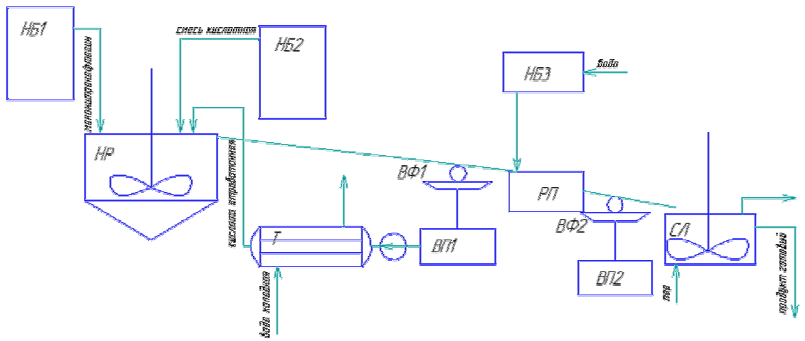

Рисунок 10 – Технологическая схема процесса производства динитронафталина:
НБ1, НБ2 и НБ3 – напорные баки; НР – нитратор; Т – теплообменник; НС – насос; ВФ1 и ВФ2 – вакуум-фильтры; ВП1 и ВП2 – вакуум-приемники; РП – репульпатор; СЛ – сушилка.

Задание

1) Разработать контур регулирования соотношения расходов мононитронафталина (890 кг/ч) и кислотной смеси (2900 кг/ч), подаваемых в нитратор НР, (15 $м^3$/ч) путем изменения расхода кислотной смеси. Для измерения расхода мононитронафталина принять весовой расходомер, а для расхода кислотной смеси – электромагнитный. Изменение расхода кислотной смеси осуществляется дозатором с частотным приводом, имеющим следующие возможности: алгоритм плавного изменения скорости вращения вала двигателя, средства ручного управления двигателем по месту установки привода, цифровая индикация текущих значений скорости и частоты вращения.

2) Разработать контур каскадного регулирования температуры (40^0C) в нитраторе НР, с промежуточной координатой – температура отработанной кислоты (20^0C) на входе в нитратор НР. В качестве регулирующего воздействия принять изменение расхода хладагента (вода).

3) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- температуры динитронафталина, температура составляет 70^0C;

- температуры отработанной кислоты до теплообменника Т, температура составляет 40^0С;
- расхода отработанной кислоты (20кг/ч) в линии подачи ее в нитратор НР, для измерения расхода использовать электромагнитный расходомер;
- уровня в баке НБ3, для измерения уровня принять буйковый уровнемер.

4) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- рост температуры динитронафталина ($T > T_{max}$);
- выход из заданного диапазона значений расходов веществ, подаваемых в нитратор НР, ($F_{min}<F<F_{max}$).

5) Выполнить подбор с учетом следующих условий: заданные значения регулируемых температур 20-40^0С, параметры трубопровода: диаметр трубопровода $D_У$ = 25 мм, давление $P_У$ = 0,1МПа.

3.4. Вариант № 4: разработка ФСА процесса сушки в кипящем слое

Сушильный агрегат состоит из двухкамерной сушилки кипящего слоя (КС), в нижнюю часть которой подается из топки ТП сушильный агент (топочный газ). Влажный материал поступает из промежуточного бункера Б1 в верхнюю половину сушилки КС и после сушки в псевдосжиженном состоянии поступает в бункер Б2. Отработанный сушильный агент из верхней части сушилки поступает в циклон Ц и после отделения твердой фазы сбрасывается дымососом Д в атмосферу. При автоматизации сушки в кипящем слое основным показателем процесса является температура кипящего слоя. Регулирующим воздействием при стабилизации температуры может быть изменение расхода влажного материала или сушильного агента или изменение температуры последнего. Более предпочтителен первый вариант,

т.к. изменение параметров сушильного агента можно производить только в определенном, дольно узком диапазоне температур из-за терморазложения материала.

