

Е.В. Ерофеева, Б.А. Головушкин

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Учебное пособие

Иваново
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

Е.В. Ерофеева, Б.А. Головушкин

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Учебное пособие

Иваново 2019

УДК 658.512.011.56

Ерофеева, Е.В.

Системы управления технологическими процессами: учеб. пособие /
Е.В. Ерофеева, Б.А. Головушкин; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2019.
– 96 с.

В учебном пособии рассмотрены вопросы автоматизации машин и аппаратов различных производств. Приведены сведения о нормативных документах, используемых при проектировании систем автоматизации. Дан пример выполнения самостоятельной работы, а также приведены задания к выполнению самостоятельной работы по курсу «Системы управления технологическими процессами» для студентов, обучающихся на технологических направлениях и профилях.

Предназначено для студентов как очной, так и заочной форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

кафедра автоматизации технологических процессов Ивановского государственного энергетического университета; А.Б. Поздняков (ПАО «Ростелеком», филиал во Владимирской и Ивановской областях).

© Ерофеева Е.В., Головушкин Б.А., 2019

© ФБГОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2019

Введение

Учебное пособие содержит рекомендации по разработке и оформлению самостоятельной работы по курсу «Системы управления химико-технологическими процессами», «Системы управления технологическими процессами и информационные технологии» для студентов, обучающихся на технологических специальностях.

Изложены вопросы проектирования систем автоматизации различных производств. Приведены основные требования к разработке схем автоматизации, изображению технологического оборудования и коммуникаций, приборов и средств автоматизации,

Представлены задания к самостоятельной работе; приведены примеры выполнения самостоятельной работы с использованием программируемых логических контроллеров, современных приборов и средств автоматизации.

Используя учебное пособие, студенты могут самостоятельно решать задачи, связанные с проектированием систем автоматизации. Также рекомендуется использовать данное пособие для выполнения раздела по автоматизации выпускной квалификационной работы бакалавра студентами технологических направлений и профилей.

1. Содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа по курсам «Системы управления химико-технологическими процессами» и «Системы управления технологическими процессами и информационные технологии» должна содержать:

- 1) задание на проектирование системы автоматизации;
- 2) схему автоматизации;
- 3) пояснительную записку, состоящую из спецификации на приборы и средства автоматизации и краткого описания схемы автоматизации.

Рассмотрим подробнее выполнение всех вышеперечисленных пунктов.

1.1. Составление задания на проектирование системы автоматизации

Задание на проектирование системы автоматизации (табл. 1) составляется исходя из задания на самостоятельную работу (номер варианта определяет преподаватель). Для составления перечня на контролируемые и регулируемые параметры необходимо воспользоваться технологической схемой установки, аппарата. Пользуясь знаниями, полученными в курсе «Процессы и аппараты химической технологии» и других курсах, студент описывает технологический процесс, приводит характеристики оборудования, разбирается в химических реакциях, протекающих в аппаратах, анализирует среды на агрессивность, собирает информацию о диаметрах условных проходов трубопроводов и о материалах, из которых они изготовлены.

Автоматическое регулирование – это поддержание постоянства (стабилизация) некоторой величины, характеризующей технологический процесс, либо ее изменение по заданному закону, осуществляемое приложением управляющего воздействия к регулирующему органу объекта регулирования. Регулированию подлежат параметры, которые обеспечивают наилучшее (оптимальное) функционирование технологического процесса, а именно выпуск качественной продукции при наименьших затратах.

Под контролем понимается получение информации о том или ином параметре в виде показания (на вторичном измерительном приборе, либо на видеотерминале ПЭВМ), регистрации (на самописце, либо печатающем устройстве), сигнализации о выходе за границы допустимых значений (световой или звуковой на щите, либо мнемосхеме технологического процесса).

Контролю подлежат те параметры, измерение текущих значений которых облегчает пуск, наладку и ведение технологического процесса. К их числу обычно относятся входные величины, при изменении которых в объект поступают возмущающие воздействия, а также выходные величины, например, количество получаемого готового продукта, его температура, давление и т.п.

С целью получения данных, необходимых для расчета технико-экономических показателей, также следует контролировать такие параметры, как количество потребляемой электроэнергии, исходных растворов, тепло- и хладоносителей и т.д.

К выбору сигнализируемых величин следует приступить после анализа объекта в отношении его взрыво- и пожароопасности, токсичности и агрессивности перерабатываемых продуктов и других специфических особенностей производства. Сигнализации подлежат параметры, изменение которых может привести к аварии или серьезному нарушению технологического процесса. К ним относятся, например, концентрация взрывоопасных веществ в воздухе производственных помещений, уровень жидкости или сыпучих материалов, давление, температура и т.д. Также необходимо предусматривать технологическую сигнализацию, которая выполняет роль предупреждения аварийных ситуаций, и сигнализацию «положения», которая информирует о состоянии контролируемых объектов и элементов управления.

В ходе анализа технологического процесса необходимо устанавливать перспективы развития аварийных ситуаций, давать оценку их возможных последствий с целью определения наиболее показательных характеристик процесса, которые могли бы быть использованы для прогнозирования и предупреждения аварий (срабатывания систем автоматической защиты).

1.2. Разработка схемы автоматизации

Схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации.

Схема автоматизации представляет собой чертеж, выполненный на листе формата **A4, A3, A2, A1** в зависимости от объема технологического оборудования, подлежащего автоматизации.

Схема автоматизации разрабатывается в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 и ГОСТ 21.408-2013.

ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.

1.2.1. Изображение технологического оборудования и коммуникаций

В верхней части листа приводится упрощенное изображение технологического оборудования и коммуникаций в соответствии с технологической схемой. Однако изображенная таким образом схема должна давать ясное представление о принципе ее работы и соответствовать общим требованиям, базирующимся на единой системе конструкторской документации (ЕСКД).

Контуры технологического оборудования и трубопроводные коммуникации на схеме автоматизации рекомендуется выполнять линиями толщиной $0,6 \div 1,5$ мм. На технологических трубопроводах показывают только те запорные и регулирующие органы, которые участвуют в работе систем автоматизации. Возле технологического оборудования могут быть поясняющие надписи (наименование технологического оборудования, его номер и т.д.), которые

Таблица 1

Задание на проектирование системы автоматизации

.....

НАИМЕНОВАНИЕ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

№ п/п	Наименование параметра, место отбора измерительного импульса	Заданное значение параметра, допустимые отклонения	Отображение информации				Регулирование	Наименование регулирующего воздействия, место установки регулирующего органа. Условный проход трубопровода	Характеристика среды в местах установки				
			показание	регистрация	суммирование	сигнализация			датчиков		регулирующих органов		
									агрессивная	пожаро- и взрывоопасная	агрессивная	пожаро- и взрывоопасная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

допускается размещать и внутри условного обозначения аппаратов. Допускается также подписывать среды (например, «ледяная вода», «пар»), протекающие по трубопроводу (сверху над линией, обозначающей трубопровод). Направление движения технологических потоков указывается стрелками.

1.2.2. Функциональная характеристика приборов и средств автоматизации

Основная цель разработки схемы автоматизации – это выбор приборов и средств автоматизации, выполняющих такие функции, при которых данный технологический процесс осуществлялся бы наилучшим образом. То есть, давал максимум выхода продукции с наилучшим качеством при безаварийной работе, был бы удобен для технолога и, если необходимо, для переналадки на выпуск продукции с другими характеристиками и т.д.

Для этого необходимо технологическое оборудование оснастить приборами и средствами автоматизации.

Введем понятия:

- **контур контроля, регулирования и управления** – это совокупность отдельных функционально связанных приборов, выполняющих определенную задачу по контролю, регулированию, сигнализации, управлению и т.п.;
- **система противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ)** – это система управления технологическим процессом, которая в случае выхода процесса за безопасные рамки выполняет комплекс мер по защите оборудования и персонала.

Для локальной автоматики (не предполагает использование контроллерной техники для управления) предусматриваются:

- измерительные преобразователи (ИП);
- передающие (нормирующие) преобразователи (ПП);
- вторичные измерительные приборы (ВИП);
- средства регулирования и управления – регуляторы (Р);
- исполнительные механизмы (ИМ);

-регулирующие органы (РО).

Измерительные преобразователи предназначены для получения информации о значении физических величин (технологических параметров). Первичный измерительный преобразователь (датчик) занимает первое место в измерительной цепи.

Передающие измерительные преобразователи предназначены для преобразования сигнала с датчика в форму, удобную для дальнейшей дистанционной передачи измерительной информации, если сигнал преобразуется в унифицированный электрический (4÷20 мА) или пневматический (0,02÷0,1 МПа), то такие преобразователи называются нормирующими преобразователями.

Вторичный измерительный прибор (ВИП) вырабатывает сигнал о параметре в форме, доступной для наблюдателя. ВИП могут быть:

- показывающими,
- регистрирующими,
- интегрирующими,
- сигнализирующими (световая и/или звуковая сигнализация).

Автоматический регулятор (Р) – устройство, вырабатывающее управляющий сигнал при отклонении регулируемого технологического параметра от заданного значения.

Исполнительные механизмы (ИМ) и регулирующие органы (РО) – устройства, предназначенные для воздействия на материальные и энергетические потоки, поступающие в аппараты. Исполнительные механизмы «выполняют роль» приводов, преобразующих управляющий сигнал регулятора в перемещение (изменение положения) регулирующего органа.

Можно перечислить следующие регулирующие органы:

- клапан,
- шаровый кран,
- задвижка,
- заслонка,

- шибер (задвижка для воздухопроводов, дымоходов и т.д.).

При необходимости регулирования того или иного параметра (например, расхода потока) структурная схема контура будет иметь вид, изображенный на рис. 1, а; при необходимости лишь измерения технологического параметра проектируется контур контроля, изображенный на рис. 1, б.

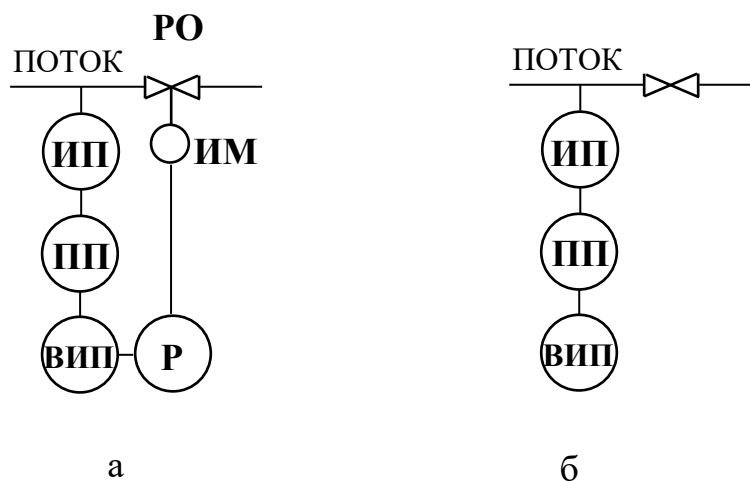


Рис. 1. Структурная схема: а – контура регулирования;
б – контура контроля

Необходимо отметить, что на рис. 1 изображены общие схемы контура регулирования и контура контроля, в конкретных же случаях отдельные элементы структурной схемы могут оказаться объединенными в одно изделие. Современной промышленностью выпускаются приборы, выполняющие сразу несколько функций, так, например, регулятор прямого действия выполняет функции: первичного измерительного преобразователя, регулятора и исполнительного механизма с регулирующим органом. Счетчик на воду, установленный в настоящее время в каждой квартире, выполняет функции: первичного измерительного преобразователя и вторичного измерительного прибора показывающего и интегрирующего. Современные датчики выполняют функции первичного измерительного преобразователя и нормирующего преобразователя, так как практически все на выходе имеют унифицированный токовый сигнал $4\div 20$ мА.

Для лучшего обслуживания контуров контроля и регулирования они дополняются вспомогательными устройствами, а именно: сигнальными устройствами, пусковой аппаратурой и так далее.

Если рассматривать АСУТП (автоматизированная система управления технологическими процессами) как наиболее современную систему управления технологическими процессами, то программируемый логический контроллер (ПЛК) в комплекте с персональной электронно-вычислительной машиной (ПЭВМ) успешно заменяет регуляторы и ВИП для всего рассматриваемого процесса (рис. 2).

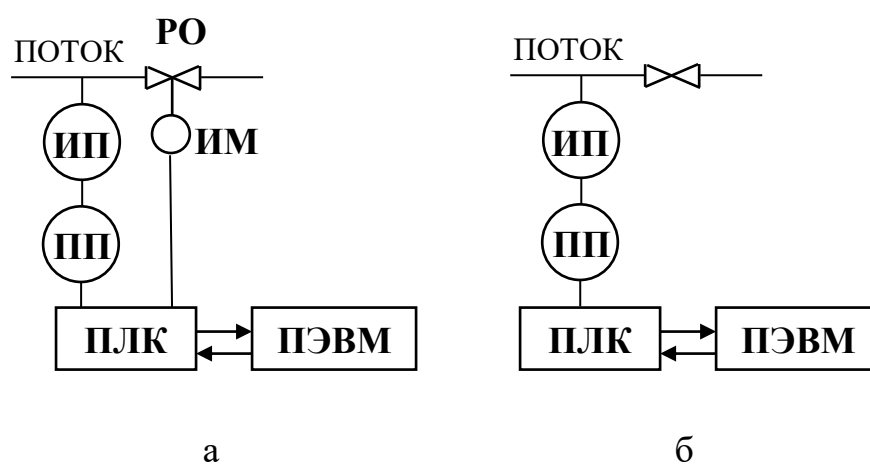


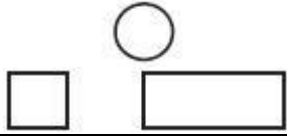
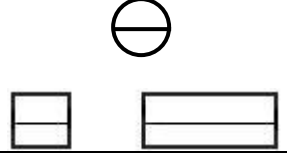

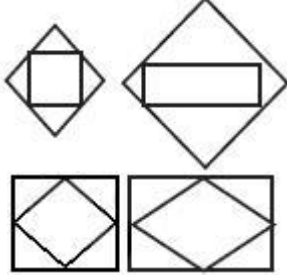
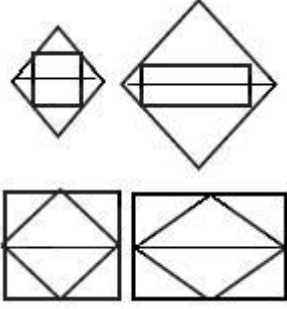



Рис. 2. Структурная схема с ПЛК: а – контура регулирования; б – контура контроля

1.2.3. Изображение приборов и средств автоматизации

На схеме автоматизации изображаются приборы, средства автоматизации и управления, необходимые для оснащения проектируемого объекта, включая средства автоматизации, которые входят в комплект поставки технологического оборудования.

ГОСТ 21.208-2013 предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами (табл. 2, 3,4).

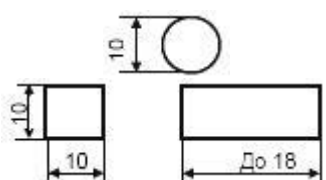

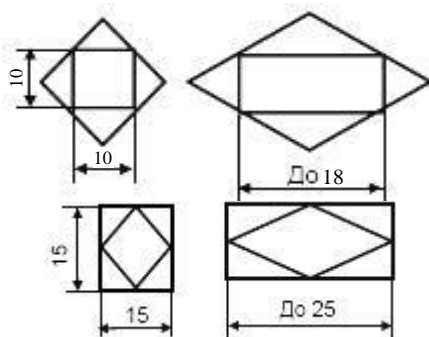
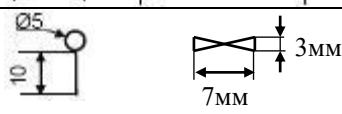
Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации

Наименование	Обозначение
1. Прибор, аппарат, устанавливаемый вне щита (по месту): а) основное обозначение; б) допускаемое обозначение	
2. Прибор, аппарат, устанавливаемый на щите, пульте: а) основное обозначение; б) допускаемое обозначение	
3. Функциональные блоки цифровой техники (контроллер, системный блок, монитор, устройство сопряжения и др.)	
4. Прибор, устройство ПАЗ, установленный вне щита а) основное обозначение; б) допускаемое обозначение	
5. Прибор (устройство) ПАЗ, установленный на щите а) основное обозначение; б) допускаемое обозначение	
6. Исполнительный механизм	
7. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала: а) открывает регулирующий орган; б) закрывает регулирующий орган; в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
8. Исполнительный механизм с регулирующим органом	

При размещении оборудования ПАЗ в шкафах, стойках и стативах, предназначенных для размещения только систем ПАЗ, на схемах допускается не обозначать это оборудование ромбами.

Таблица 3

Размеры условных графических обозначений
приборов и средств автоматизации

Наименование	Обозначение
1. Прибор, аппарат: а) основное обозначение; б) допускаемое обозначение	
2. Функциональные блоки цифровой техники (контроллер, системный блок, устройство сопряжения и др.)	 <p>Размеры по усмотрению разработчика, применительно к удобству оформления схемы</p>
3. Прибор (устройство, входящее в контур) ПАЗ а) основное обозначение; б) допускаемое обозначение	
4. Исполнительный механизм и регулирующий орган	

1.2.4. Символьные обозначения

По ГОСТ 21.208-2013 за каждой величиной (параметром) закреплена буква латинского алфавита (на первом месте в обозначении прибора), на последующих местах также используются буквы данного алфавита, которые обозначают уточнение параметра и функции прибора (см. табл. 4).

Основные символные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение (уточняющее)	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
A	Анализ. Величина, характеризующая качество: состав, концентрация, детектор дыма и т.п.	-	Сигнализация	-	-
B	Пламя, горение	-	-	-	-
C	+	-	-	Автоматическое регулирование, управление	-
D	+	Разность, перепад	-	-	Величина отклонения от заданной измеряемой величины
E	Напряжение	-	-	Чувствительный элемент	-
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	-
G	+	-	Первичный показывающий прибор	-	-
H	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний предел измеряемой величины
I	Ток	-	Вторичный показывающий прибор	-	-
J	Мощность	Автоматическое переключение, обегание	-	-	-
K	Время, временная программа	-	-	Станция управления	-

1	2	3	4	5	6
L	Уровень	-	-	-	Нижний предел измеряемой величины
M	+	-	-	-	Величина или среднее положение (между верхним H и нижним L)
N	+	-	-	-	-
O	+	-	-	-	-
P	Давление, вакуум	-	-	-	-
Q	Количество	Интегрирование, суммирование по времени	-	+	-
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-
S	Скорость, частота	Самосрабатывающее устройство безопасности	-	Включение, отключение, переключение, блокировка	-
T	Температура	-	-	Преобразование	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
V	Вибрация	-	+	-	-
W	Вес, сила, масса	-	-	-	-
X	Нерекомендуемая резервная буква	-	Вспомогательные компьютерные устройства	-	-
Y	Событие, состояние	-	-	Вспомогательное вычислительное устройство	-
Z	Размер, положение, перемещение	Система инструментальной безопасности, ПАЗ	-	+	-

Буквенные обозначения, отмеченные знаком "+", назначаются по выбору пользователя, а отмеченные знаком "-" не используются.

1.2.5. Правила построения условных обозначений приборов и средств автоматизации в схемах

1. ГОСТ 21.208-2013 СПДС устанавливает два метода построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

2. При упрощенном методе построения приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например контроль, регулирование, сигнализацию и выполнение в виде отдельных блоков, изображают одним условным обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру не изображают.

3. При развернутом методе построения каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект средств автоматизации, указывают отдельным условным обозначением.

4. Условные обозначения приборов и средств автоматизации, применяемые в схемах, включают в себя графические, буквенные и цифровые обозначения.

В верхней части графического обозначения наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение (см. рис. 3).

В нижней части графического обозначения наносят цифровое (позиционное) обозначение прибора или комплекта средств автоматизации.

5. При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме устройств ручного управления и параметра "событие, состояние") является обозначением измеряемой комплектом величины.

6. Буквенные обозначения устройств, выполненных в виде отдельных блоков и предназначенных для ручных операций, независимо от того, в состав какого комплекта они входят, должны начинаться с буквы Н.

7. Первая буква У показывает состояние или событие, которое определяет реакцию устройства.

8. Символ S применяется в качестве дополнительного обозначения измеряемой величины и указывает на самосрабатывающие устройства безопасности (предохранительный или отсечной клапан, термореле). Символ S не должен использоваться для обозначения устройств, входящих в систему инструментальной безопасности – ПАЗ.

9. Символ Z применяется в качестве дополнительного обозначения измеряемой величины для устройств системы инструментальной безопасности – ПАЗ.

10. Порядок расположения буквенных обозначений принимают с соблюдением последовательности обозначений, приведенной на рис. 3.



Рис. 3. Принцип построения условного обозначения прибора

11. Функциональные признаки приборов:

- букву А применяют для обозначения функции "сигнализация" независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор;

- букву К применяют для обозначения станции управления, имеющей переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления;

- букву E применяют для обозначения чувствительного элемента, выполняющего функцию первичного преобразования: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.;

- букву S применяют для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки.