Нормальная работа сушилок КС возможна только при определенной высоте кипящего слоя. С целью поддержания заданного значения этого параметра стабилизируется гидродинамическое сопротивление слоя, т.е. перепад давлений до и после решетки посредством изменения скорости через преобразователь частоты (ПЧ) электродвигателя питателя сухого материала П. Кроме этих регуляторов предусматриваются типовые узлы регулирования начальной температуры сушильного агента, его расхода, соотношения расходов топлива и первичного воздуха.

Технологическая схема процесса сушки в кипящем слое представлена на рисунке 11.

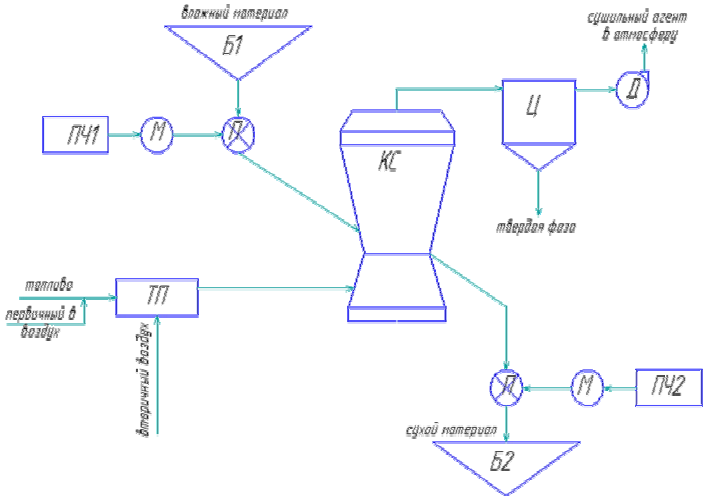

Рисунок 11 – Технологическая схема процесса сушки в кипящем слое:

КС – сушилка кипящего слоя; Б1 и Б2 – бункеры важного и сухого материалов соответственно; ТП – топка; ПЧ1 и ПЧ2 – частотные преобразователи; П – питатель; Ц – циклон; Д – дымосос, М – двигатель.

Задание

1) Разработать контур регулирования температуры (170°С) сушильного агента, путем изменения расхода вторичного воздуха (20 $м^3$/ч, $D_У$ = 150 мм).

2) Разработать контур стабилизации перепада давлений (0,05МПа) на решетке сушилки путем изменения расхода сухого материала. Аналогично подаче влажного материала здесь также используется питатель с возможность дистанционного изменения скорости вращения.

3) Обеспечить требуемое разряжение (-0,1 МПа) в верхней части сушилки, перекрывая линию дымососа.

4) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- расхода сушильного агента (22 $м^3$/ч) с использованием в качестве датчика расходомер переменного перепада давлений;
- температуры (15°С) отработанного сушильного агента;
- соотношения расходов топлива (5 $м^3$/ч) и первичного воздуха (15 $м^3$/ч);
- температуры (90°С) в кипящем слое.

5) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- выход из заданного диапазона значения температуры кипящего слоя (T_{min}< T<T_{max});
- рост перепада давлений на решетке сушилки (DP > DP_{max}).

6) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: расход топлива 5 $м^3$/ч, расход первичного воздуха 15 $м^3$/ч, параметры трубопровода линии подачи первичного воздуха $D_У$ = 100 мм, T = 18°С, $P_У$ = 0,7МПа; среда неагрессивная.

3.5. Вариант № 5: разработка ФСА процесса производства полипропилена

Пропилен поступает в нижнюю часть реактора-полимеризатора РП. Туда же подается инертный растворитель (бензин) и катализатор. Необходимая степень перемешивания реакционной массы обеспечивается мешалкой и барботажем мономера через жидкую фазу.

В результате реакции полимеризации получается полипропилен. Основным показателем качества продукта является средняя молекулярная масса, определяющая механические и физические свойства получаемого продукта. Молекулярная масса полимера определяется расходом специальной добавки – регулятора молекулярной массы (водород). Для отвода теплоты реакции в рубашку реактора подают хладоноситель.