При применении контактного устройства прибора, для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора используют обе буквы: S и A;

- букву T применяют для обозначения первичного прибора бесшкального с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, манометрические термометры;

- букву Y применяют для обозначения вспомогательного устройства, выполняющего функцию вычислительного устройства;

- предельные значения измеряемых величин, по которым осуществляют, например, включение, отключение, блокировку, сигнализацию, допускается конкретизировать добавлением букв H и L. Комбинацию букв HH и LL используют для указания двух величин. Буквы наносят справа от графического обозначения;

- отклонение функции D при объединении с функцией A (тревога) указывает, что измеренная переменная отклонилась от задания или другой контрольной точки больше, чем на predetermined число.

12. При построении буквенных обозначений указывают не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используют в данной схеме.

13. При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать наименование, символ этой величины или ее значение, для измеряемой величины A указывают тип анализатора, обозначение анализируемой величины и интервал значений измеряемого параметра.

14. Для обозначения величин, не предусмотренных настоящим стандартом, допускается использовать резервные буквы. Применение резервных букв должно быть расшифровано на схеме.

15. Подвод линий связи к прибору изображают в любой точке графического обозначения (сверху, снизу, сбоку). При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки.

Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации приведены в табл. 5.

1.2.6. Позиционное обозначение приборов и средств автоматизации

Приборам и средствам автоматизации, изображенным на схеме, присваивается позиционное обозначение (позиция). Позиционное обозначение образуется из 2-х частей: арабской цифры и буквенного индекса, выполненного строчными буквами русского алфавита.

Первая часть, арабская цифра, указывает на номер функциональной группы. Вторая часть, буквенный индекс, номер прибора и средства автоматизации в данной функциональной группе.

Буквенные обозначения присваиваются каждому элементу функциональной группы в порядке алфавита в зависимости от последовательности прохождения сигнала – от чувствительного элемента к устройствам воздействия на управляемый процесс (например: датчик, вторичный измерительный прибор, регулятор, исполнительный механизм с регулирующим органом).

Позиционное обозначение отдельных приборов и средств автоматизации, таких как регулятор прямого действия, ротаметр, манометр, термометр, счетчик жидкости и др., состоит только из порядкового номера. Отборным устройствам и приборам, поставляемым с технологическим оборудованием, позиционное обозначение не присваивается.

Таблица 5

Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации

Наименование	Обозначение
1	2
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления	
Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите. Например: милливольтметр, логометр, потенциометр	
Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: самопишущий регулятор температуры	
Первичный прибор контроля температуры в системе ПАЗ	
Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. Например: манометр	
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. Например: датчик индукционного расходомера	
Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний. Например: ротаметр бесшкальный с пневмо- или электропередачей	
Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. Например: любой бесшкальный счетчик-расходомер	
Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту. Например: счетчик-дозатор	
Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле уровня, используемое для блокировки и сигнализации верхнего уровня	
Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите. Например: прибор вторичный показывающий с сигнальным устройством. Буквы H и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней	
Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: датчик плотномера с пневмо- или электропередачей	

1	2
Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту. Например: прибор показывающий для измерения толщины стальной ленты	
Прибор для измерения электрической величины показывающий, установленный по месту. Например: амперметр	
Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту. Например: датчик рН-метра	
Прибор для измерения качества продукта регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: прибор вторичный самопишущий регулятора концентрации серной кислоты в растворе	
Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту. Например: вискозиметр показывающий	
Прибор для контроля погасания факела в печи бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите. Например: прибор вторичный запально-защитного устройства	
Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т.д.). Например: магнитный пускатель.	

1.2.7. Требования, предъявляемые к оформлению схем автоматизации

При разработке схем автоматизации (ранее применялось название и сейчас оно используется достаточно широко – функциональные схемы автоматизации) необходимо **решить следующие задачи:**

- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- воздействие на технологический процесс для управления им;
- стабилизация технологических параметров процесса;
- контроль и сигнализация (если это необходимо) технологических параметров процесса и состояния технологического оборудования.

Результатом составления схем автоматизации являются:

- выбор методов измерения технологических параметров;

- выбор основных технических средств автоматизации, наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;
- определение приводов исполнительных механизмов (электропривод, либо пневмопривод);
- определение типов регулирующих органов (регулирующие, отсечные, регулирующие-отсечные);
- размещение средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах и т. п. и определение способов представления информации о состоянии технологического оборудования.

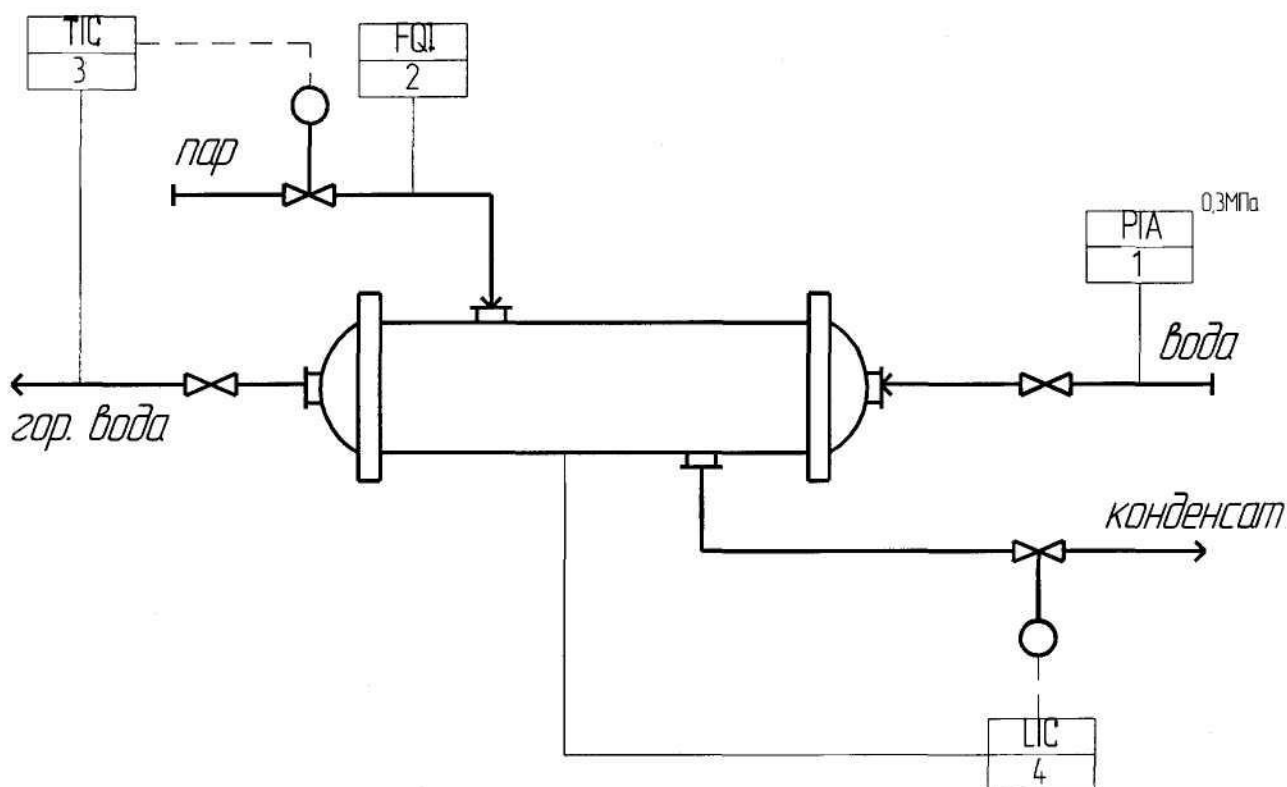


Рис. 4. Упрощенная схема автоматизации теплообменника

Приведем примеры упрощенных и развернутых схем автоматизации

На рис. 4 приведена упрощенная схема автоматизации с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и прием-

ных устройств без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты и т.д.

На рис. 5, 7 приведены развернутые схемы автоматизации с изображением контроллера, щитов, местных приборов при помощи условных прямоугольников (нижняя часть чертежа), в пределах которых показываются устанавливаемые на них средства автоматизации.

Преимуществом развернутых схем автоматизации является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы. Приборы, встраиваемые в технологические коммуникации, показывают в разрыве линии изображения трубопроводов; приборы, устанавливаемые на технологическом оборудовании, показывают рядом. Связь между технологическим объектом и первичными измерительными преобразователями (датчиками) показывается сплошной тонкой линией. Остальные технические средства показывают условными графическими обозначениями в прямоугольниках в нижней части схемы. Прямоугольники, изображающие контроллер, щиты, пульты располагают в такой последовательности, чтобы обеспечивалась простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи.

В каждом прямоугольнике с левой стороны дается его наименование (заголовки). Пунктиром изображается линия передачи аналогового, дискретного или цифрового сигнала.

В прямоугольнике программно-логического контроллера указывается тип ПЛК, а также информация о том, какие входы-выходы контроллера задействованы в данной схеме автоматизации.

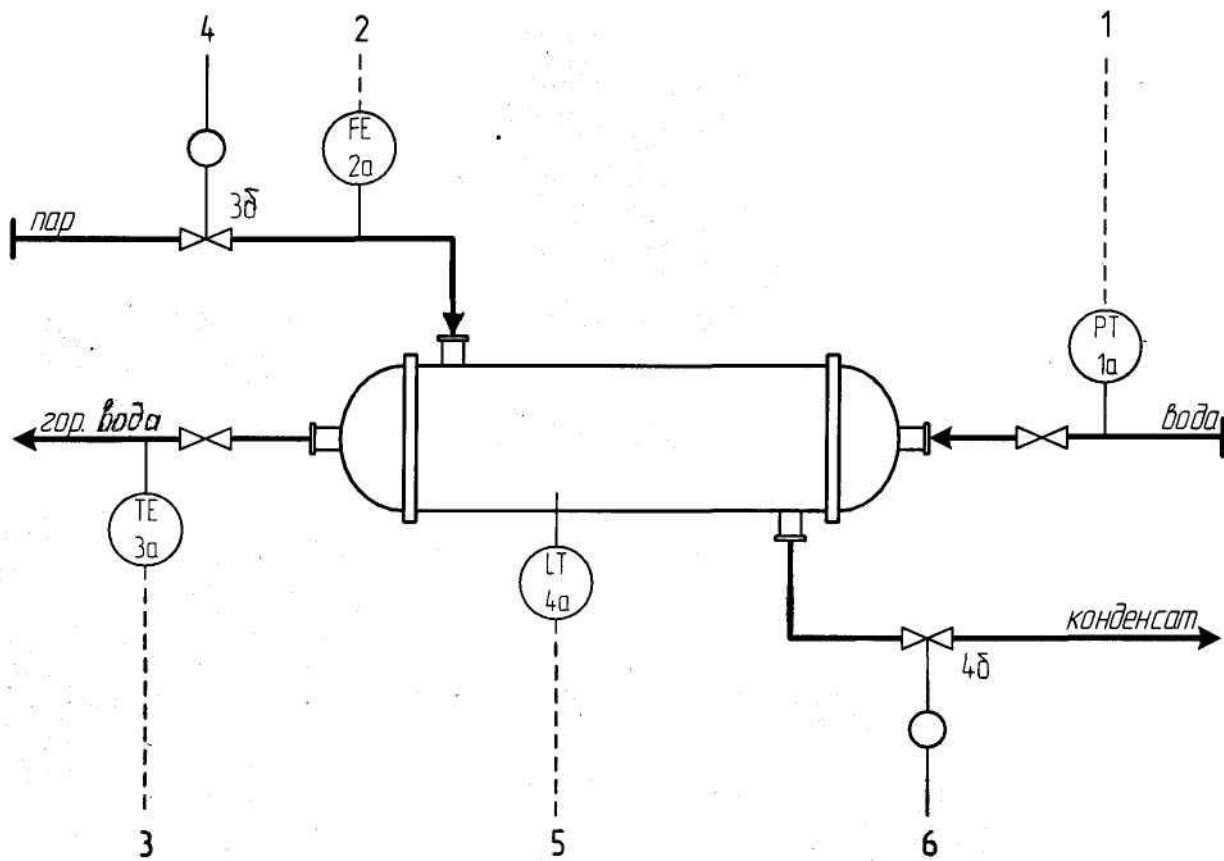
Принято обозначать:

AI – аналоговый ввод;

AO – аналоговый вывод;

DI – дискретный ввод;

DO – дискретный вывод.



Приборы по месту		1	2	3	4	5	6
Операторская	ПЛК МФЖ 1500	AI	○	○	○	○	○
		DI					
		AO				○	○
		DO					
		Ethernet	○				
	АРМ	○					

Рис. 5. Развернутая схема автоматизации (электropневмоавтоматика)

В прямоугольнике ПЛК также должна быть строчка «Ethernet».

Ethernet – разъем контроллера, обеспечивающий передачу данных от контроллера в управляющую сеть предприятия и обратно. К управляющей сети предприятия подключаются контроллеры и разнообразные терминальные устройства, например автоматизированное рабочее место оператора – АРМ оператора, аналогично АРМ инженера и т.д. Связь АРМ и Ethernet на схеме показывается переключателем.

Именно развернутую схему автоматизации следует выполнить в самостоятельной работе.

1.3. Составление спецификации на приборы и средства автоматизации

Спецификация на приборы и средства автоматизации выполняется по форме, представленной в табл. 6. Эта форма может быть рекомендована только для учебных работ.

В правой графе "Номер позиции" указывают позицию приборов и средств автоматизации по схеме автоматизации. В графе "Наименование и краткая характеристика" указывается название прибора, его технические характеристики и особенности. Например, датчик для измерения гидростатического давления (уровня). В графе "Тип прибора" указывается марка прибора, например, Метран-55-ДИ. В графе "Примечание" при необходимости указывают "Поставляется в комплекте с ...", "Разработка конструкторского бюро ..." или "Разработка ИГХТУ" и так далее. Также в графе «Примечание» указывается наименование страны и фирмы изготовителя, при условии, что прибор импортного производства.

Приборы и средства автоматизации, указанные в спецификации, следует группировать по функциональному признаку (датчики, регулирующие органы и т.д.), либо по параметрам (температура, расход, давление и т.д.)

1.4. Описание схемы автоматизации

Содержание пояснительной записки должно отражать и обосновывать те решения по автоматизации, которые были приняты при разработке данной схемы автоматизации. В ней в сжатой форме надо объяснить, какие задачи по автоматизации данного технологического объекта были поставлены и каким образом решены. Подробное описание того, как проходит сигнал от точки измерения через функциональные блоки до места приложения управляющего воздействия (регулирующего органа), нужно сделать для одного контура контроля и одного контура регулирования. Как правило, описываются наиболее сложные контуры регулирования и контроля, работу которых необходимо пояснить. При этом не надо давать описания конструкции приборов и регуляторов, а только указывать, какие функции они выполняют. Для лучшей ориентации упомянутым в тексте приборам, регуляторам и вспомогательным средствам автоматизации указываются номера позиций по спецификации.

2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами

Современные крупные химические, пищевые и др. производства немислимы без сложных человеко-машинных систем управления, в которых обработка информации и формирование управляющих воздействий осуществляются комплексом технических и программных средств под управлением человека. Такие системы называются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).

АСУТП обеспечивает управление в реальном масштабе времени технологическими комплексами по заданным технологическим и технико-экономическим критериям, которые определяют качественные и количественные характеристики вырабатываемого изделия, либо продукта. АСУТП позволяет принять целостное решение, обеспечивающее автоматизацию операций технологического процесса на производстве в целом или отдельном участке,

выпускающем относительно завершенное изделие, либо продукт. Понятие «автоматизированный», в отличие от понятия «автоматический», подчеркивает необходимость участия человека в управлении технологическим процессом.

Развитие АСУТП на современном этапе связано с широким использованием для управления контроллерной техники. Современные программируемые логические контроллеры позволяют создавать сложнейшие распределенные системы управления. Характерной чертой распределенных систем автоматизации является децентрализованная обработка данных и наличие распределенных систем ввода-вывода информации. Распределенная структура управления в классическом виде состоит из трех уровней. Нижний уровень состоит из датчиков, исполнительных механизмов и регулирующих органов. Средний уровень – контроллерная техника (один или несколько ПЛК). На верхнем уровне расположены операторские и инженерные станции и серверы баз данных.

Отечественной и зарубежной промышленностью выпускается большой набор конкурентоспособных ПЛК (см. раздел 5.1). Средствами визуализации диспетчерского контроля и управления являются SCADA системы – Supervisory Control And Data Acquisition. Наиболее распространены Master SCADA, Trase Mode. Визуализацией технологического процесса на экране компьютера является мнемосхема.

Мнемосхема (рис. 6) представляет собой наглядное графическое изображение функциональной схемы управляемого или контролируемого объекта. Иначе говоря, мнемосхема – это условная информационная модель производственного процесса, выполненная как комплекс символов, изображающих элементы системы с их взаимными связями. Мнемосхема облегчает оператору запоминание схем объектов, взаимосвязь между параметрами, назначение приборов и органов управления. В процессе управления мнемосхема является для оператора важнейшим источником информации о текущем состоянии системы, технологического оборудования, в том числе связанных с нарушением технологических режимов, авариями и т.п.

Мнемосхемы могут отражать как общую картину состояния системы, технологического процесса, так и состояние отдельных агрегатов, устройств, значения параметров и т.п. Мнемосхемы помогают оператору, работающему в условиях большого количества поступающей информации, облегчить процесс информационного поиска, подчинив его определенной логике, диктуемой реальными связями параметров контролируемого объекта.

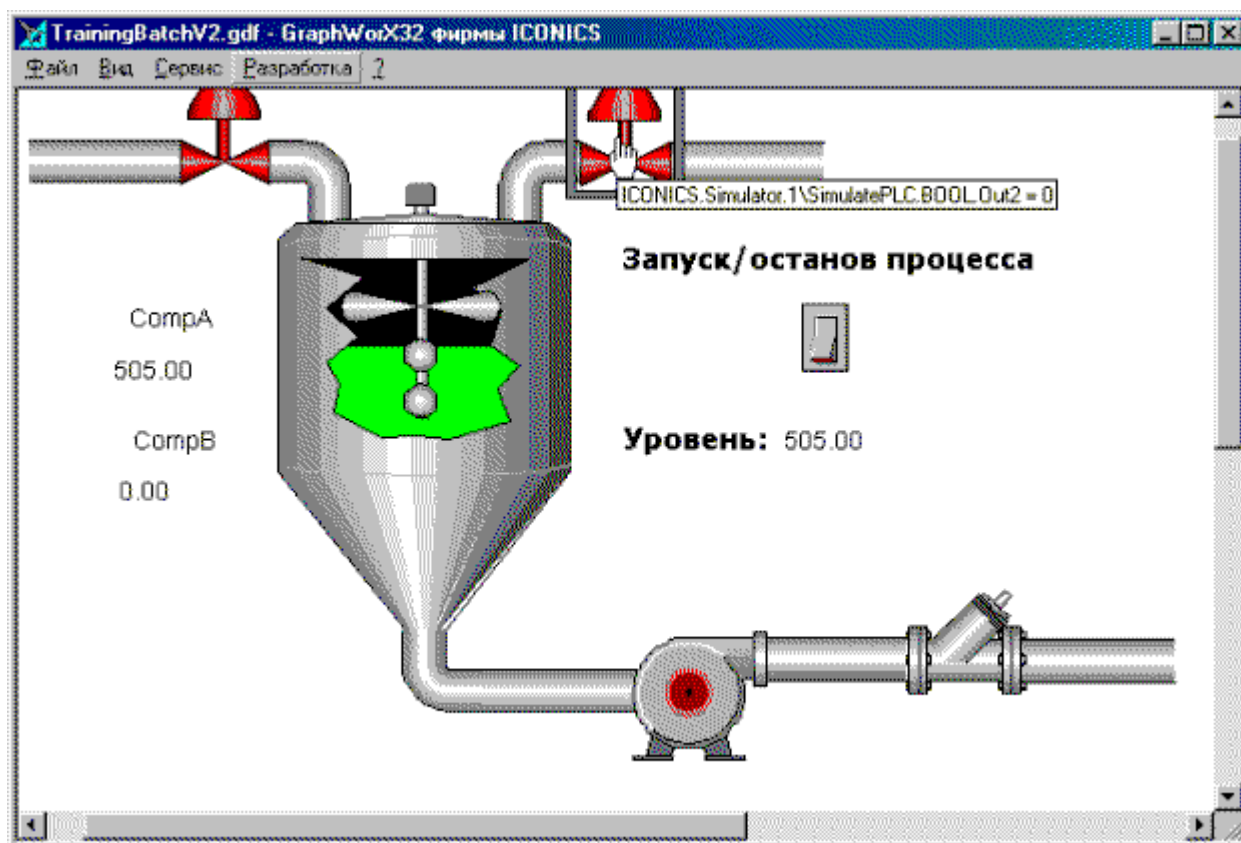


Рис. 6. Мнемосхема смесителя

2.1. Автоматизация аппаратов непрерывного действия

Непрерывное производство – это совокупность технологических процессов, организованных в виде производственной линии, участка, цеха или предприятия в целом. Аппараты непрерывного действия характеризуются работой без остановок в течение достаточно длительного времени, без праздников и выходных, безостановочным ремонтом оборудования или использованием резервного оборудования.