Полученная суспензия полимера с непрореагировавшим мономером через подогреватель Т поступает в испарительную камеру ИК. В последней происходит выделение из жидкости растворенного мономера и испарение части растворителя. Суспензия полимера отводится из нижней части ИК и подается на выделение растворителя, а парогазовая смесь охлаждается в холодильнике Х и поступает в сепаратор С. Конденсат растворителя из сепаратора С возвращается в испарительную камеру ИК, а газовая фаза, состоящая в основном из мономера, направляется на очистку. В дальнейшем мономер вновь возвращается в реактор РП.

Технологическая схема процесса производства полипропилена представлена на рисунке 12.

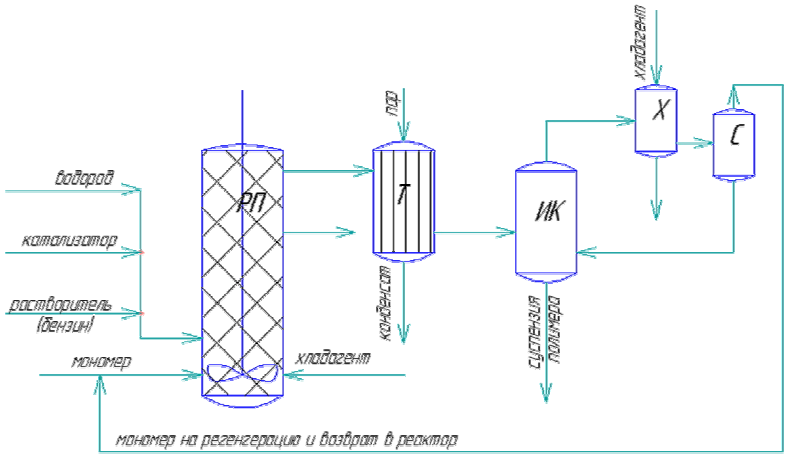

Рисунок 12 – Технологическая схема процесса производства полипропилена:

РП – реактор-полимеризатор; Т – подогреватель; ИК – испарительная камера; Х – холодильник; С – сепаратор.

Задание

1) Разработать контур регулирования расхода мономера на входе в РП. Регулирующее воздействие – расход мономера на входе в РП. Для измерения расхода мономера принять расходомер переменного перепада давлений.

2) Разработать контур каскадного регулирования температуры в реакторе РП (140°С), с промежуточной координатой – расходом хладагента (70м^3/ч). В качестве регулирующего воздействия принять расход хладагента.

3) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- температуры мономера на входе в РП с использованием в качестве датчика температуры термосопротивление;
- расходов растворителя и катализатора в линиях подачи газа в РП с использованием в качестве датчиков расхода – расходомера переменного перепада давлений и электромагнитного расходомера соответственно;

- расхода водорода на входе в РП. В качестве датчика расхода используется ротаметр;
- давления в реакторе РП.

4) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- рост температуры в реакторе ($T>T_{max}$);
- превышение давления в реакторе ($P>P_{max}$).

5) Разработать схему защиты для нештатной ситуации - рост температуры в реакторе РП выше критического значения. В этом случае необходимо прекратить подачу в реактор катализатора, растворителя и водорода.

6) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: регулируемая температура в реакторе 75°С, расход хладоагента 25 м^3/ч, параметры трубопровода $D_У$ = 75 мм, $P_У$=0,6МПа. Учесть, что процесс взрывопожароопасный.

3.6. Вариант № 6: разработка ФСА процесса производства полипропилена

Технологическая схема процесса и его описание соответствуют варианту №5.

Задание

1) Разработать контур каскадного регулирования температуры после подогревателя Т, с промежуточной координатой – расходом пара. В качестве регулирующего воздействия принять расход пара. Для измерения температуры использовать термосопротивление.

2) Разработать контур регулирования давления в испарительной камере ИК. Регулирующее воздействие – расход выведенной парогазовой фазы.

3) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- температуры в реакторе РП с использованием в качестве датчика температуры термопары;
- расхода непрореагировавшего мономера на выходе из сепаратора С с использованием расходомера переменного перепада давлений;
- уровня в испарительной камере ИК, в качестве датчика уровня использовать емкостной уровнемер;
- температуры после холодильника Х, в качестве датчика температуры использовать термосопротивление.

4) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- выход из заданного диапазона значения температуры в реакторе РП ($T_{min} < T < T_{max}$);
- превышение давления в реакторе ($P > P_{max}$) порогового значения;
- превышение уровня в кубе ИК($L > L_{max}$) порогового значения.

5) Разработать схему защиты для нештатной ситуации - рост температуры в реакторе РП выше критического значения. В этом случае необходимо открыть запорный клапан на линии подачи хладоагента в рубашку реактора.

6) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: давление в камере 2,5 МПа, давление в реакторе 12 МПа, параметры трубопровода $D_У$ = 50 мм, $P_У$ = 0,2МПа. Учесть, что процесс взрывопожароопасный.

3.7. Вариант № 7: разработка ФСА процесса переработки сероводорода в серу

Газ, полученный в процессе моноэтанольной очистки газов от сероводорода и содержащий до 95% сероводорода (кислый газ), подается на переработку с целью получения элементарной серы. Переработка производится в несколько этапов. Первоначально кислый газ (примерно 87% от общего количества) в смеси с атмосферным воздухом подают в топку реактора-регенератора РР на высокотемпературное пламенное сжигание (1500°С).

Большая часть сероводорода (примерно 65%) превращается в реакторе РР в серу, которая выводится из газового потока в результате охлаждения его до 155°С и конденсации образовавшихся паров в котле-утилизаторе КУ. В сепараторе С происходит сепарация капель серы, унесенных газовым потоком. После котла-утилизатора КУ газы вновь нагреваются до 265°С в подогревателе П при смешении их с продуктами сжигания кислого газа, образовавшегося в топке подогревателя П. Нагретые газы поступают в конвертор К, где в присутствии катализатора проводится конверсия сероводорода и диоксида серы в серу. В холодильнике Х газы охлаждаются, при этом конденсируются пары серы.

После каталитической конверсии газ направляется в серо-улавливающую башню, представляющую собой скруббер СК со слоем насадки из керамических колец, где происходит отделение от газа захваченных капель серы. После скруббера СК в газе остаются непрореагировавшие сернистые соединения, а также же не уловленные частицы серы, поэтому он направляется в печь дожигания ПД. Здесь при температуре 600°С происходит дожигание остатков сероводорода и серы в избытке кислорода воздуха до сернистого ангидрида. После печи ПД газы через дымовую трубу ДТ сбрасываются в атмосферу.

Технологическая схема процесса переработки сероводорода в серу представлена на рисунке 13.

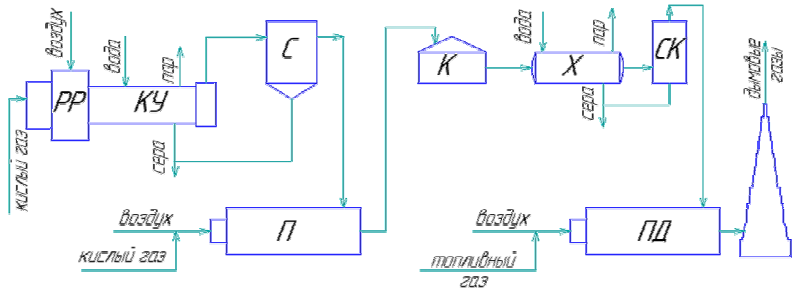

Рисунок 13 – Технологическая схема процесса переработки сероводорода в серу:

РР – реактор-регенератор; КУ – котел-утилизатор; С – сепаратор; П – подогревать; ПД – печь дожигания; К – конвертор; Х – холодильник; СК – скруббер; ДТ – дымовая труба

Задание

1) Разработать контур регулирования соотношения расходов воздуха и кислого газа, поступающих в реактор-регенератор РР путем изменения подачи расхода воздуха.

2) Разработать контур каскадного регулирования температуры газа (265°С) после подогревателя П, с промежуточной координатой – расходом кислого газа. В качестве регулирующего воздействия принять расход кислого газа. Для измерения расхода принять расходомер переменного перепада давлений.

3) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- температуры в реакторе-регенераторе РР (1500°С);
- давления воздуха на входе в подогреватель П;
- уровня в котле утилизаторе КУ, в качестве датчика уровня использовать емкостной уровнемер;
- давления в котле утилизаторе КУ.

4) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- превышение давления в КУ ($P>P_{max}$);
- снижение температуры газа после подогревателя П ($T<T_{min}$);
- снижение температуры в реакторе РР ($T<T_{min}$).

5) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: расход воздуха 5 $м^3$/ч, расход кислого газ 15 $м^3$/ч, параметры трубопровода линии подачи первичного воздуха $D_У$ = 100 мм, Т = 20°С, $P_У$=0,6МПа, среда неагрессивная. Учесть, что процесс взрывопожароопасный.

3.8. Вариант № 8: разработка ФСА процесса переработки сероводорода в серу

Описание технологического процесса и его технологическая схема соответствуют варианту №7.

Задание

1) Разработать контур регулирования температуры в печи дожигания ПД (600^0С) путем изменения расхода топливного газа.

2) Разработать контур регулирования концентрации оксида серы SO_2 (1,7%) после печи дожигания. Регулирующее воздействие – расход кислого газа, подаваемого в реактор-регенератор РР. Для измерения рекомендуется использовать термокондуктометрического газоанализатора с электрическим унифицированным выходным сигналом.

3) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- давления (1МПа) в котле-утилизаторе КУ;
- температуры газа поле холодильника Х (80^0С);
- расходом воды, для измерения расхода принять расходомер переменного перепада давлений;
- уровня в КУс использованием в качестве датчика уровня емкостного уровнемера;
- соотношения расходов воздуха и топливного газа, подаваемых в печь дожигания ПД.

4) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- превышения температуры в ПД ($T>T_{max}$);
- превышение давления в КУ ($P>P_{max}$);
- превышение уровня в КУ ($L>L_{max}$).

5) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: расход воздуха 5 $м^3$/ч, расход кислого газ 15 $м^3$/ч, параметры трубопровода линии подачи первичного воздуха $D_У$ = 100 мм, T = 20^0C, $P_У$ = 0,65МПа, среда неагрессивная. Учесть, что процесс взрывопожароопасный.

3.9. Вариант № 9: разработка ФСА процесса производства серной кислоты (стадия 1)

Колчедан в виде мелких гранул из бункера БН тарельчатого питателя ТП подается в печь с кипящем слоем ПЧ. Для создания кипящего слоя под распределительную решетку печи подается воздух. В кипящем слое происходит горение серного колчедана (окисление серы кислородом воздуха) с образованием сернистого ангидрида (12-14%). Показателем эффективности процесса является концентрация сернистого ангидрида в обжиговом газе. К режимным параметрам, которые в первую очередь определяют процесс горения, относятся температура горения и перепад давления в верхней и нижней частях аппарата.

Реакция окисления протекает с выделением большого количества тепла, поэтому в зону реакции введены змеевики, по которым перемещается хладоноситель. Обжиговый газ при температуре 850°С поступает в котел-утилизатор КУ, где за счет испарения воды охлаждается примерно до 450°С. Для обеспечения нормального технологического режима КУ стабилизируют уровень жидкости и давление пара в котле. Затем он подвергается очистке от огарковой пыли в циклоне Ц и электрофильтре ЭФ1 и подается в промывное отделение.

Технологическая схема процесса производства серной кислоты (стадия 1)представлена на рисунке 14.