Для автоматизации такого рода аппаратов характерен выбор аналоговых

датчиков с унифицированным токовым сигналом на выходе. Датчики-сигнализаторы (вырабатывают дискретный сигнал при выходе параметра за границы регламентного коридора) необходимо предусматривать для распознавания предаварийных ситуаций. В качестве регулирующих органов выбирают преимущественно регулирующие клапаны. Отсечные клапаны применяются для аварийных режимов, либо для пуска или останова технологического оборудования.

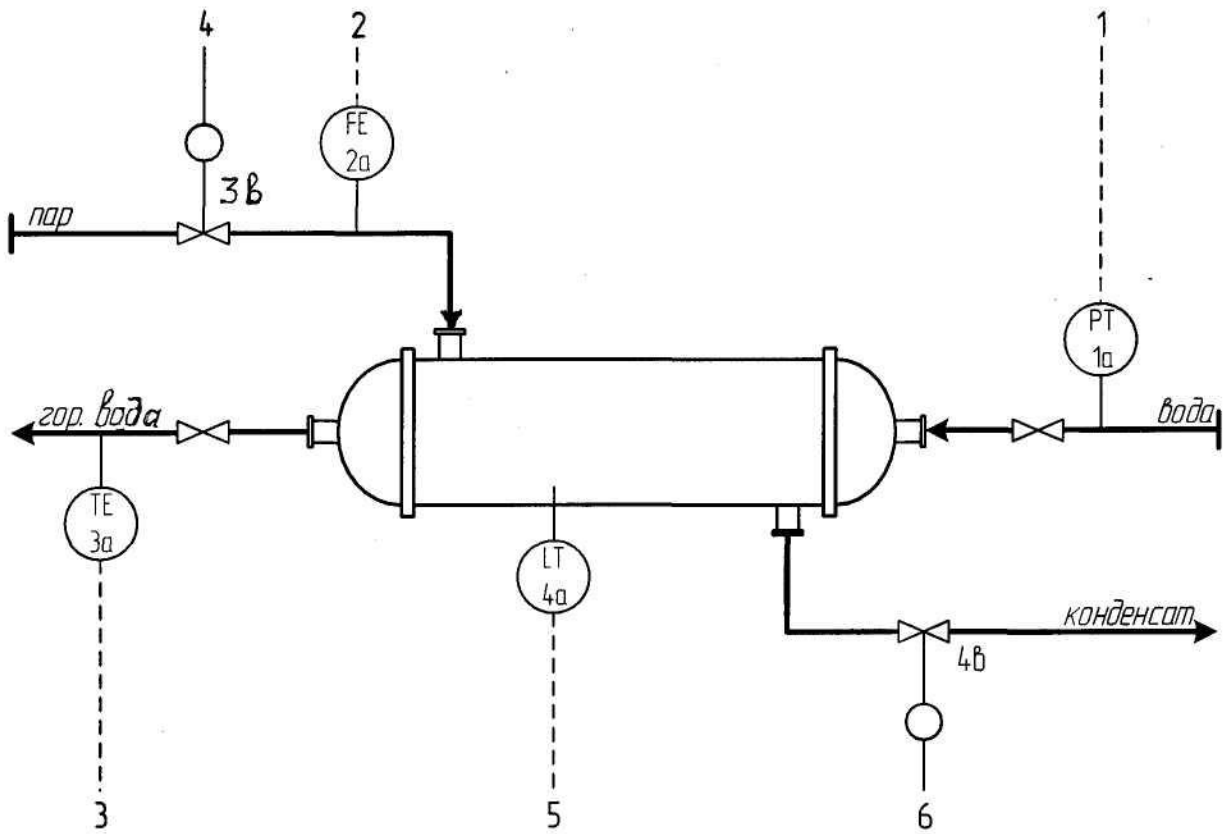
Разберем в качестве примера (рис. 4) автоматизацию пароводяного теплообменника. Данный кожухотрубный теплообменник предназначен для подогрева воды, подаваемой в трубное пространство, до заданной температуры. Пар поступает в межтрубное пространство через патрубок в верхней части корпуса, конденсат отводится через патрубок в нижней части корпуса.

Предусмотрено:

- регулирование температуры горячей воды на выходе подогревателя за счет изменения подачи пара в межтрубное пространство;
- регулирование уровня конденсата в межтрубном пространстве теплообменника за счет изменения отбора конденсата;
- контроль давления на линии подачи воды на нагрев;
- контроль расхода пара на подогреватель.

Для создания системы автоматизации применим отечественный контроллер средней информационной мощности «МФК-1500» в комплекте с ПЭВМ (рис. 7).

Схему автоматизации необходимо дополнить спецификацией на приборы и средства автоматизации (табл. 6). В качестве датчиков применим аналоговые датчики по температуре, давлению, расходу, уровню фирмы «Метран», в качестве регулирующих органов выберем клапаны фирмы «РУСТ-95» с электроприводом МЭПК.



			1	2	3	4	5	6
			$0,3 \div 0,32 \text{ МПа}$		$95 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$		$300 \pm 30 \text{ мм}$	
Приборы по месту				FT 2a				
Щит КИПиА						NS 3a		NS 4a
Операторская	ПЛК МФК 1500	AI	○	○	○		○	
		DI						
		AO						
		DO				○		○
		Ethernet	○					
			○					
	АРМ		○					

Рис. 7. Развернутая схема автоматизации (электроавтоматика)

Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер позиции по схеме	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора	Количество	Примечание
Многофункциональный контроллер МФК-1500, работающий совместно с ПЭВМ				
1а	Датчик избыточного давления, верхний предел измерения 1,0 МПа, токовый сигнал на выходе 4÷20 мА	Метран 55 ДИ 515	1	
2а	Диафрагма камерная стандартная	ДКС -0,6-50	1	
2б	Датчик для измерения перепада давлений (расхода), предел измерений 0,025÷0,63 кПа, токовый сигнал на выходе 4÷20 мА	Метран – 150 CD	1	
3а	Термометр сопротивления медный 0÷150 °С	ТСМ Метран 204	1	
4а	Уровнемер, токовый сигнал на выходе 4÷20 мА, верхний предел измерений 62 кПа	Метран – 150 L	1	
3б, 4б	Пускатель бесконтактный реверсивный U = 220 В	ПБР – 2М	2	
3в, 4в	Клапан регулирующий с электроприводом МЭПК, P _y = 1,6 МПа; d _y = 50 мм, t _{среды} до 225 °С	РУСТ 510-2 У	2	

2.2. Автоматизация аппаратов периодического действия

Периодический процесс отличается от непрерывного наличием стадий. Причем все стадии осуществляются последовательно. Например, производство охлаждающей жидкости «Тосол» – это периодический процесс, протекающий в цилиндрическом аппарате с мешалкой и рубашкой. Выделяют стадии загрузки (дозирование компонентов в соответствии с технологическим регламентом), перемешивания (включение мешалки, подача теплоносителя в рубашку, выдержка в течение заданного времени, отключение мешалки), выгрузки (слив готового продукта). Для автоматизации периодических производств характерен выбор датчиков с дискретным сигналом на выходе, а также клапанов отсечных,

работающих в режиме «открыто – закрыто». В качестве примера разберем систему автоматического управления емкостным смесителем с подогревом. На рис. 8 представлена свернутая (упрощенная) схема автоматизации смесителя.

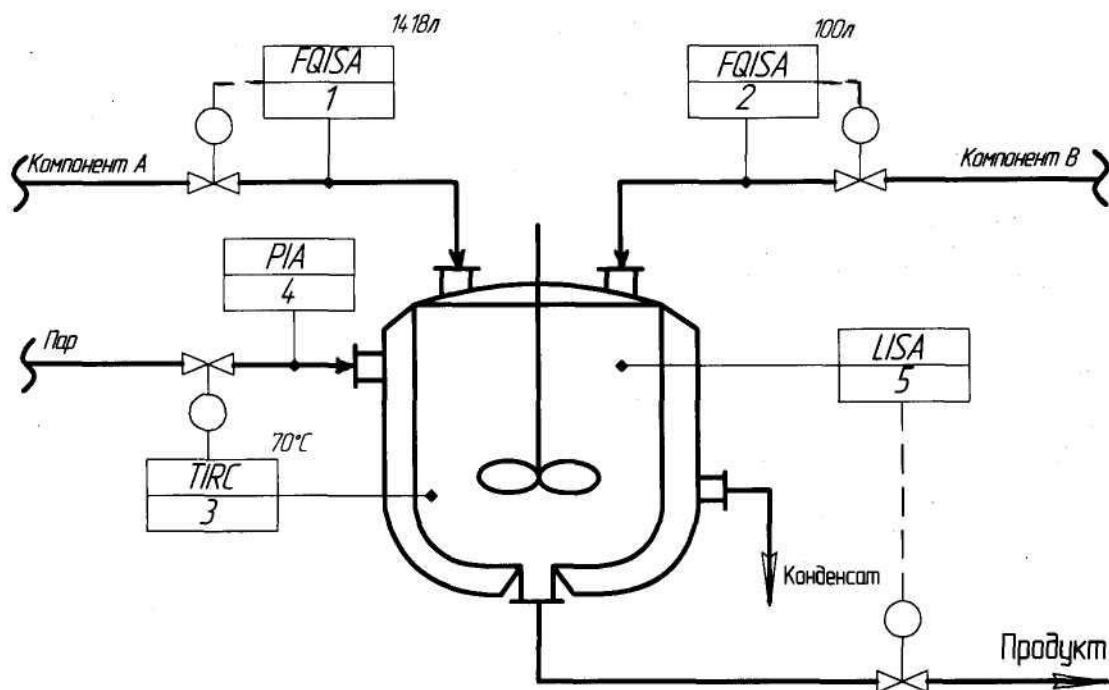
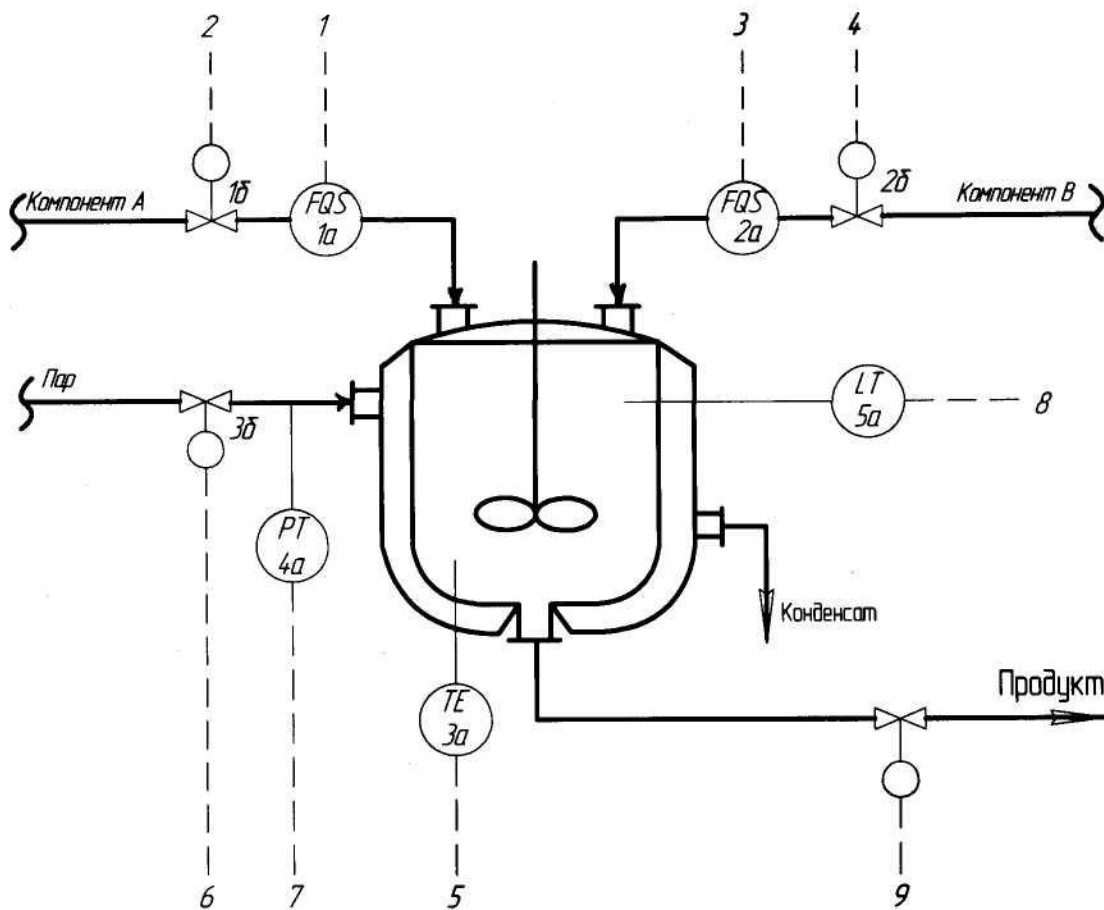


Рис. 8. Упрощенная схема автоматизации смесителя

Работа емкостного смесителя с подогревом (условия пожаровзрывоопасные) осуществляется в три стадии.

- 1 стадия: загружаем компонент А (среда жидкая, агрессивная) в количестве 1418 л (контур 1); загружаем компонент В (среда жидкая, агрессивная) в количестве 100 л (контур 2).
- 2 стадия: перемешивание осуществляется при температуре $(70 \pm 3) ^\circ\text{C}$ (контур 3), также предусматривается контроль и сигнализация давления на линии подачи пара $(0,5 \pm 0,02)$ МПа (контур 4).
- 3 стадия: выгрузка осуществляется отбором продукта из аппарата с уровня 3 м до уровня 0 м (контур 5).

Автоматизацию выполним с применением контроллера МФК-1500. Развернутая схема автоматизации представлена на рис. 9.



		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		14 л/л		100 л		70 °C				
МФК 1500	AI									
	AO									
	DI	○		○						
	DO		○		○					○
АРМ оператора	индикация	○		○		○		○	○	
	регистрация					○				
	сигнализация	○		○		○		○	○	
	управление		○		○		○			○

Рис. 9. Развернутая схема автоматизации емкостного смесителя

Выбранные приборы и средства автоматизации представлены в табл. 7.

Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер позиции	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип (марка) прибора	Количество	Примечание
1	2	3	4	5
1а	Расходомер кориолисовый для агрессивных сред, диапазон измерений расхода 87÷43550 л/ч, погрешность измерения $\pm 0,2$ %, класс точности 0,5; импульсный выходной сигнал, исполнение взрывобезопасное; $d_y = 80$ мм	Метран - 360 F - F 300 S - Exia	1	
2а	Расходомер кориолисовый для агрессивных сред, диапазон измерений расхода 87÷43550 л/ч, погрешность измерения $\pm 0,2$ %, класс точности 0,5; импульсный выходной сигнал, исполнение взрывобезопасное; $d_y = 50$ мм	Метран - 360 F - F 300 S - Exia	1	
3а	Термометр сопротивления платиновый, диапазон измерения $-50\div 100$ °С; погрешность измерения $\pm 0,25$ %; класс точности 1, исполнение взрывобезопасное	ТСП Метран 255 - Exia	1	
4а	Датчик давления, выходной сигнал $4\div 20$ мА, верхний предел измерения 0,6 МПа; погрешность измерения $\pm 0,1$ %; класс точности 1, исполнение взрывобезопасное	Метран -55 - ДА - Exia	1	
5а	Уровнемер, выходной сигнал $4\div 20$ мА; погрешность измерения $\pm 0,1$ %; класс точности 1, исполнение взрывобезопасное	Метран -150 L 3 - Exia	1	
1б 5б	Шаровой запорный кран с пневмоприводом, тип НЗ, укомплектован электропневмораспределителем РДВ – 5; $d_y = 80$ мм	ШКП - АТ - РДВ 5 - НЖ	2	
2б	Шаровой запорный кран с пневмоприводом, тип НЗ, укомплектован электропневмораспределителем РДВ – 5; $d_y = 50$ мм	ШКП - АТ - РДВ 5 - НЖ	1	
3б	Шаровой регулирующий клапан с пневмоприводом, тип НЗ, укомплектован электропневмопозиционером IP; $d_y = 50$ мм	ШРКП - АТ - IP - НЖ	1	

В качестве датчиков выберем современные датчики фирмы «Метран», обладающие аналоговыми, либо импульсными (дискретными) сигналами на выходе.

В качестве регулирующих органов выберем шаровые краны с пневмоприводом (d_y до 80 мм, ЗАО НПП «Автоматика» г. Владимир). Выбор клапанов с пневмоприводом характерен для пожаровзрывоопасных условий. Шаровый

регулирующий клапан предусмотрен по контуру регулирования температуры в смесителе: изменяя подачу пара в рубашку смесителя стабилизируем температуру перемешивания на уровне (70 ± 3) °С. Шаровые запорные краны, работающие в режиме «открыто–закрыто», необходимы на трубопроводах подачи первого и второго компонентов, а также для слива полученного продукта.

2.3. Автоматизация процессов горения

Многие процессы на современном производстве связаны с процессом горения. Печь для обжига кирпича, сушилки различных типов, оборудованные топкой, кондитерские печи для производства вафель, печенья и т.д. – во всех этих агрегатах процесс горения занимает основное место. Разберем особенности автоматизации процесса горения.

Автоматизация процесса горения выполняет следующие задачи:

- повышение надежности и безопасности процесса горения;
- устранение проблемы перерасхода топлива;
- снижение предельно допустимых выбросов вредных веществ.

При автоматизации любого объекта, где присутствует горение, необходимо контролировать и регулировать ряд параметров.

Регулирование (поддержание на заданном уровне):

- оптимального соотношения топливо–воздух;
- температурного режима;
- аэродинамического режима объекта;
- давления разряжения на выходе дымовых газов.

Контроль:

- температура в каждой рассматриваемой зоне объекта;
- разряжение в технологическом объекте и на выходе дымовых газов;
- давление газа, подаваемого на горение;
- давление воздуха, подаваемого на горение.

Для безопасного осуществления процесса горения необходимо прекра-

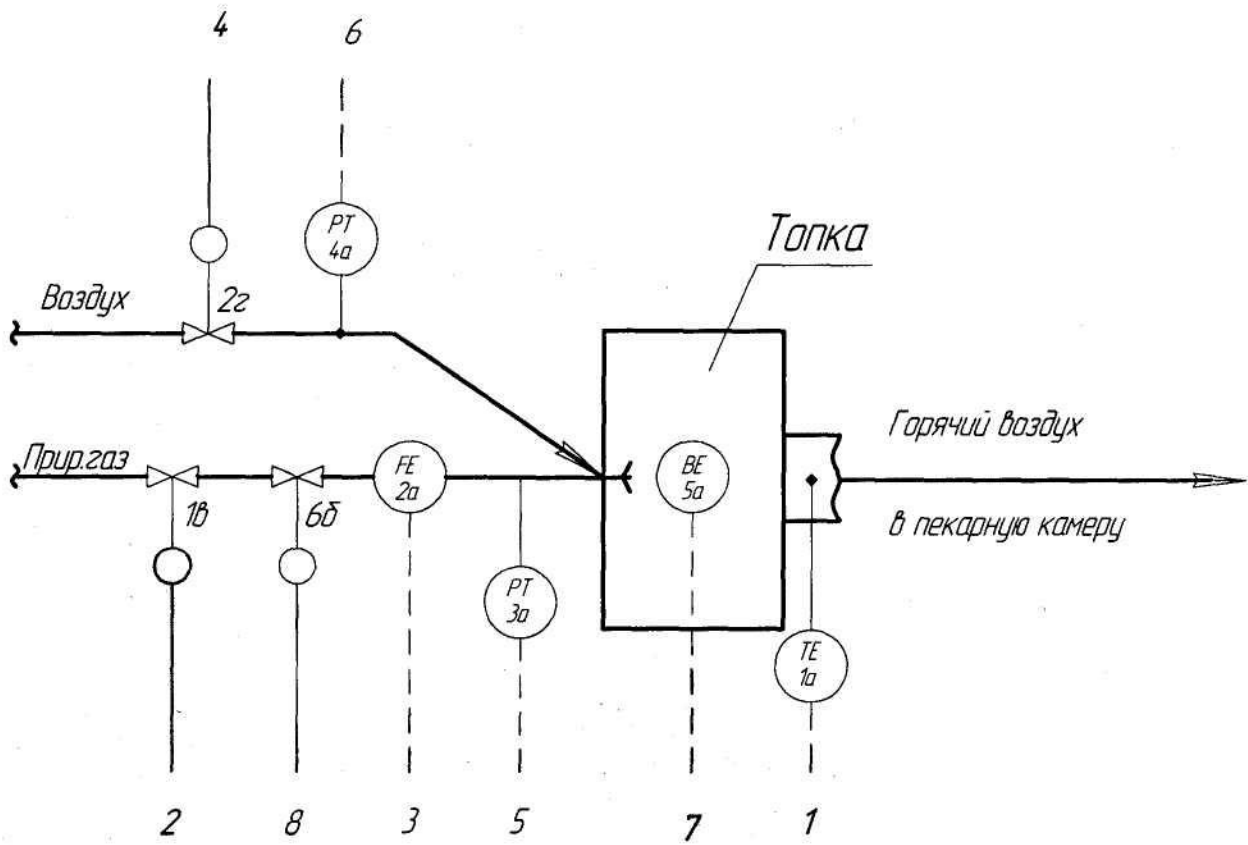
щать (отсекать) подачу газа к горелкам в случае отклонения от регламентных значений следующих параметров:

- давления газа на подводящем трубопроводе;
- давления воздуха перед горелочными устройствами;
- разряжения на выходе дымовых газов;
- концентрации природного газа в рабочей зоне;
- температуры дымовых газов на выходе объекта;
- концентрации O_2 , CO , CO_2 в дымовых газах;
- отсутствие пламени на горелочных устройствах.

В качестве примера рассмотрим систему автоматического управления топкой печи (рис. 10). В топку на горение (1 горелка) подается природный газ и воздух. Предусмотрено:

- регулирование температуры в топке (200 ± 5) °С за счет изменения подачи газа (контур 1);
- регулирование соотношения подачи природный газ:воздух (1:4) на топку за счет подачи воздуха на горение (контур 2);
- контроль давления подачи природного газа на топку $0,04 \div 0,08$ МПа (контур 3);
- контроль давления подачи воздуха на топку $0,11 \div 0,13$ МПа (контур 4);
- контроль наличия пламени горелки (контур 5);
- блокировка подачи природного газа при отклонении давления газа и воздуха на печь от регламентных значений, а также при погасании пламени горелки.

Для автоматизации применим контроллер МФК – 1500. В качестве датчиков выберем аналоговые датчики фирмы «Метран», для контроля наличия пламени горелки выберем комплект из фотодатчика и блока контроля пламени с дискретным сигналом на выходе. В качестве регулирующих органов выберем клапаны регулирующие, отсечные и регулирующие-отсечные фирмы «ЛГ Автоматика» с электроприводом МЭПК.



		1	2	3	4	5	6	7	8
		200-5 С		100-120 м/ч	СООТНОШЕНИЕ 1:4	0-0,4-0,08 МПа	0,11-0,13 МПа		на отсечный клапан
Прибору по месту			NS 1б	FT 2б	NS 2б		BS 5б		NS 6а
МФК-1500	Аналоговый ввод	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Аналоговый вывод								
	Дискретный ввод						<input type="checkbox"/>		
	Дискретный вывод		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
АРМ	Индикация	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Регистрация	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>
	Управление		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>

Влажность

Рис. 10. Развернутая схема автоматизации топки печи

Типы выбранных приборов и средств автоматизации представлены в спецификации (табл. 8).

Таблица 8

Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер позиции по схеме	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора	Количество	Примечание
Многофункциональный контроллер МФК -1500, работающий совместно с ПЭВМ				
1а	Преобразователь температуры, диапазон измерения 500÷1200 °С	Метран 280	1	
2а	Диафрагма фланцевая камерная, $P_y = 0,6$ МПа; $d_y = 20$ мм	ДФК - 0,6 - 20	1	
2б	Датчик измерения перепада давления (расхода), токовый сигнал на выходе 4÷20 мА	Метран - 150 CD2	1	
3а, 4а	Датчик избыточного давления, верхний предел измерения 0,2 МПа, токовый сигнал на выходе 4÷20 мА	Метран - 150 CG3	2	
5а	Фотоэлектрический датчик	ФД	1	
5б	Блок контроля пламени, преобразующий сигнал датчика ФД в дискретный сигнал при погасании пламени горелочного устройства; $U = 220$ В; мощность 6 ВА	БКП ФД	1	
1б, 2в, 6а	Пускатель бесконтактный реверсивный $U = 220$ В	ПБР – 2М	3	
1в	Клапан малогабаритный регулирующийся с электроприводом МЭПК, $P_y = 1,6$ МПа; $d_y = 20$ мм, $t_{\text{среды}} = - 40\div 225$ °С, материал корпуса нержавейка	КМР.Э 101 НЖ 20 0,16 Р УХЛ (1)	1	
2г	Клапан малогабаритный регулиюще-отсечной с электроприводом МЭПК, $P_y = 1,6$ МПа; $d_y = 65$ мм, $t_{\text{среды}} = - 40\div 225$ °С, материал корпуса нержавейка	КМРО.Э 101 НЖ 65 10 Р УХЛ (1)	1	
6б	Клапан малогабаритный отсечной с электроприводом МЭПК, быстроотсечной, $P_y = 1,6$ МПа; $d_y = 20$ мм, $t_{\text{среды}} = - 40\div 225$ °С, материал корпуса нержавейка	КМО.Э 101 НЖ 20 УХЛ (1)	1	

2.4. Автоматизация в отделочном производстве

Отделочное производство традиционно распространено в Ивановской области. В отделочном производстве ткань проходит полный цикл обработки: опаливание для придания ткани ровной поверхности; отварка и беление ткани; крашение; заключительная отделка для придания ткани специального грифа, наполненности, либо специальных свойств – огнестойкости, бактерицидности и т.д. Обработка тканей осуществляется на линиях непрерывного действия, например, линия отварки и беления. Каждая линия состоит из машин, агрегированных между собой, ткань движется по линии с постоянной, заранее установленной скоростью.

Задачи автоматизации в отделочном производстве заключаются в следующем:

- 1) точное соблюдение технологического регламента ведения процесса для рассматриваемого вида (артикула) ткани и, следовательно, получение продукции наилучшего качества;
- 2) ведение процесса отделки на максимальных скоростях;
- 3) оптимальное расходование пропиточных растворов, пара, горячей воды, холодной воды, сжатого воздуха и т.д., учет их суммарного количества для расчета технико-экономических показателей;
- 4) возможность оперативного перенастраивания линии (оборудования) с одного вида ткани (либо артикула) на другой;
- 5) представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования в режиме реального времени на видеотерминале ПЭВМ, вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе;
- 6) обеспечение режимов пуска и останова оборудования, линии;
- 7) обеспечение безаварийной работы оборудования, для чего необходимо распознавание предаварийных ситуаций; ликвидация предаварийных ситуаций;
- 8) информация обслуживающего персонала об аварии и о возможных рисках.

9) при возникновении аварийных ситуаций возможность быстрого останова линии (оборудования) и сохранения заправленной в линию ткани (разбавления пропиточных растворов до безопасной концентрации) до следующего пуска.

В настоящее время отделочные предприятия России имеют линии двух видов: отечественные (ЛЗО, ЛОБ, ЛЖО, ЛМО и т.д.), оснащенные старой локальной автоматикой; импортные («Кюстерс», «Вакаяма» и т.д.) с современной автоматикой с применением ПЛК.

Автоматизированные системы управления отделочным производством имеют ряд особенностей. В качестве датчиков, наряду с общеприменяемыми датчиками температуры, уровня, давления, расхода, применяются специальные датчики: датчики обрыва ткани, датчики метража, влагомеры текстильных материалов, датчики скорости движения ткани. В качестве регулирующих органов применяются малогабаритные клапаны (d_y до 200 мм) как с пневмоприводом (характерно для отечественных линий), так и с электроприводом (характерно для импортных линий). При выборе регулирующих органов для щелочей, кислот, перекиси водорода следует учитывать агрессивность этих сред.

Для оценки эффективности работы той или иной линии отделочного производства за смену, месяц, квартал и т.д. необходимо контролировать целый ряд параметров. К ним относятся скорость движения ткани, метраж ткани на входе и выходе линии, количество пара, сжатого воздуха, горячей воды, холодной воды, пропиточных, красильных растворов, количество обрывов ткани и т.д. Для этого линии необходимо оснастить счетчиками-расходомерами, счетчиками метража ткани, датчиками скорости и т.д.

2.5. Автоматизация пищевых производств

Процесс производства пищевых продуктов – это сложный химико-технологический процесс.

Задачи автоматизации в пищевой промышленности заключаются в следующем:

1) точное соблюдение технологического регламента ведения процесса для рассматриваемого продукта и, следовательно, получение продукции наилучшего качества;

2) ведение технологического процесса на максимальных скоростях;

3) оптимальное расходование исходного сырья, пара, горячей воды, холодной воды, электроэнергии и т.д., учет их суммарного количества для расчета технико-экономических показателей;

4) возможность оперативного перенастраивания линии (оборудования) с одного вида продукции на другой;

5) представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования в режиме реального времени на видеотерминале ПЭВМ, вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе;

6) обеспечение режимов пуска и останова оборудования, линии;

7) обеспечение безаварийной работы оборудования, для чего необходимо распознавание предаварийных ситуаций; ликвидация предаварийных ситуаций;

8) информация обслуживающего персонала об аварии и о возможных рисках;

9) при возникновении аварийных ситуаций возможность быстрого останова линии (оборудования) и сохранения исходного сырья, полуфабрикатов и т.д.

К особенностям автоматизации можно отнести применение электроавтоматики. Выбор регулирующих органов с пневмоприводом характерен лишь для производств, где сжатый воздух используется для целей производства и имеется мощный компрессор для производства сжатого воздуха. Например, при автоматизации производства пива часто используют клапаны с пневмоприводом, так как сжатый воздух в данном производстве используется также для выдува ПЭТ бутылок.

При автоматизации пищевых производств особые требования предъяв-

ляются к выбору средств автоматизации. В качестве датчиков желательно применять бесконтактные датчики (не имеющие контакта с измеряемой средой), например, радарные уровнемеры, индукционные расходомеры и т.д. В качестве регулирующих органов необходимо применять клапаны, задвижки, заслонки, специально разработанные для пищевых производств, например, футерованные клапаны.

В пищевом производстве представлены как аппараты непрерывного, так периодического действия. Пример выполнения автоматизации объекта пищевой технологии (танка брожения пива) см. раздел 3.

3. Пример выполнения самостоятельной работы

Автоматизация танка брожения пива

(пояснительная записка)

В работе рассмотрена система автоматического управления танком брожения пива с применением микропроцессорного контроллера МФК.

Танк брожения – это закрытый аппарат цилиндрической формы, снабженный охлаждающим змеевиком и патрубками для ввода сусла и слива молодого пива. В змеевик подается хладагент (пропиленгликоль) с температурой $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Процесс брожения длится 10 суток при температуре $(6\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ и при атмосферном давлении.

Брожение пива – это периодический процесс, протекающий в 3 стадии. Первая стадия – это заполнение танка суслом до уровня 90 % от высоты H танка. Вторая стадия – это непосредственно брожение сусла при температуре $(6\pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 10 суток. Третья стадия – это слив молодого пива в танки дображивания.

Для качественного ведения процесса необходимо контролировать и регулировать ряд параметров, определенных заданием на проектирование системы автоматизации (табл. 8).

Для создания САУ применим отечественный РС совместимый отечественный контроллер МФК. Данный контроллер предназначен для сбора, обработки информации, реализации функции контроля, программно-логического управления, регулирования, противоаварийных защит и блокировок и может

работать как автономное устройство управления. Кроме того, возможно его использование в качестве локального устройства управления в составе сложной распределенной системы управления.

Работой предусмотрено, что информация о значениях параметров поступает на АРМ оператора-технолога, причем информация о ходе технологического процесса может фиксироваться на видеотерминале; наиболее важная часть информации может выводиться на печатающее устройство. Поступающая информация анализируется в режиме реального времени, технолог отслеживает все стадии ведения процесса: заполнение танка, брожение, слив молодого пива. При необходимости технолог совместно с инженером по автоматизации могут внести коррективы в процесс управления.

Автоматическая система управления технологическим процессом представлена на схеме автоматизации (рис. 11) и предусматривает (табл. 9):

- контур контроля уровня сусла в танке, заполнения танка, а также слив молодого пива из танка после окончания процесса брожения;
- контур регулирования температуры сусла.

В качестве датчиков применим датчики с унифицированным токовым сигналом на выходе $4 \div 20$ мА, в качестве регулирующих органов применим клапаны малогабаритные с пневмоприводом фирмы «ЛГ Автоматика» в комплекте с электропневмопозиционерами. Клапаны выберем НЗ – нормально закрытые, т.е. при отсутствии командного давления воздуха проходное сечение полностью закрыто.

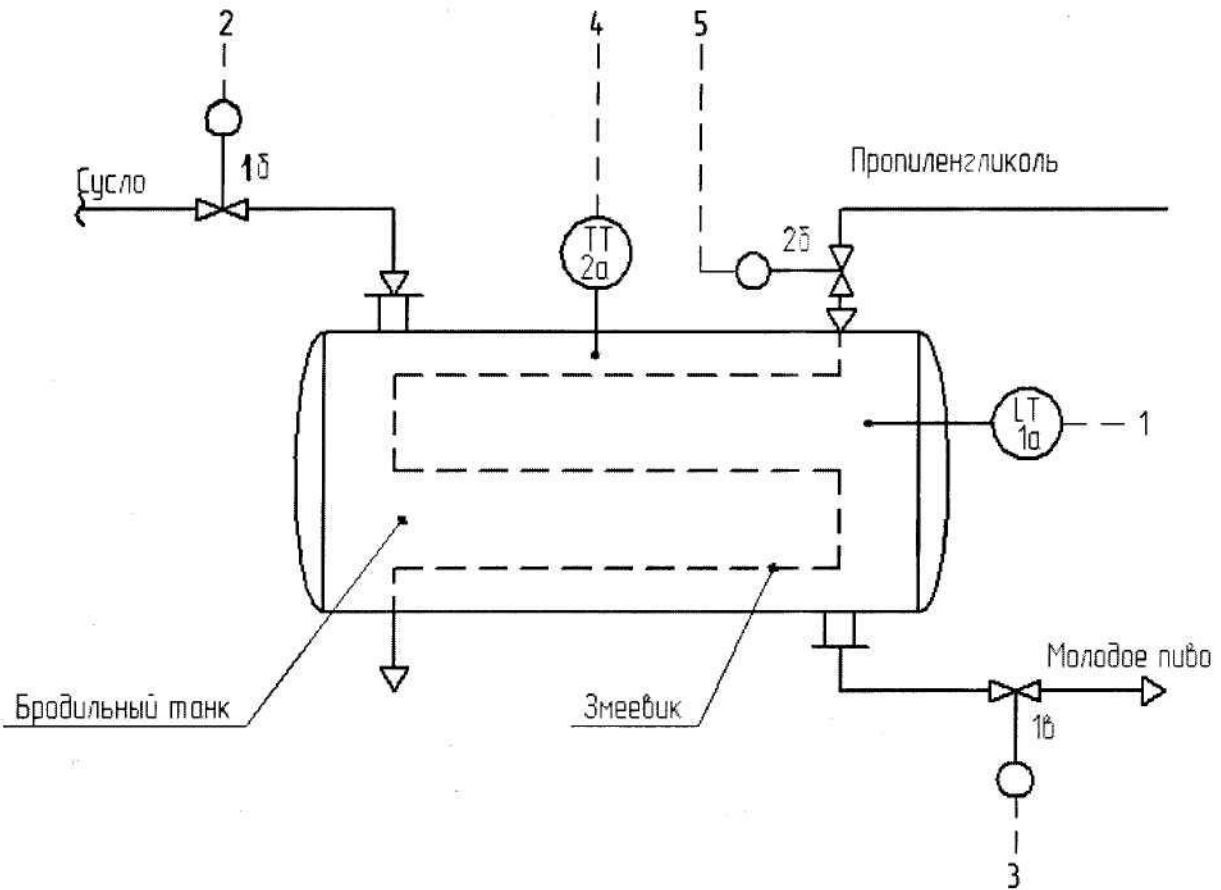
Разберем работу второго контура регулирования.

Температуру сусла в танке брожения измеряем термометром сопротивления платиновым ТСПУ Метран 276 (поз. 2а) на рис. 11. Унифицированный сигнал с датчика ($4 \div 20$ мА) поступает на аналоговый вход контроллера МФК, где вырабатывается управляющее воздействие согласно ПИ-закону регулирования. Управляющее воздействие снимается с аналогового выхода контроллера и поступает на электропневмопозиционер Sipart PS2, а затем на клапан

Таблица 9

Задание на проектирование системы автоматизации

№ п/ п	Наименование параметра, место отбора измерительного импульса	Заданное значение параметра, допустимые отклонения	Отображение информации				Регулирование	Наименование регулирующего воздействия, место установки регулирующего органа. Условный проход трубопровода	Характеристика среды в местах установки			
			показание	регистрация	суммирование	сигнализация			датчиков		регулирующих органов	
									агрессивная	пожаро- и взрывоопасная	агрессивная	пожаро- и взрывоопасная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Уровень сушла в танке	0÷90 %	+	-	-	+	+	Открытие, закрытие клапанов на загрузку и выгрузку сушла, $d_y=50$, $P_y=0,6$ МПа	Нет	Нет	Нет	Нет
2	Температура брожения	(6±1) °С	+	+	-	+	+	Изменение подачи пропиленгликоля в змеевик, $d_y=25$, $P_y=0,6$ МПа	Нет	Нет	Нет	Нет



		1	2	3	4	5
		90% от Н			6±1°C	
МФК	AI	○			○	
	AO					○
	DI					
	DO		○	○		
	Ethernet	○				
АРМ оператора		○				

Рис.11. Развернутая схема автоматизации танка брожения пива

малогабаритный регулирующие-отсечной КМРО с пневмоприводом (поз. 2б). Клапан КМРО установлен на линии подачи пропиленгликоля в змеевик танка. Изменяя подачу пропиленгликоля, стабилизируем температуру сусла в танке на уровне (6±1) °С.

После завершения процесса брожения и слива продукта клапан (поз. 2б) можно закрыть с автоматизированного рабочего места оператора-

технолога.

Типы выбранных приборов и средств автоматизации с указанием позиционного обозначения в соответствии со схемой автоматизации приведены в табл. 10.

Таблица 10

Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер позиции по схеме	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора	Количество	Примечание
Многофункциональный контроллер МФК, работающий совместно с ПЭВМ				
1а	Уровнемер радарный, диапазон измерения 0,6÷5 м, токовый сигнал на выходе 4÷20 мА	УЛМ-31	1	
2а	Термометр сопротивления платиновый, диапазон измерения 0÷50 °С токовый сигнал на выходе 4÷20 мА,	ТСПУ Метран 276	1	
1б,1в	Клапан малогабаритный отсечной с электропневмореле, $P_y = 1,6$ МПа; $d_y = 50$ мм, $t_{\text{среды}}$ до 225 °С	КМО 101 М 50 НЗ У	2	
2б	Клапан регулирующие-отсечной с электропнемопозиционером Sipart PS2, $P_y = 1,6$ МПа; $d_y = 25$ мм, $t_{\text{среды}}$ до 225 °С	КМРО 101 М 25 4,0 Р НЗ У	1	

4. Контрольные вопросы

1. В чем отличие развернутой схемы автоматизации от свернутой схемы автоматизации (упрощенной)?
2. Какие датчики и регулирующие органы характерны для систем автоматизации периодических процессов?
3. Какие контуры регулирования должны быть предусмотрены при автоматизации процессов горения?
4. Для автоматизации каких производств характерно применение датчиков метража и обрыва ткани?
5. Каковы особенности автоматизации пищевых производств?

5. Задания к самостоятельной работе

Задание № 1

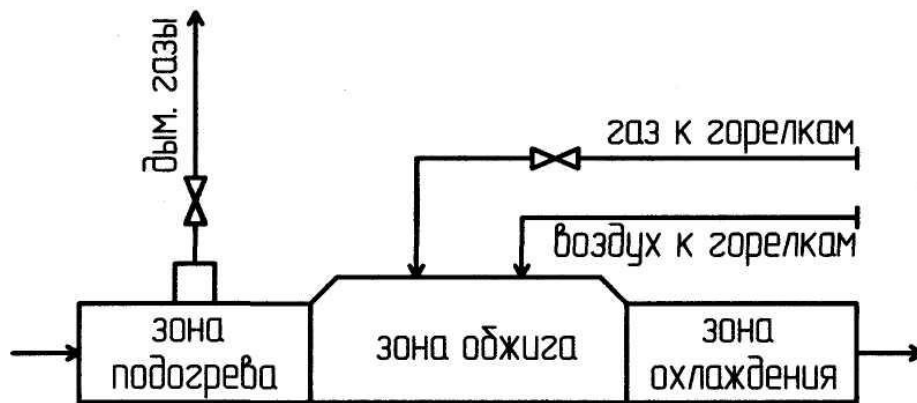


Рис. 12. Печь обжига

Туннельная печь (рис. 12) предназначена для обжига красного кирпича.

Кирпич последовательно проходит три зоны:

- подогрева,
- обжига,
- охлаждения.

В зоне обжига расположены горелочные устройства, к которым подводится природный газ и воздух, необходимый для горения. Дымовые (отработанные) газы, образующиеся при горении, проходят зону обжига и отводятся из зоны подогрева.

Предусмотреть: регулирование давления разрежения дымовых газов на выходе из зоны подогрева печи обжига $60 \div 100$ Па; контроль и сигнализацию содержания СО (меньше 0,1 об.%) в дымовых газах; контроль и сигнализацию содержания кислорода (меньше 4 об.%) в дымовых газах; отсекку подачи природного газа на печь при содержании кислорода в дымовых газах больше 4 об.%.