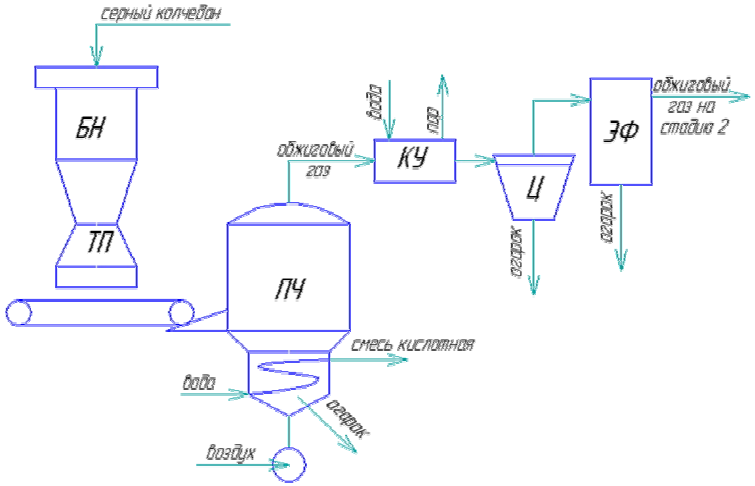

Рисунок 14 – Технологический процесс производства серной кислоты (стадия 1):

БН – бункер; ТП – тарельчатый питатель; ПЧ – печь кипящего слоя; КУ – котел-утилизатор; Ц – циклон; ЭФ – электрофильтр.

Задание

1) Разработать контур регулирования температуры в печи ПЧ (850°С). Регулирующее воздействие – расход воздуха.

2) Разработать контур регулирования давления в верхней части печи ПЧ. Регулирующее воздействие – расхода обжигового газа.

3) Разработать контур регулирования давления пара в котле утилизаторе КУ путем изменения количества отбираемого пара.

4) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- концентрацию SO_2 (13%) после печи ПЧ с использованием в качестве датчика концентрации термокондуктометрического газоанализатора;
- температуры в котле КУ;

- уровня в котле утилизаторе КУ, для измерения уровня принять гидростатический уровнемер,
- расхода воды, для измерения расхода принять расходомер переменного перепада давлений.

5) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- превышения температуры в ПЧ ($T>T_{max}$);
- выход из заданного диапазона перепада давлений в печи ПЧ ($DP_{min}<DP<DP_{max}$).

6) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: регулируемая температура 850°С; расход воздуха 20 $м^3$/ч; параметры трубопровода линии подачи воздуха $D_У$ = 80 мм, Т = 18°С, $P_У$ = 0,6МПа. Учесть, что процесс взрывопожароопасный.

3.10. Вариант № 0: разработка ФСА процесса сушки в кипящем слое

Описание технологического процесса и его технологическая схема соответствуют варианту №4.

Задание

1) Разработать контур регулирования соотношения расходов топлива (5 $м^3$/ч) и первичного воздуха (15 $м^3$/ч) путем изменения подачи расхода первичного воздуха.

2) Разработать контур стабилизации температуры (90°С) в кипящем слое путем изменения расхода влажного материала. Подача материала осуществляется питателем, скорость вращения которого изменяется посредством частотного преобразователя, воспринимающего унифицированный аналоговый электрический сигнал.

3) Обеспечить требуемое разряжение (-0,1 МПа) в верхней части сушилки, перекрывая линию дымососа.

4) Обеспечить контроль всех регулируемых параметров, а также:

- расхода сушильного агента (22 $м^3$/ч) с использованием в качестве датчика расходомер переменного перепада давлений;
- температуры (15°С) отработанного сушильного агента;
- температуры (170°С) сушильного агента;
- перепада давлений (0,05МПа) на решетке сушилки

5) Предусмотреть световую сигнализацию отклонения следующих параметров:

- выход из заданного диапазона значения температуры кипящего слоя ($T4_{min}< T<T_{max}$);
- рост перепада давлений на решетке сушилки ($DP > DP_{max}$).