Задание № 2

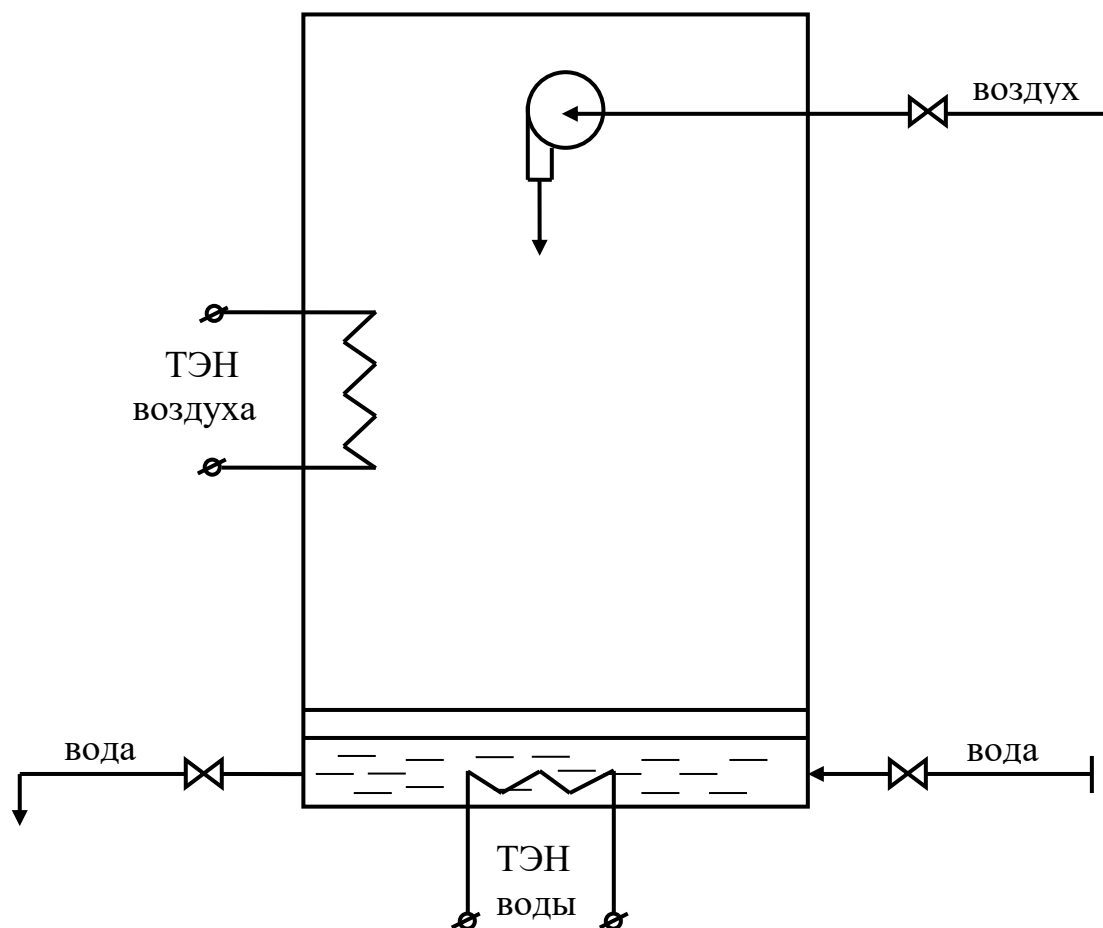


Рис. 13. Расстойный шкаф

Расстойка теста необходима для окончательной подготовки тестовых заготовок к выпечке. Расстойный шкаф – однокамерный металлический контейнер с теплоизолированными стенками (рис. 13). В расстойном шкафу имеется герметичная металлическая емкость, к которой подведена вода, также шкаф оборудован ТЭНами – теплоэлектронагревателями воды и воздуха. Для обдува воздухом тестовых заготовок предусмотрен циркуляционный вентилятор.

Система управления расстойным шкафом должна обеспечивать: заданную температуру парогазовой смеси, относительную влажность воздуха, изменение времени расстойки, возможность изменения скорости обдувания воздухом тестовых заготовок (регулирование скорости вращения циркуляционного вентилятора).

Предусмотреть: регулирование температуры $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ парогазовой смеси за счет управления ТЭНом воздуха (2000 Вт), регулирование относительной влажности воздуха $(75 \pm 3)\%$, регулирование уровня в емкости воды – не менее 120 мм, не более 220 мм.

Задание № 3

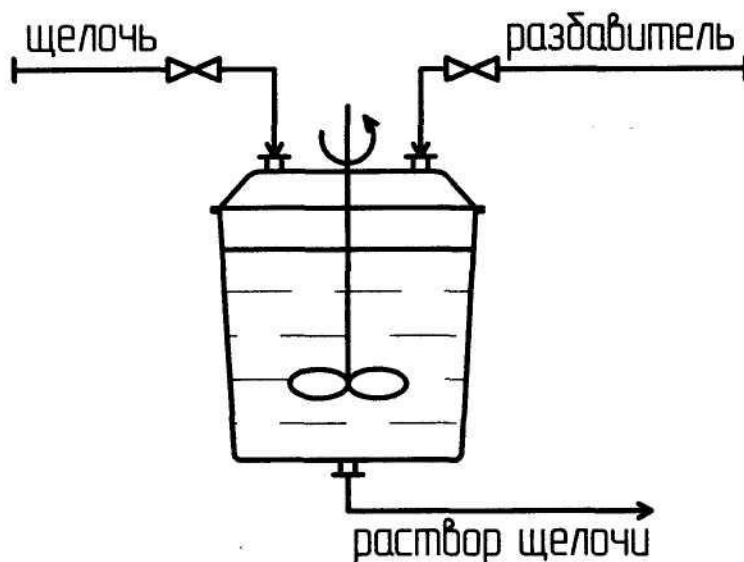


Рис. 14. Смеситель

Смеситель (рис. 14) представляет собой емкостной аппарат с мешалкой, работающий по непрерывной схеме. Цель работы смесителя – получение раствора щелочи (NaOH) заданной концентрации.

Предусмотреть: регулирование концентрации щелочи (NaOH) на выходе смесителя; стабилизацию расхода щелочи на смеситель ($0,5 \pm 0,02$) л/мин; регулирование уровня в смесителе ($1,2 \pm 0,06$) м, отсечку подачи щелочи при падении давления на линии подачи щелочи менее 0,15 МПа.

Задание № 4

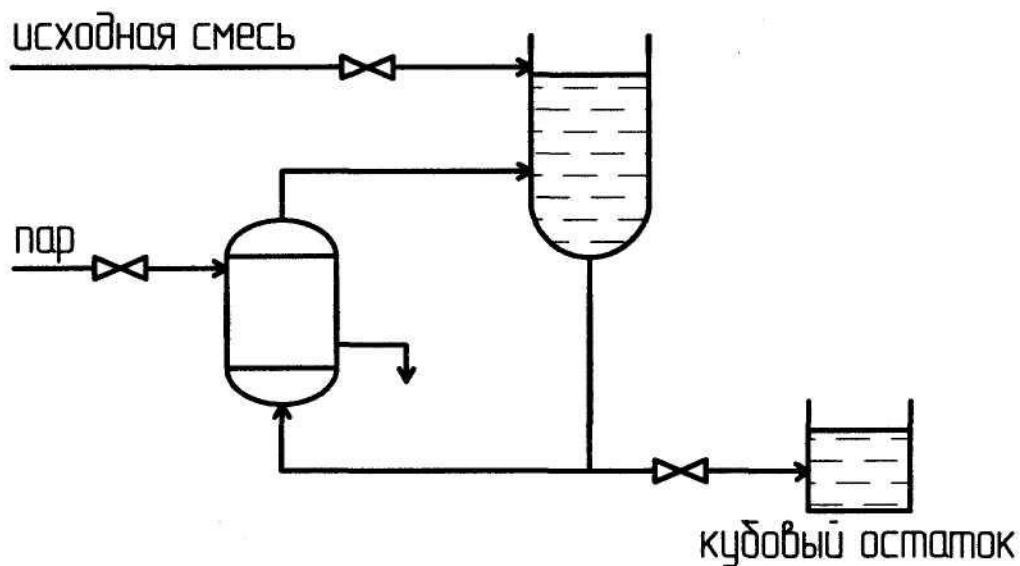


Рис. 15. Низ ректификационной колонны

Ректификационная колонна – аппарат (рис. 15) для разделения жидких смесей, составляющие которых имеют различную температуру кипения. Конечными продуктами ректификационной колонны является дистиллят, выходящий из верхней части колонны и кубовый остаток (менее летучий компонент), отбираемый из нижней части колонны.

Предусмотреть: регулирование температуры в кубе колонны (80 ± 4) °С; регулирование уровня в кубе колонны (400 ± 40) мм; регулирование расхода исходной смеси на аппарат (20 ± 1) л/мин; отсечку подачи исходной смеси на колонну при падении давления пара (менее 0,3 МПа). Условия считать пожаро-взрывоопасными.

Задание № 5

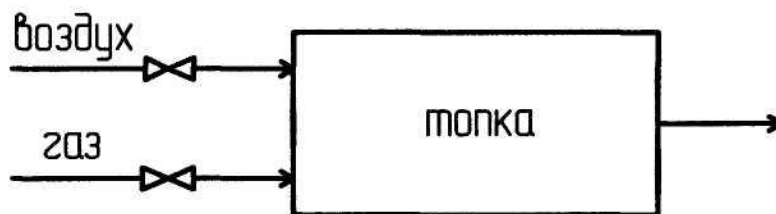


Рис. 16. Топка

В топку (рис. 16) на горение (одна горелка) подается природный газ. Для оптимального ведения процесса горения необходимо поддерживать нужное соотношение топливо: воздух.

Предусмотреть: регулирование температуры в топке (800 ± 10) °С; регулирование соотношения газ – воздух на горение 1:3; измерение текущего и суммарного расхода газа на горение; отсечку подачи газа на топку при погасании пламени горелки.

Условия считать пожаровзрывоопасными.

Задание № 6

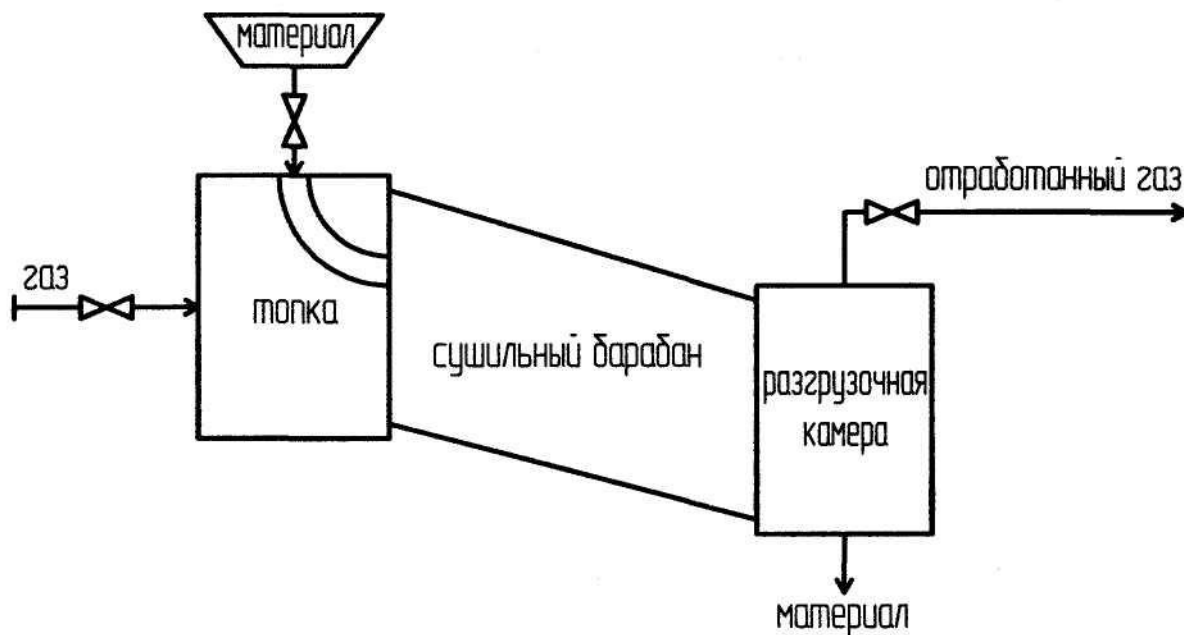


Рис. 17. Сушильный барабан

Сушильный барабан (рис. 17) предназначен для сушки материала (например, глины) до заданной влажности. Сушильный барабан имеет топку и разгрузочную камеру. Теплоносителем являются топочные газы, образующиеся при сжигании природного газа в топке. Топочные газы проходят сушильный барабан и отводятся через разгрузочную камеру.

Для установленного теплового режима и влажности материала загрузку поддерживают максимально возможной.

Предусмотреть: регулирование температуры в топке (1100 ± 40) °С; регулирование влажности высушенного материала (40 ± 2) % за счет управления шибером на линии подачи материала в сушильный барабан с коррекцией по температуре 120–130 °С в начале сушильного барабана; отсечку подачи газа к топке сушильного барабана при отсутствии разрежения в линии отвода отработанных газов (100 ± 20) Па.

Задание № 7

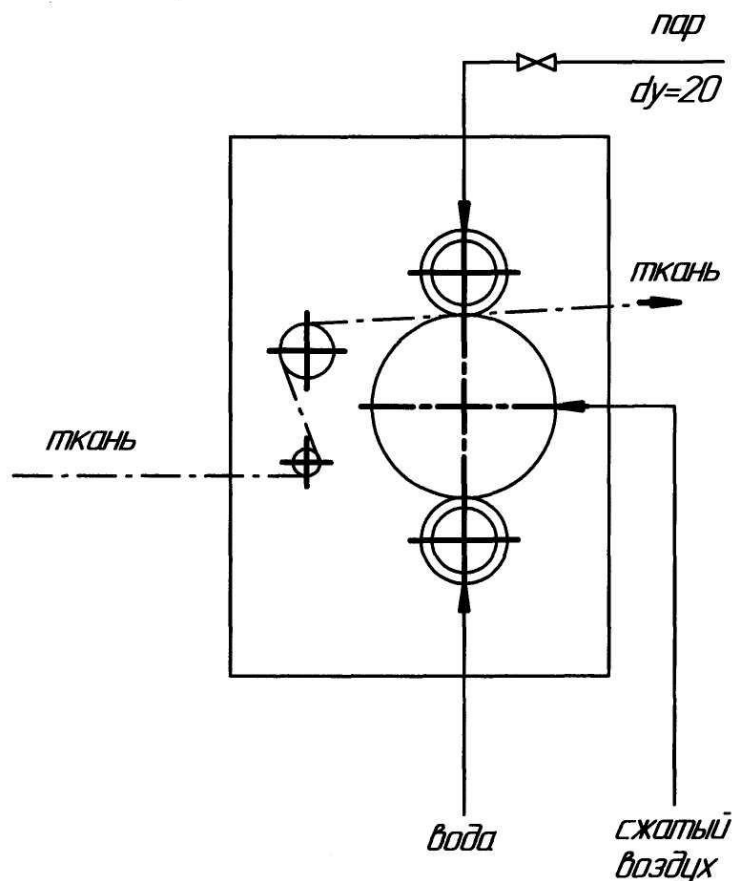


Рис. 18. Отделочный каландр

Каландр (рис. 18) предназначен для гладкой и серебристой отделок хлопчатобумажных, вискозных, штапельных и смесовых тканей. Ткань подается в жало валов каландра, образованное верхним обогреваемым металлическим и эластичным наборным валами. Эффект каландрирования достигается в жале валов воздействием на ткань давления, создаваемого системой прижима валов, и температуры обогреваемого металлического вала. Нижний охлаждаемый металлический вал обеспечивает равномерную нагрузку в жале валов, охлаждение и прикатку наборного вала во время работы. Оба металлических вала каландра (верхний и нижний) малопрогибные с двойной рубашкой, что позволяет вести обработку ткани при повышенных нагрузках. Верхний металлический вал обогревается паром высокого давления, что позволяет получить рабочую температуру до 210 °С с высокой равномерностью по длине вала. Источником тепловой энергии для обогрева металлического вала является электропарогенератор. Нижний металлический вал охлаждается водой, что позволяет предотвратить

перегрев эластичного вала. На каландре предусмотрен развод валов при прохождении швов и в момент останова. Это позволяет обезопасить наборный вал от повреждений и прижогов при останове.

Предусмотреть: регулирование температуры поверхности обогреваемого вала (200 ± 2) °С; контроль и сигнализацию давления сжатого воздуха, подводимого к каландру, не менее 0,5 МПа; контроль и сигнализацию давления охлаждающей воды не менее 1,2 МПа; останов линии при падении давления на паропроводе (менее 0,5 МПа).

Задание № 8

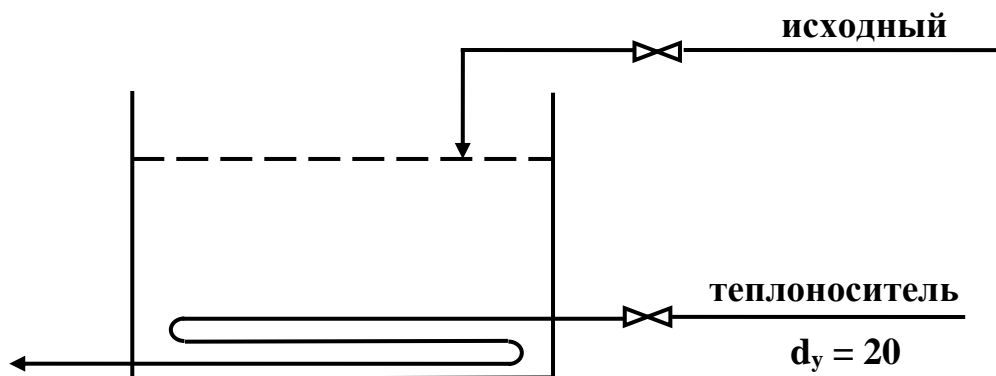


Рис. 19. Технологическая схема ванны никелирования

Никелирование – самый популярный гальванотехнический процесс (рис. 19), придающий изделию не только привлекательный вид, но и механическую и коррозионную стойкость.

Предусмотреть: регулирование уровня в ванне (1500 ± 20) мм; регулирование температуры в ванне (160 ± 5) °С; контролирование и суммирование расхода теплоносителя, подаваемого в змеевик ванны; блокировку подачи исходного раствора при падении давления на линии подачи теплоносителя (ниже 0,2 МПа).

Задание № 9

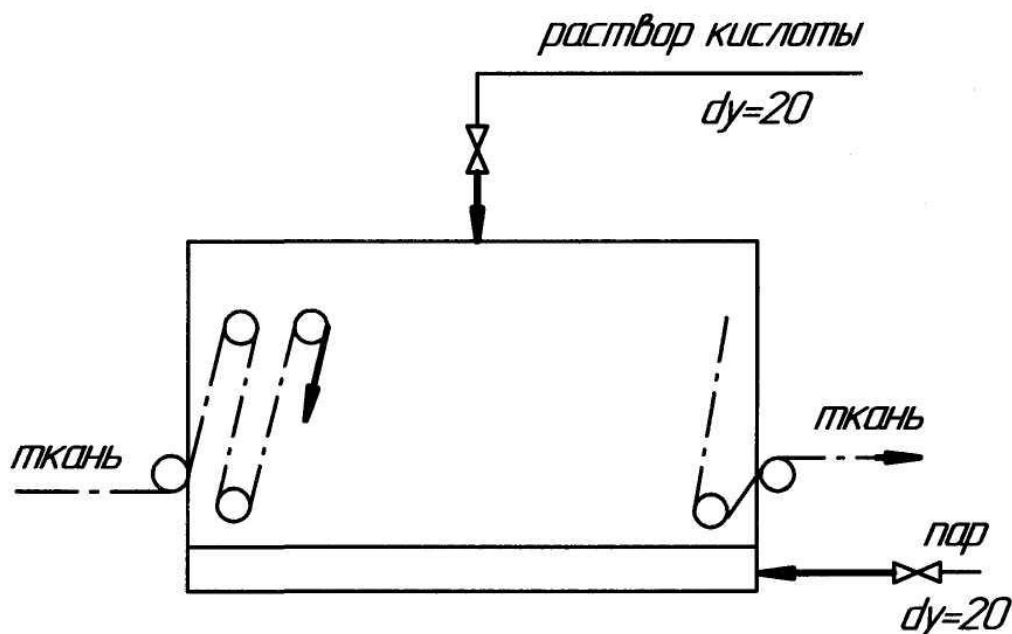


Рис. 20. Кисловочная ванна

Кисловочная ванна – одна из основных машин (рис. 20) линии отварки и беления ткани. Она предназначена для кислотки ткани, а именно для удаления с ткани пятен после отварки и нейтрализации остатков щелочи.

Ткань с заданной скоростью по направляющим роликам проходит ванну. Кисловка проводится раствором технической серной кислоты, подаваемой с химической станции с заданной концентрацией. Ванна оборудована двойным дном для подогрева кисловочного раствора глухим паром.

Предусмотреть: регулирование температуры раствора (45 ± 3) °С; регулирование уровня кисловочного раствора ($1 \pm 0,1$) м; контроль концентрации H_2SO_4 в ванне ($2,7 \pm 0,15$) г/л; отсечку подачи кисловочного раствора при обрыве ткани.

Задание № 10

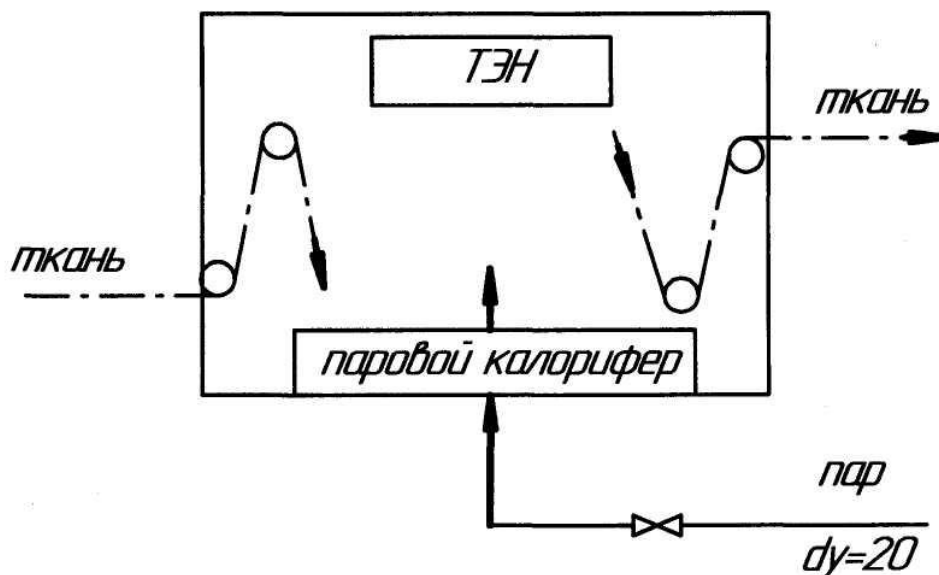


Рис. 21. Термофиксационная камера

Термофиксационная камера (рис. 21) предназначена для фиксации красителя на волокне с помощью горячего воздуха температурой $160 \div 180$ °С. Нагрев воздуха осуществляется паровым калорифером и ТЭНом (теплоэлектронагреватель). Для управления ТЭНом можно использовать регулятор напряжения.

Предусмотреть: регулирование температуры в камере (170 ± 5) °С за счет управления ТЭНом; регулирование давления пара перед калорифером $(0,5 \pm 0,05)$ МПа, контроль метража ткани на выходе; контроль давления на паропроводе – не менее 0,5 МПа.

Задание № 11

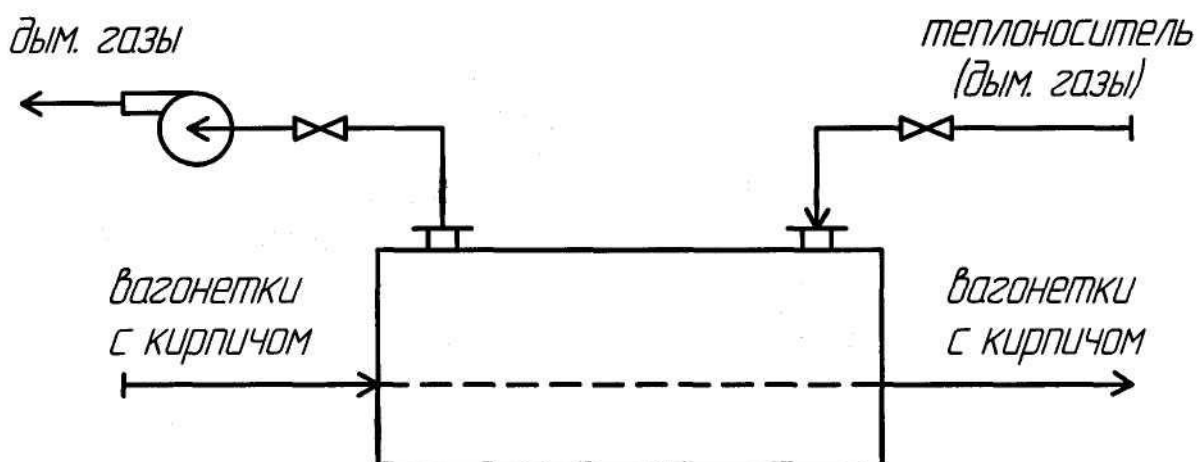


Рис. 22. Туннельная сушилка

Туннельная сушилка (рис. 22) предназначена для сушки кирпича. В сушилке расположен рельсовый путь для передвижения вагонеток с кирпичом. Вагонетки перемещаются в туннеле в направлении, противоположном направлению движения теплоносителя.

Теплоносителем является нагретый сухой воздух (например, дымовые газы). По мере продвижения вагонеток влажный кирпич встречает теплоноситель с более высокой температурой и меньшей влажностью.

Предусмотреть: контроль и сигнализацию температуры теплоносителя к сушилке $110 \div 120$ °С; контроль температуры отработанного теплоносителя $20 \div 35$ °С; регулирование расхода теплоносителя на сушилку (6500 ± 200) м³/ч.

Задание № 12

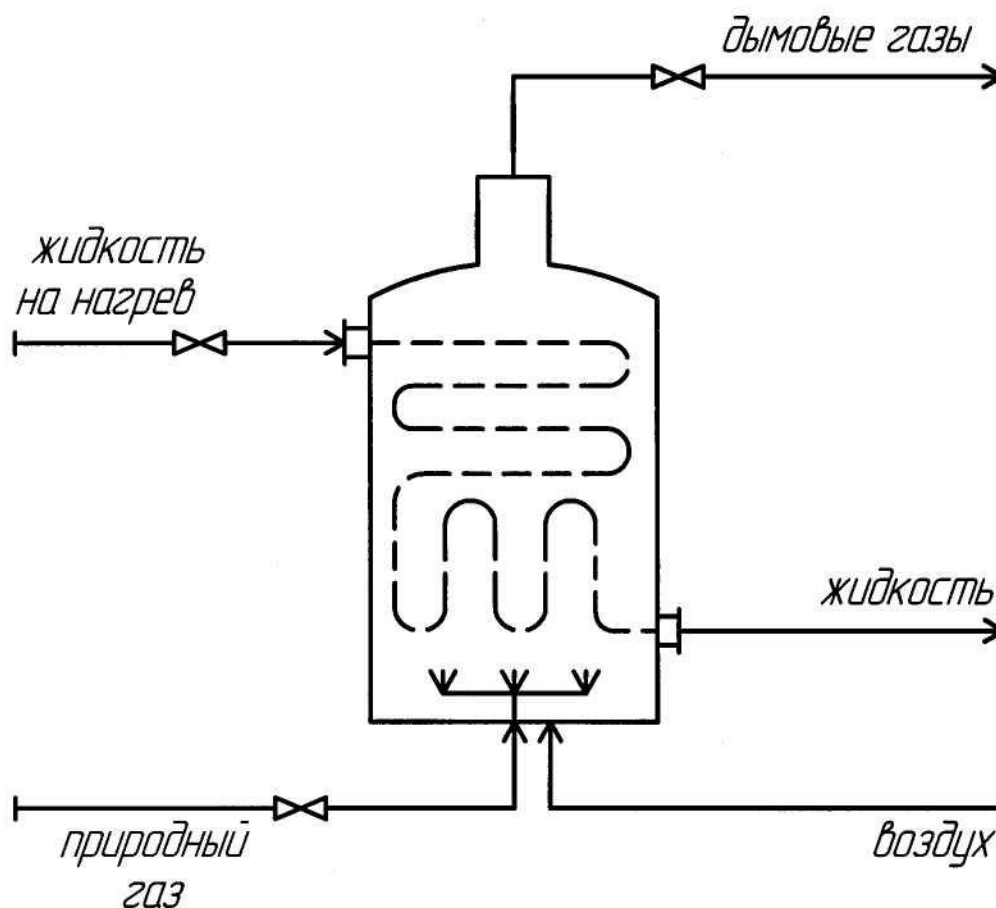


Рис. 23. Печь

Данная печь (рис. 23) предназначена для подогрева жидкости, представляет собой цилиндрический аппарат, внутри которого смонтирован змеевик. Печь оснащена 3 газовыми горелками и разделена на две зоны: радиантную (нагрев жидкости осуществляется за счет лучистой энергии сжигаемого топлива и радиации разогретых стен печи) и конвективную (нагрев осуществляется за счет отходящих дымовых газов).

Предусмотреть: регулирование температуры жидкости на выходе печи $(140 \pm 7)^\circ\text{C}$; при погасании пламени хотя бы одной горелки предусмотреть отсечку подачи природного газа на печь; контроль и сигнализацию давления в верхней части печи (на выходе дымовых газов) $0,6 - 3,0$ мм вод. ст. При выборе средств автоматизации учесть, что производство пожаровзрывоопасное.

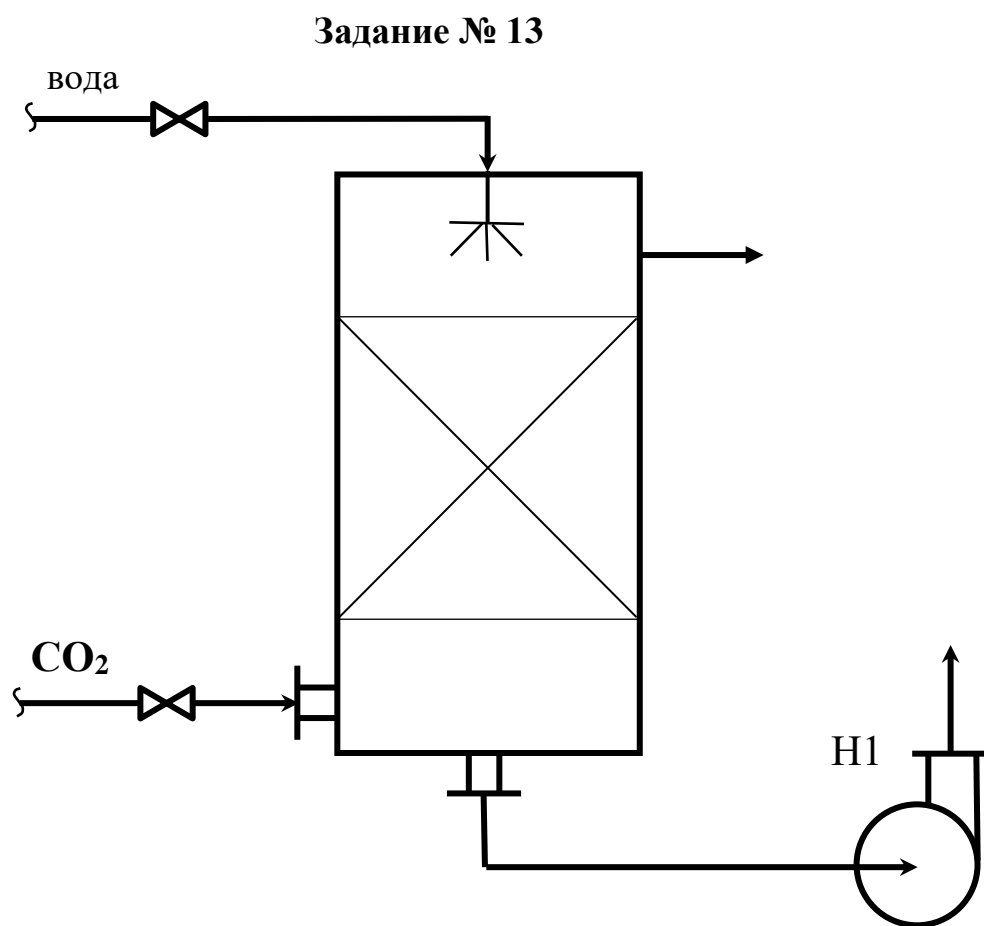


Рис. 24. Установка деаэрации воды

В производстве часто необходимо использовать подготовленную воду. Деаэрация воды это удаление из воды растворенных в ней газов, например кислорода. Для деаэрации воды используют колонну с насадкой (рис. 24) из нержавеющей стали. Вода подается в колонну сверху. Воду предварительно нагревают до 72 °С, т.к. повышение температуры резко снижает растворимость кислорода в воде. Снизу через насадку, которая создает достаточную поверхность для эффективного удаления кислорода из воды, подается CO₂. Вода собирается на дне колонны при превышении заданного уровня откачивается насосом Н1.

Предусмотреть: контроль температуры 70÷74 °С и давления воды (не менее 3 бар) на входе в колонну; регулирование подачи воды на колонну (40±2) м³/ч; регулирование подачи CO₂ на колонну (4±0,2) м³/ч.

Задание № 14

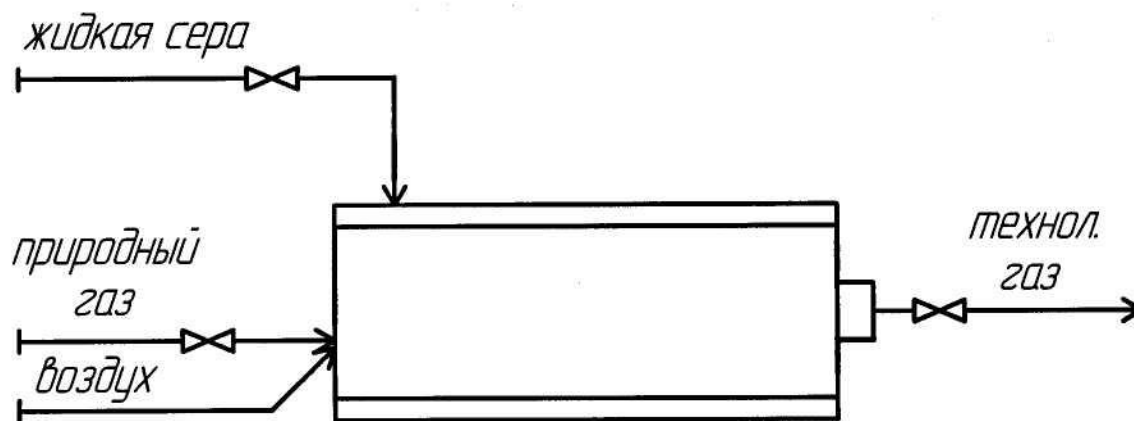


Рис. 25. Печь для сжигания жидкой серы

На сжигание в печь (рис. 25) циклонного типа поступает жидкая фильтрованная сера с температурой от 135 °С до 145 °С, а также природный газ и воздух в расчетном соотношении. При сгорании серы образуется диоксид серы по реакции: $S + O_2 = SO_2 + 362,4 \text{ кДж}$. Небольшое количество диоксида серы окисляется до триоксида. Процесс горения жидкой серы зависит от условий обжига (температуры, скорости газового потока), от физико-химических свойств серы (наличия в ней зольных и битумных примесей и др.)

Процесс горения состоит из отдельных стадий: смешение капель жидкой

серы с воздухом; прогрев и испарение капель; образование газовой фазы; горение паров в газовой фазе. Перечисленные стадии неотделимы друг от друга, протекают одновременно и параллельно.

Предусмотреть: регулирование расхода жидкой серы на печь ($10 \pm 0,5$) м³/ч; контроль и сигнализацию температуры серы на входе в печь $135 \div 145$ °С; контроль температуры среды в топке $900 \div 1200$ °С; контроль давления в топке $35 \div 42$ кПа. Условия считать пожаровзрывоопасными.

Задание № 15

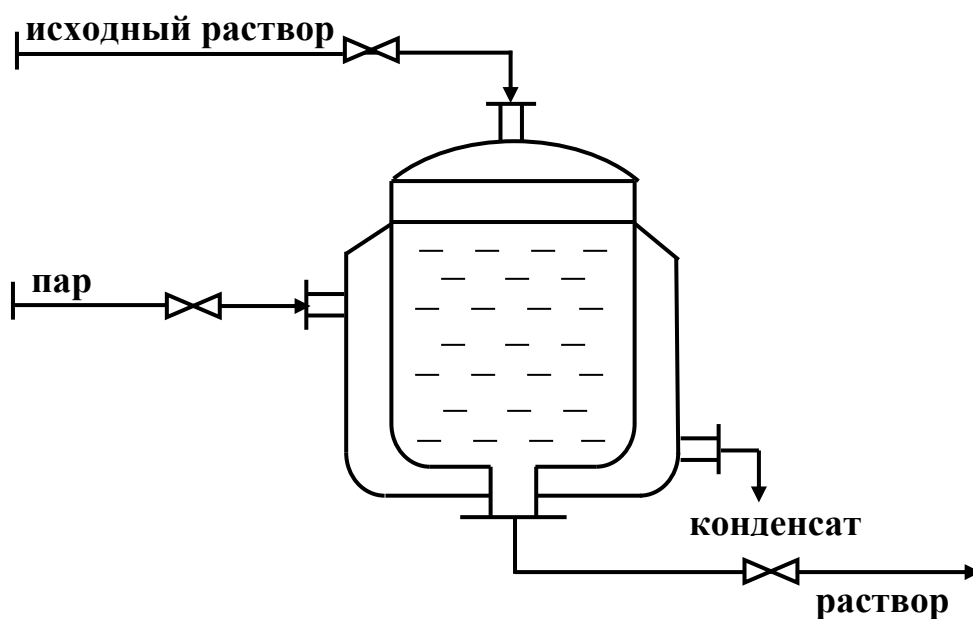


Рис. 26. Автоклав

Автоклав – емкость, предназначенная для работы под давлением до 140 МПа и температуре до 500 °С. Автоклавы (рис. 26) широко применяются в пищевой промышленности для стерилизации, пастеризации и приготовления пищи. Приготовление пищи автоклавным методом позволяет готовить быстрее, с сохранением всех питательных свойств продуктов. Данный автоклав имеет паровую рубашку и предназначен для загрузки исходного раствора, нагрева его до 120 °С при давлении не более 2,2 МПа и выгрузки полученного раствора.

Предусмотреть: измерение давления в автоклаве – не более 2,2 МПа; регулирование температуры в автоклаве (120 ± 2) °С; управление загрузкой и выгрузкой автоклава с контролем уровня ($2 \pm 0,1$) м.

Задание № 16

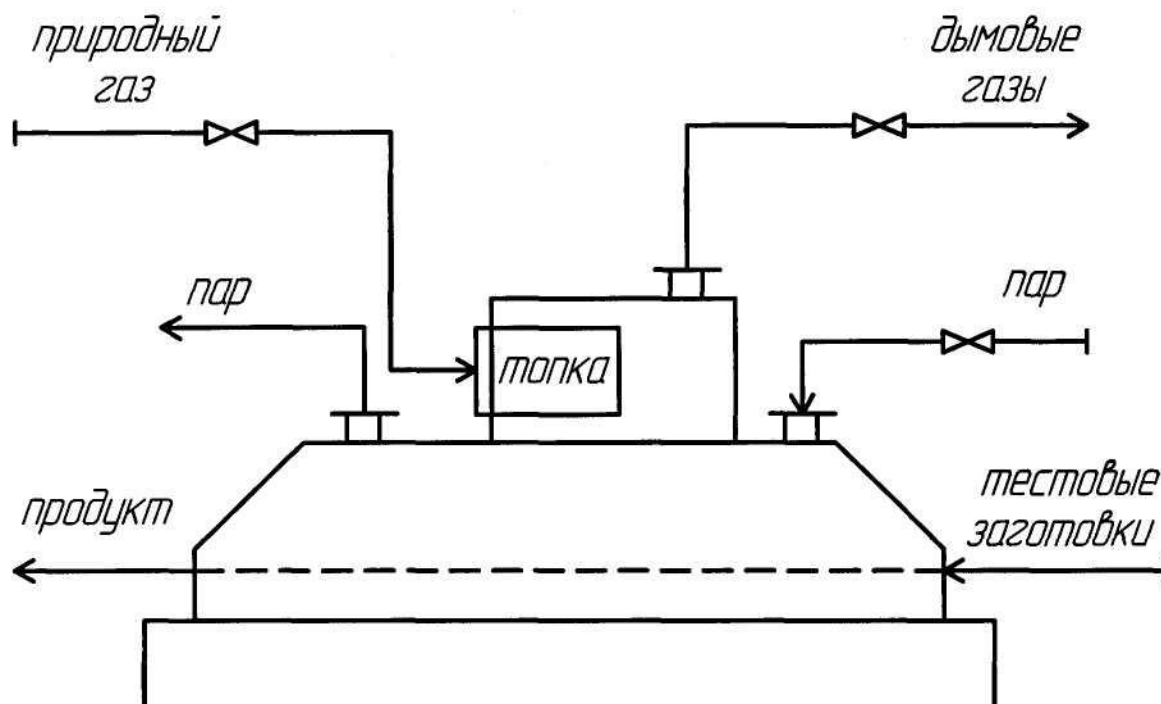


Рис. 27. Тоннельная печь

Тоннельная хлебопекарная печь (рис. 27) предназначена для выпечки хлебобулочных изделий. Печь состоит из топочного пространства (топка) и пекарной камеры, куда поступают тестовые заготовки. В топочное пространство подается природный газ на горелку. Также в печь поступает пар для создания определенной влажности в пекарной камере. Тестовые заготовки проходят последовательно все зоны пекарной камеры.