6) Выполнить подбор приборов с учетом следующих условий: расход топлива 5 $м^3$/ч, расход первичного воздуха 15 $м^3$/ч, параметры трубопровода линии подачи первичного воздуха $D_У$ = 100 мм, Т = 18°С, $P_У$ = 0,7МПа; среда неагрессивная.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НА ЗАЧЕТ

1. Стадии проектирования и состав проектной документации.
2. Структурные схемы автоматизации.
3. Функциональные схемы автоматизации. Методика и общие принципы выполнения.
4. Функциональные схемы автоматизации. Изображение технологического оборудования и коммуникаций, средств измерения и автоматизации.
5. Функциональные схемы автоматизации. Буквенно-цифровые обозначения приборов и средств автоматизации.
6. Принципиальные электрические схемы. Общие требования.
7. Принципиальные электрические схемы. Правила выполнения схем.
8. Принципиальные электрические схемы. Условные графические обозначения элементов схем.
9. Принципиальные электрические схемы. Условные буквенно-цифровые обозначения элементов схем.
10. Принципиальные электрические схемы питания средств измерения и автоматики.
11. Аппаратура управления и защиты схем электропитания.
12. Выбор аппаратов управления и защиты схем электропитания.
13. Принципиальные электрические схемы сигнализации.
14. Принципиальные электрические схемы управления электросиловым оборудованием.
15. Принципиальные электрические схемы технологической блокировки и защиты оборудования.
16. Принципиальные электрические схемы подключения контроллеров и других программно-технических комплексов.

17. Принципиальные пневматические схемы. Общие требования.
18. Принципиальные пневматические схемы. Условные графические обозначения и маркировка.
19. Принципиальные пневматические схемы измерения и автоматического регулирования.
20. Принципиальные пневматические схемы питания средств измерения и автоматизации.
21. Назначение и конструкция щитов и пультов.
22. Расположение приборов и аппаратуры на конструкциях щитов и пультов.
23. Эргономические рекомендации по проектированию щитов и пультов.
24. Электрические проводки. Общие положения. Выбор способа выполнения электропроводок.
25. Электрические проводки. Выбор проводов и кабелей.
26. Электрические проводки. Условия совместной прокладки цепей различного назначения.
27. Электрические проводки. Защитные конструкции и иные способы защиты трасс проводов и кабелей.
28. Особенности проектирования волоконно-оптических линий связи.
29. Трубные проводки систем измерения и автоматики.
30. Выбор труб, пневмокабелей и арматуры для трубных проводок.
31. Схема соединений внешних проводок.
32. Заземление и зануление в электроустановках систем автоматизации.
33. Классификация и маркировка взрывозащищенного оборудования.
34. Выбор средств измерения и автоматизации для взрыво- и пожароопасных зон.
35. Электрические проводки во взрыво- и пожароопасных зонах.
36. Особенности выполнения заземления (зануления) во взрывоопасных зонах.
37. Спецификация оборудования.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ. пособие / Под ред. А.С. Клюева. М.: Энергоатомиздат, 1990. 464 с.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справ. пособие / Под ред. В.В. Черенкова. Л.: Машиностроение, 1987. 847 с
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1985. 325 с.
4. Казаков А.В., Кулаков М.В., Мелюшев Ю.А. Основы автоматики и автоматизации химических производств. М.: Машиностроение, 1970. 295 с.
5. Трегуб В.Г., Ладанюк А.П. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации пищевых производств. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1980. – с. 352.
6. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы. Справочное пособие. Изд. 3-е, перераб. и доп. Под ред. Б.Д. Кошарского. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1976. 488 с. с ил.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Задания и методические указания
по выполнению контрольных работ
для студентов специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств»
заочной формы обучения

Составитель:
Н.А. Суркова

Зав. редакцией *И.Н. Журина*
Редактор *Н.В. Шишкина*
Технический редактор *Т.В. Васильева*
Художественный редактор *Л.П. Токарева*

ЛР № 020524 от 02.06.97.
Подписано в печать Формат $60\times84^{1/16}$
Бумага типографная. Гарнитура Times
Уч.-изд.л. Тираж 70 экз.
Заказ № .

Оригинал-макет изготовлен в редакционно-издательском отделе Кемеровского технологического института пищевой промышленности
650060, г. Кемерово, б-р. Строителей, д. 47

ПЛД № 44-09 ОТ 10.10.99
Отпечатано в лаборатории множительной техники Кемеровского технологического института пищевой промышленности 650010, г. Кемерово, ул. Красноармейская, д. 52