Предусмотреть: регулирование расхода природного газа на топочное пространство печи (168 ± 3) м³/ч; регулирование расхода пара на печь (126 ± 3) кг/ч; контроль и сигнализацию температуры в пекарной камере $185 \div 195$ °С; отсечку подачи природного газа на печь при погасании пламени горелки.

Задание № 17

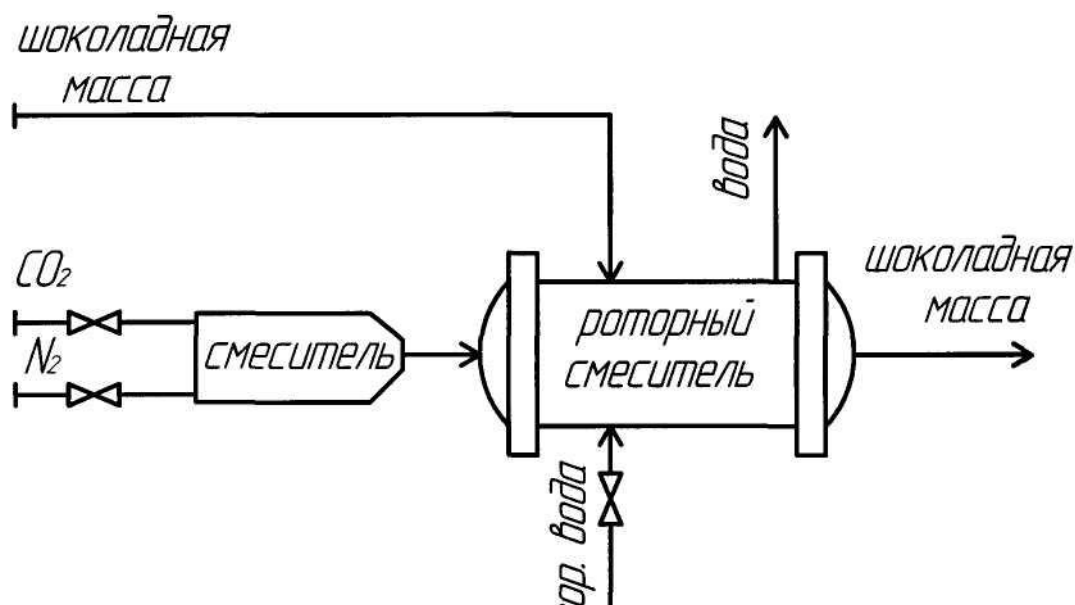


Рис. 28. Установка для получения пористого шоколада

Получение пористого шоколада заключается в интенсивном насыщении шоколадной массы газовой смесью (азот и углекислота). Насыщение происходит при избыточном давлении: при формировании пузырьки воздуха расширяются, и твердеющий шоколад приобретает пористую структуру. Установка (рис. 28) для насыщения шоколадной массы газовой смесью представляет собой роторный смеситель с водяной рубашкой, предназначенной для поддержания заданной температуры массы. Ротор снабжен большим количеством пальцев для наилучшего перемешивания и насыщения шоколадной массы и газовой смеси.

Предусмотреть: регулирование расхода углекислоты на смеситель (20 ± 10) л/мин; регулирование расхода азота на смеситель (5 ± 1) л/мин; регулирование температуры шоколадной массы на выходе роторного смесителя (30 ± 1) °С; контроль давления на линии подачи горячей воды $0,15 \div 0,2$ МПа.

Задание № 18

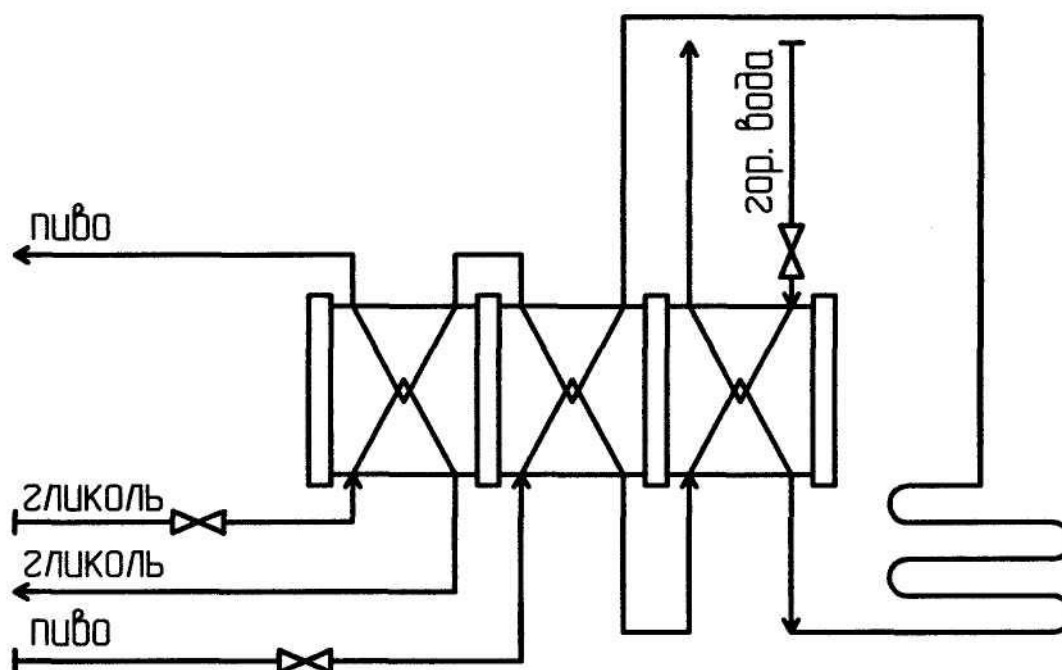


Рис. 29. Пастеризатор пива

Пастеризатор (рис. 29) состоит из трех секций теплообмена и лежака. В начале пиво нагревается потоком горячего пива во второй секции, затем пастеризуется при температуре 71°C за счет подачи горячей воды в третью секцию. Далее пиво поступает на лежак, проходя по которому охлаждается до температуры 50°C . Далее пиво поступает в секцию охлаждения – это первая секция пастеризатора. В этой секции пиво охлаждается до температуры 5°C за счет подачи гликоля.

Предусмотреть: регулирование расхода пива на пастеризатор (1000 ± 10) л/ч; регулирование температуры пастеризации (71 ± 1) $^{\circ}\text{C}$; регулирование температуры готового пива (5 ± 1) $^{\circ}\text{C}$; контроль давления на линии подачи гликоля $0,17 \div 0,2$ МПа; контроль давления на линии подачи горячей воды $0,15 \div 0,2$ МПа,

Задание № 19

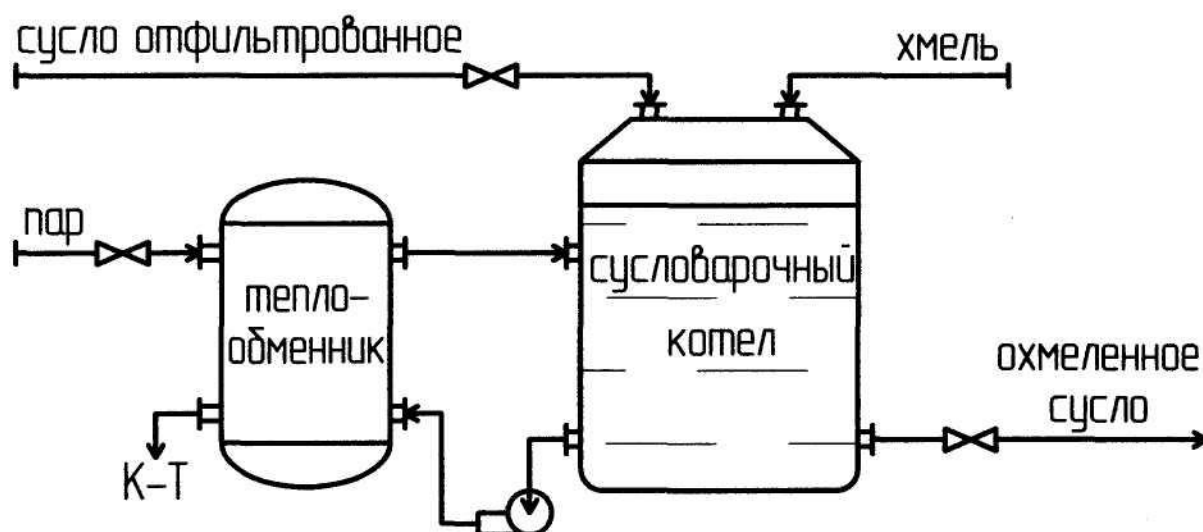


Рис. 30. Сусловарочный котел

Сусловарочный котел (рис. 30) один из важнейших аппаратов при производстве пива. Цель кипячения сусла – стерилизация сусла, стабилизация и ароматизация его состава горькими веществами хмеля. Стерилизация сусла достигается уже через 15 минут кипячения. При кипячении хмеля в сусло переходит значительная часть его углеводов, а также белковых, горьких, дубильных, ароматических и минеральных веществ.

Сусловарочный котел работает по периодической схеме:

- заполнение котла суслом,
- добавление хмеля,
- кипячение,
- слив охмеленного сусла.

Предусмотреть: заполнение котла суслом до уровня 1,6 м; регулирование температуры кипячения сусла (103 ± 5) °С; контроль и сигнализацию рН сусла в котле $5 \div 5,3$ ед. рН; контроль давления на паропроводе $3 \div 4$ бар.

Задание № 20

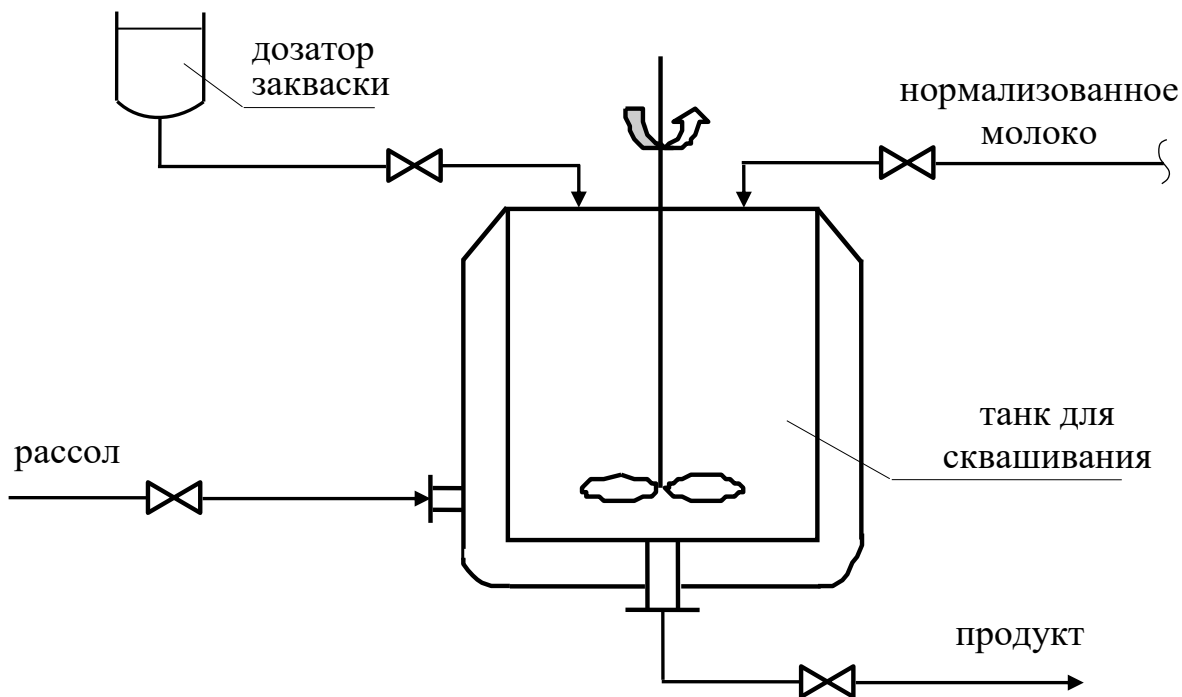


Рис. 31. Танк для сквашивания

Танк (рис. 31) для сквашивания – емкостной аппарат с мешалкой и рубашкой, работающий по периодической схеме. В рубашку подается холодная вода либо рассол. Нормализованное молоко с температурой $22\div 23$ °С подается в танк, и добавляется закваска из весового дозатора. Затем проводится сквашивание, которое делится на два этапа: наращивание кислотности и созревание. Этап нарастания кислотности длится приблизительно 12 часов, пока не будет достигнуто значение кислотности $pH = 4,5$. Далее охлаждение и перемешивание. Этап созревания длится $12\div 14$ часов, пока не будет достигнуто значение кислотности $pH = 4,4$.

Предусмотреть: подачу в танк нормализованного молока в количестве 2 000 литров; внесение закваски 30 кг из весового дозатора; регулирование температуры в танке (15 ± 1) °С; контроль величины pH.

Задание № 21

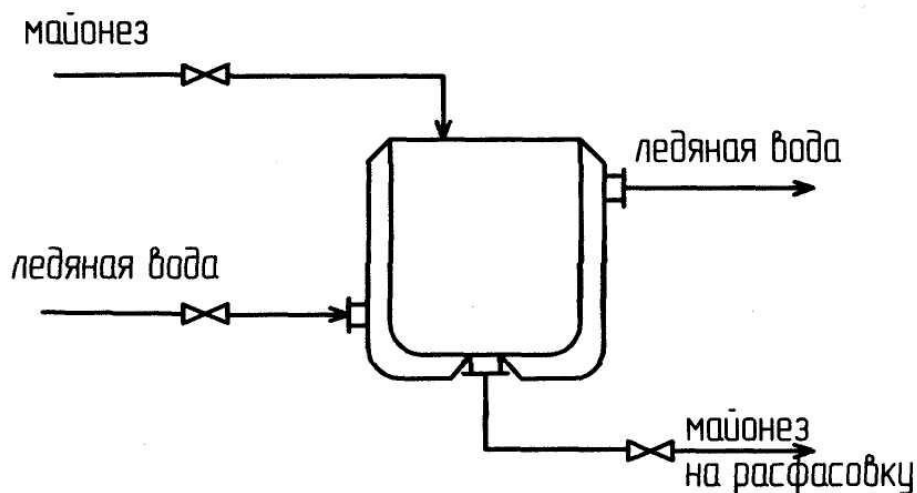


Рис. 32. Буферная емкость для хранения майонеза

Буферная емкость (рис. 32) предназначена для хранения майонеза перед расфасовкой и представляет собой емкостной аппарат с рубашкой.

Майонез должен храниться охлажденным до температуры 8 ± 1 °С, для этого в рубашку буферной емкости подается хладагент, а именно ледяная вода. Уровень майонеза в емкости не может превышать 80 % от Н – высоты буферной емкости.

Предусмотреть: регулирование температуры майонеза в буферной емкости (9 ± 1) °С; контроль давления на линии подачи ледяной воды в рубашку $0,15\div 0,2$ МПа; контроль уровня майонеза в емкости $0\div 80$ % от Н; при уровне выше 80 % от Н необходимо прекратить подачу майонеза в емкость.

Рекомендуется применять приборы и средства автоматизации, специально разработанные для пищевой промышленности.

Задание № 22

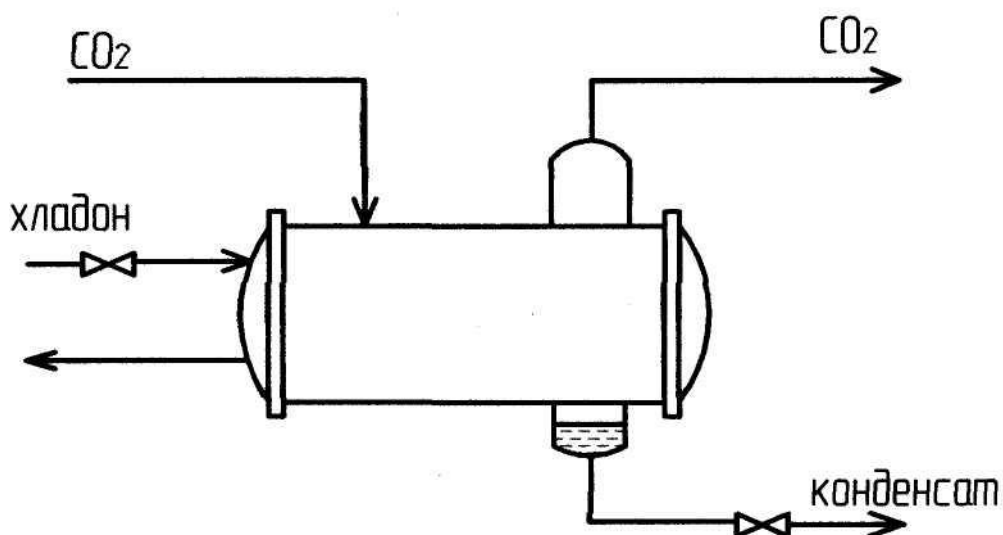


Рис. 33. Охладитель углекислого газа

Охладитель (рис. 33) углекислого газа это кожухотрубный горизонтальный теплообменник, совмещенный с сепаратором. Кожух и трубный пучок теплообменника изготовлены из низколегированной нержавеющей стали. В межтрубное пространство подается газообразный CO_2 , в трубное пространство – хладон. В теплообменнике углекислый газ охлаждается с температуры $35\text{ }^\circ\text{C}$ до температуры $14\text{ }^\circ\text{C}$. За счет охлаждения углекислого газа происходит конденсация жидкости и отделение конденсата в сепарационной части теплообменника.

Предусмотреть: регулирование температуры углекислого газа на выходе теплообменника $(14\pm 2)\text{ }^\circ\text{C}$; контроль давления на линии подачи хладона $1,55\div 1,7\text{ МПа}$; контроль температуры хладона на входе в теплообменник $-35\text{ }^\circ\text{C}$; регулирование уровня конденсата в сепараторе $(25\pm 5)\text{ мм}$.

Задание № 23

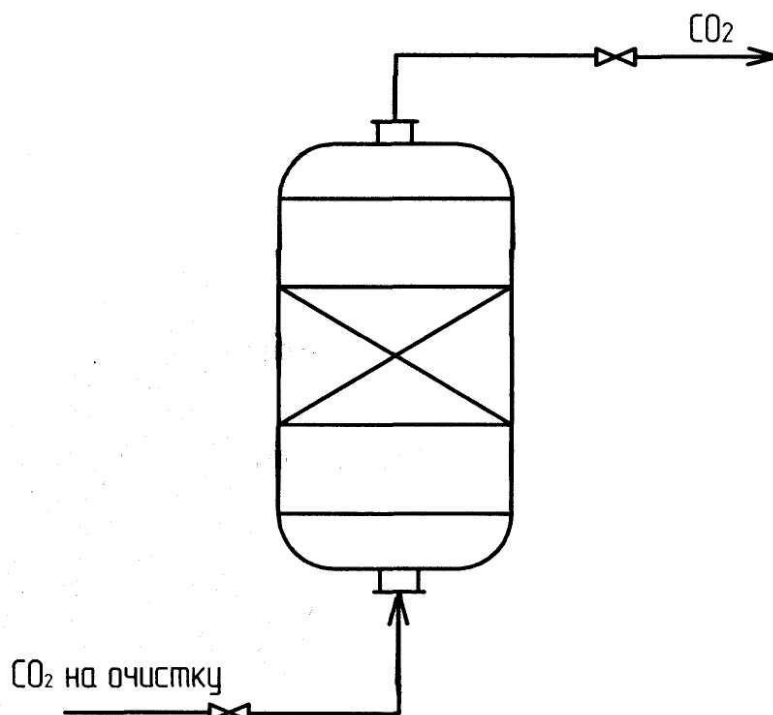


Рис. 34. Адсорбер

Адсорбер (рис. 34) предназначен для осушки углекислого газа, то есть для удаления остаточной влаги, содержащейся в CO_2 до точки росы не более $-50\text{ }^\circ\text{C}$. Адсорбер заполнен алюмогелем (600 кг). Алюмогель получают высушиванием геля гидроксида алюминия и используют как адсорбент. Продолжительность цикла адсорбции 8 часов, после чего 8 часов длится цикл регенерации алюмогеля. Как правило, на производстве используют два адсорбера, один из которых находится в работе, другой на регенерации.

Предусмотреть: регулирование давления подачи CO_2 на адсорбер ($1,94\pm 0,8$) МПа; контроль и сигнализацию температуры CO_2 на входе в адсорбер $14\div 16\text{ }^\circ\text{C}$; контроль и сигнализацию влаги в CO_2 после осушки по точке росы $-50\text{ }^\circ\text{C}$; так как адсорбер работает циклически, рекомендуется применение отсечных клапанов на входе и выходе CO_2 .

Задание № 24

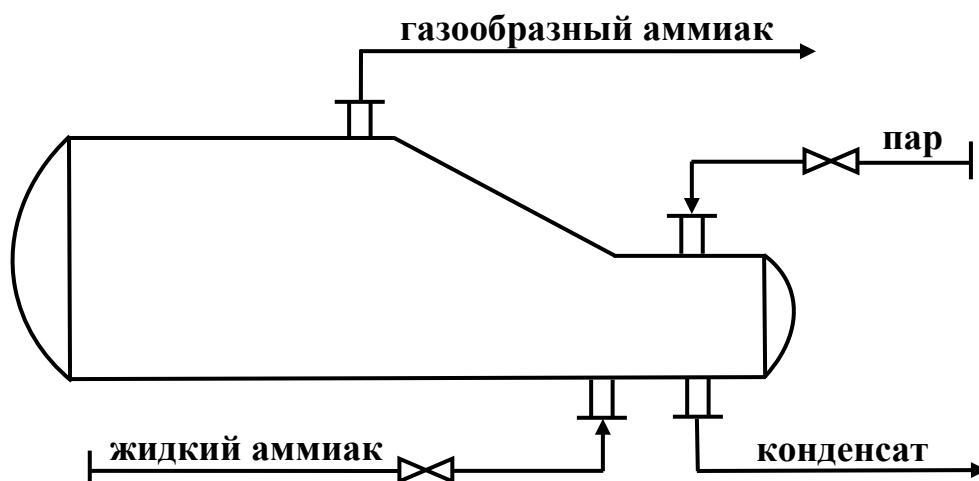


Рис. 35. Испаритель жидкого аммиака

Испаритель (рис. 35) жидкого аммиака представляет собой теплообменник, оснащенный 2-ходовыми теплообменными трубами (диаметр 20 мм, длина 6 м), в которые подается водяной пар.

Испаритель предназначен для изменения агрегатного состояния поступающего жидкого аммиака, путем его испарения в межтрубном пространстве испарителя. Полученный газообразный аммиак отводится через верхний штуцер испарителя.

Предусмотреть: регулирование уровня кипящего жидкого аммиака в межтрубном пространстве испарителя ($0,7 \pm 0,05$) м; регулирование давления газообразного аммиака ($0,4 \pm 0,05$) МПа на выходе установки путем изменения объемного расхода пара в испаритель; контроль давления пара к испарителю $0,5 \div 0,6$ МПа; контроль давления жидкого аммиака к испарителю $0,8 \div 0,9$ МПа.

Задание № 25

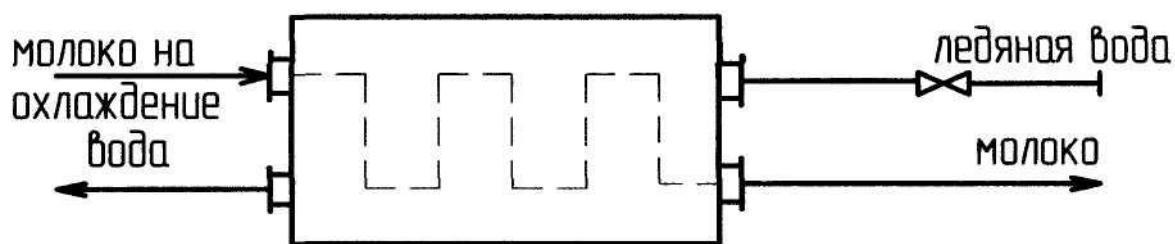


Рис. 36. Охладитель молока

Молоко является скоропортящимся продуктом, поэтому охлаждение его – обязательная операция при первичной обработке. Как правило, используются односекционные пластинчатые охладители молока (рис. 36). В качестве хладагента используется ледяная вода.

Предусмотреть: регулирование температуры молока на выходе из охладителя $(4\pm 1)^\circ\text{C}$; контроль текущего расхода молока $0\div 2\text{ м}^3/\text{ч}$; отсечку подачи молока на охладитель при падении давления ледяной воды на охладитель ниже 2 бар.

6. Каталог средств автоматизации

6.1. Выбор программируемых логических контроллеров

Отечественной и зарубежной промышленностью выпускается большой ассортимент программируемых логических контроллеров (ПЛК) различной информационной мощности.

1. МФК1500 – промышленный контроллер средней информационной мощности.

Контроллер предназначен для построения управляющих и информационных систем автоматизации технологических процессов среднего и высокого уровня сложности и может применяться как в составе централизованных, так и распределенных систем управления.

Конструкция контроллера позволяет гибко выбирать количество и различные сочетания модулей ввода/вывода для каждого объекта автоматизации

(от 4 до 64 модулей, в том числе модуль центрального процессора).

В составе контроллера предусмотрено применение шасси на 4, 8, 16 в любых комбинациях, что позволяет проектировать контроллеры от 4 до 64 модулей с избыточностью не более 3 свободных мест. Аналоговые модули имеют исполнения на 2, 4, 8 и 16 каналов, а дискретные – на 16 или 32 канала, что также позволяет выбирать оптимальную конфигурацию системы. Кроме того, в номенклатуре имеются модули с комбинацией каналов ввода и вывода, а клеммно-модульные соединители позволяют подключать к одному модулю УСО дискретные сигналы различных уровней.

Модуль центрального процессора CPU715 выпускается в трех исполнениях, отличающихся тактовой частотой процессора (INTEL XScale® 266 или 533 МГц), объемом памяти (32 Mb SDRAM, 16 Mb Flash или 64 Mb SDRAM, 32 Mb Flash) и аппаратной поддержкой резервирования контроллеров. На модуле ЦП расположены 2 порта Ethernet 100 Mb, 2 порта RS-485 с индивидуальной гальванической развязкой, порт RS-232 и ключ переключения режимов работы ЦП.

Контроллер МФК1500 предоставляет разработчику АСУ ТП возможность создания, загрузки и отладки прикладных проектов, используя языки технологического программирования в соответствии с международным стандартом IEC 61131-3. В зависимости от требований, предъявляемых к АСУ ТП, разработчик системы может использовать для программирования контроллеров среду ISaGRAF v.5, а также инструментальные средства, входящие в состав SCADA ТЕКОН.

Базовым СПО контроллеров ТЕКОН является СПО TeNIX®, включающее ядро многозадачной ОС Linux с драйверами и файловой системой, а также подсистему ввода/вывода, взаимодействующую со встроенным программным обеспечением модулей УСО.

Разработчику АСУ ТП также доступны алгоритмы из библиотеки TIL Std, реализующей функции регулирования, статических и динамических преобразований, индивидуального и группового управления исполнительными механиз-

мами, контроля выборки сигналов. Универсальным средством доступа со стороны SCADA-систем к переменным прикладного проекта ISaGRAF, исполняемого в контроллере, является программа TeconOPC Server. TeconOPC Server позволяет связать систему верхнего уровня с МФК1500, работающего в сети Ethernet по протоколу TCP/IP.

2. Программируемые контроллеры Siemens SIMATIC S7

Программируемые контроллеры Siemens SIMATIC S7 широко используются в системах автоматизации различных производств, в том числе и в Ивановской области. Удобство и надежность конструкции, простота монтажа и эксплуатации, высокая производительность, мощные коммуникационные возможности, способность поддерживать обмен данными через Интернет, PROFIBUS, Industrial Ethernet и MPI делают технические устройства данной серии незаменимыми при решении задач автоматизации разных уровней сложности. Большой выбор модулей контроллеров Siemens SIMATIC S7 позволяет максимально адаптировать любую аппаратуру для решения любой производственной задачи.

SIMATIC S7-200

Данный микроконтроллер применяется для управления и регулирования приборов в небольших системах автоматизации. Область использования контроллеров Siemens SIMATIC S7-200 весьма велика: они могут решать как простейшие задачи автоматизации (заменяя устаревшие контакторы или реле), так и задачи комплексной автоматизации.

SIMATIC S7-300

Модульный контроллер стандартного исполнения для работы в нормальных промышленных условиях. Используется для создания систем автоматизации средней степени сложности. Системы на основе этого типа контроллера могут обслуживать от 16 до 65536 дискретных входов/выходов.

SIMATIC S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности.

Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства.

Эффективному применению контроллеров способствует возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров.

Состав

Контроллеры SIMATIC S7-300 имеют модульную конструкцию и могут включать в свой состав:

– Модуль центрального процессора (CPU). В зависимости от степени сложности решаемой задачи в контроллерах могут быть использованы различные типы центральных процессоров, отличающихся производительностью, объемом памяти, наличием или отсутствием встроенных входов-выходов и специальных функций, количеством и видом встроенных коммуникационных интерфейсов и т.д.

– Модули блоков питания (PS), обеспечивающие возможность питания контроллера от сети переменного тока напряжением 120/230В или от источника постоянного тока напряжением 24/48/60/110В.

– Сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов с различными электрическими и временными параметрами.

– Коммуникационные процессоры (CP) для подключения к сетям PROFIBUS, Industrial Ethernet, AS-Interface или организации связи по PtP (point to point) интерфейсу.

– Функциональные модули (FM), способные самостоятельно решать задачи автоматического регулирования, позиционирования, обработки сигналов. Функциональные модули снабжены встроенным микропроцессором и способны выполнять возложенные на них функции даже в случае отказа центрального процессора ПЛК.

– Интерфейсные модули (IM), обеспечивающие возможность подключения к базовому блоку (стойка с CPU) стоек расширения ввода-вывода. Контроллеры SIMATIC S7-300 позволяют использовать в своем составе до 32 сигнальных и функциональных модулей, а также коммуникационных процессоров, распределенных по 4 монтажным стойкам. Все модули работают с естественным охлаждением.

SIMATIC S7-400

Это универсальный модульный контроллер, который применяется в системах автоматизации средней и высокой степени сложности. Самый мощный из программируемых контроллеров семейства SIMATIC может обслуживать до 131072 дискретных входов/выходов. Обладает высокой устойчивостью к вибрационным и ударным нагрузкам, отвечая самым жестким промышленным стандартам. Кроме того, установку или замену модулей Siemens SIMATIC S7-400 можно производить без отключения питания (так называемая «горячая замена»).

6.2. Выбор датчиков

В настоящее время на производстве в основном применяются **аналоговые датчики** с выходным унифицированным токовым сигналом на выходе 4÷20 мА.

Преимущества стандарта 4÷20 мА перед другими способами подключения датчиков: двухпроводная схема подключения; не требуется калибровка датчика на контроллере; высокая степень защиты от наводок с силовых кабелей; контроль короткого замыкания и обрыва цепи. Датчик подключается напрямую к контроллеру, если контроллер имеет встроенный блок питания

аналоговых датчиков или через внешний блок питания.

Для вновь проектируемых производств целесообразно применение «**интеллектуальных датчиков**». Для действующих реконструируемых и модернизируемых производств также целесообразно планировать переход на «интеллектуальные датчики».

Интеллектуальный датчик – это электронное устройство, основанное на объединении чувствительных элементов, схем преобразования сигналов и средств микропроцессорной техники. Такого рода датчики обладают способностью автоматической адаптации к источнику сигнала и изменяющимся условиям окружающей среды, а также способностью контролировать свои функции и корректировать ошибки измерений.

Каталог датчиков

Датчики давления

При выборе датчиков следует учитывать величину измеряемого давления (различают абсолютное, избыточное и давление разрежения), а также агрессивность измеряемых сред.

1. Датчик давления Метран-55 предназначен для измерения давления жидкости (в том числе агрессивных сред), пара, газа. Выпускают:

а) датчик для измерения избыточного давления – Метран-55-ДИ (Метран-55-Ех-ДИ – взрывозащищенное исполнение). Верхний предел измерений: 0,1 МПа ÷ 100 МПа;

б) датчик для измерения давления разрежения – Метран-55-ДВ (Метран-55-Ех-ДВ – взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: 0,1 МПа ÷ 0,06 МПа;

в) датчик для измерения абсолютного давления – Метран-55-ДА (Метран-55-Ех-ДА – взрывозащищенное исполнение). Верхний предел измерений: 0,6 МПа ÷ 16 МПа;

2. Датчик давления Метран-150 предназначен для измерения давления жидкости, пара, газа. Имеет взрывозащищенное исполнение. Выпускают:

а) датчик для измерения избыточного давления – Метран-150 СГ (фланцевое

исполнение), Метран-150 CGR (копланарное исполнение), верхний предел измерений: 0,025 МПа÷10 МПа. Датчик для измерения избыточного давления – Метран-150 TG (рис. 37, а), Метран-150 TGR (штуцерное исполнение), верхний предел измерений: 3,2 МПа÷60 МПа;

б) датчик для измерения абсолютного давления – Метран-150 ТА (штуцерное исполнение), верхний предел измерений: 3,2 МПа÷25 МПа, Метран-150 ТАР (штуцерное исполнение), верхний предел измерений: 1,6 МПа÷68 МПа.



Рис. 37. Датчики фирмы Метран:

а – датчик давления Метран-150 TG; б – датчик уровня Метран-150 L

Датчики уровня

При измерении необходимо учитывать агрессивность измеряемых сред, диапазон измерения и погрешность приборов.

1. Датчик для измерения гидростатического давления (уровня) жидкостей – Метран-150 – L (рис. 37, б). Имеет взрывозащищенное исполнение. Пределы измерений: 0,4÷25 м, $P_{\text{доп}} = 0,4$ МПа. Измеряемая среда: нейтральные и агрессивные жидкости.

2. Преобразователь уровня – буйковый электрический УБ-ЭМ-1(простое исполнение), УБ-ЭМ-1-Ех (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: 0,25÷10 м. Температура измеряемой среды -50÷450 °С, плотность среды 400÷2000 кг /м³, допустимая основная погрешность $\pm 0,24$, $\pm 0,5$ %.

3. Радарный уровнемер для бесконтактного измерения уровня жидких, вязких, пастообразных и сыпучих сред – УЛМ-31 (простое исполнение), УЛМ-11 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: 0,6÷30 м.

4. Сигнализатор уровня РОС-101 предназначен для контроля уровня электропроводных и неэлектропроводных жидких, твердых (сыпучих) сред. Обеспечивает сигнализацию «наличия» или «отсутствия» контролируемой среды на установленном уровне. Имеет взрывозащищенное исполнение. Температура измеряемой среды до 100 °С; рабочее давление до 2,5 МПа. Выходной сигнал дискретный.

Датчики массы (веса)

Тензодатчики фирмы «Тензо-М» с аналоговым выходом 4÷20 мА выпускаются балочного типа, мембранного, типа платформа. Область применения тензодатчиков балочного типа и типа платформа – платформенные весы, бункерные весы, взвешивание емкостей. Область применения тензодатчиков сжатия мембранного типа – для взвешивания емкостей, баков.

T2 – тензодатчик балочного типа из нержавеющей стали, диапазон нагрузки 20÷200 кг;

T4 – тензодатчик балочного типа из нержавеющей стали, диапазон нагрузки 30÷1000 кг;

T70A – тензодатчик датчик типа платформа, алюминиевый, верхний предел измерения 15, 30, 60, 100, 150 кг;

T100A – тензодатчик датчик типа платформа, алюминиевый, верхний предел измерения 100, 150, 60, 300, 600 кг;

M50 – тензодатчик сжатия мембранного типа из нержавеющей стали, верхний предел измерения 0,5, 1, 2, 3, 5 т;

Тензодатчики фирмы «Тензо-М» выпускаются в комплекте с силовым устройством.

Датчики расхода

При выборе датчиков расхода необходимо учитывать характеристику измеряемой среды (агрессивность, температуру и т.д.) и трубопровода (диаметр условного прохода, наибольшее давление).

Для учета суммарных значений расхода на линию применяют счетчики-расходомеры.

1. Датчик для измерения перепада давлений (расхода) – Метран-150 CD (фланцевое исполнение), Метран-150 CDR (копланарное исполнение). Имеет взрывозащищенное исполнение. Пределы измерений $0,025 \text{ кПа} \div 10 \text{ МПа}$. Измеряемая среда: газ, жидкость, пар. Работает в комплекте с диафрагмой камерной стандартной – ДКС- P_y - d_y , где P_y – условное давление в МПа, d_y – условный диаметр трубопровода ($50 \div 500 \text{ мм}$); либо с диафрагмой фланцевой камерной – ДФК- P_y - d_y , где P_y – условное давление в МПа, d_y – условный диаметр трубопровода ($20 \div 40 \text{ мм}$); либо с диафрагмой бескамерной стандартной – ДБС- P_y - d_y , где P_y – условное давление в МПа, d_y – условный диаметр трубопровода ($300 \div 1000 \text{ мм}$).

2. Расходомер кориолисовый Метран-360 предназначен для измерения массового и объемного расхода (либо суммарного значения расхода) газа, жидкостей (в том числе агрессивных), эмульсий, суспензий, тяжелых и высоковязких сред. Диапазон измерений расхода $87 \div 43550 \text{ л/ч}$, наибольшее давление в трубопроводе $15,8 \text{ МПа}$.

3. Расходомер переменного перепада давлений Метран-350 с использованием осредняющей напорной трубки ОНТ Annubar предназначен для измерения расхода жидкости, газа, пара. Температура измеряемой среды от минус $184 \text{ }^\circ\text{C}$ до $677 \text{ }^\circ\text{C}$, избыточное давление в трубопроводе до 25 МПа , условный диаметр трубопровода $12,5 \div 2400 \text{ мм}$.

4. Расходомер-счетчик электромагнитный «ВЗЛЕТ ЭР» предназначен для измерения объемного расхода (до $3056 \text{ м}^3/\text{ч}$) электропроводящих жидкостей (наименьшая удельная проводимость рабочей жидкости $5 \cdot 10^{-4} \text{ См/м}$) в том числе для горячей и холодной воды; d_y от 10 до 300 мм , наибольшее давление в трубопроводе $2,5 \text{ МПа}$.

Датчики температуры

Для измерения температуры применяются датчики как с унифицированным токовым сигналом на выходе, так и без него. В случае применения датчиков без унифицированного токового сигнала на выходе в составе МПК необходимо предусматривать модули ввода сигналов низкого уровня, расшифровывающие сигналы с термопар и термометров сопротивления (рис. 38).

Термометры сопротивления и термопары

1. Датчик температуры ТСМ Метран 204.

Пределы измерений: $-50 \div 180$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость.

2. Датчик температуры ТСП Метран 205.

Пределы измерений: $-200 \div 500$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость.

3. Датчик температуры ТСМ Метран 253 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: $-50 \div 150$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость.

4. Датчик температуры ТСП Метран 255 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: $-200 \div 500$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость.

5. Датчик температуры ТХК Метран 252 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: $-40 \div 600$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость.

6. Датчик температуры ТХА Метран 251 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: $-40 \div 900$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость.

7. Датчик температуры ТХК Метран 242.

Пределы измерений: $-40 \div 400$ °С. Измерение поверхности твердых тел.

8. Интеллектуальный преобразователь температуры Метран 280. Пределы измерений: $500 \div 1200$ °С. Измеряемая среда: газ.

9. Датчик температуры ROSEMOUNT 248 В. Пределы измерений: $100 \div 1820$ °С. Измеряемая среда: газ.

10. Накладной датчик температуры воды ДТС 3225-РТ 1000.В2 для измерения температуры воды в системах отопления и вентиляции, крепится на трубопровод. Пределы измерений: $-50 \div 120$ °С.



Рис. 38. Внешний вид термопар и термометров сопротивления

Датчики температуры с унифицированным выходным сигналом

1. Датчик температуры ТСМУ Метран 274. Пределы измерений: $0 \div 180$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.
2. Датчик температуры ТСПУ Метран 276. Пределы измерений: $0 \div 500$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.
3. Датчик температуры ТХАУ Метран 271. Пределы измерений: $0 \div 1000$ °С. Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.

Датчики влажности

1. Влагомер АМЕТЕК модель 3050 ТЕ – интеллектуальный датчик влажности для современных АСУТП. Предназначен для измерения влажности в потоке газа, посредством измерения частоты колебаний кварцевого кристалла. Выходной сигнал $4 \div 20$ мА, дискретный выход при превышении заданной влажности, возможность передачи данных по интерфейсу RS-232, RS-485.
2. Микроволновой влагомер – MICRORADAR-113В для измерения влажности порошков, песка и т.д. Прибор предназначен для работы в бункерах и дозаторах. Принцип действия основан на измерении величины поглощения СВЧ-энергии влажным материалом. Диапазоны измерения: $0,5 \div 3$ %, $3 \div 15$ %,

15÷30 %.

3. Датчик относительной влажности и температуры ДВТ-02 для респонсивных шкафов (рис. 39). Диапазоны по температуре: 0÷50 °С; -40÷50 °С; -40÷85 °С, по влажности: 0÷100 % без конденсации влаги; погрешности по температуре: ±1,0 °С; по влажности: ±3,0 %; 2 токовых 4÷20 мА выхода.



Рис. 39. Датчик относительной влажности и температуры ДВТ-02

Датчики концентрации и величины рН

Измерение концентрации раствора (как правило, многокомпонентной смеси) часто сводится к измерению того или иного косвенного параметра – плотности, электропроводности, величины рН и т.д.

Для анализа выбросов отработанных газов после печей, котлов и т.д. следует применять газоанализаторы на CO₂, O₂, CO. Для анализа воздуха рабочих помещений применяют сигнализаторы загазованности.

1. Анализатор жидкости кондуктометрический – кондуктометр АЖК-3101 М. К (рис. 40, а) – одноканальное средство измерения, состоящее из первичного преобразователя и измерительного прибора. Предназначен для измерения, показания и сигнализации крайних значений концентрации растворов кислот (H₂SO₄; HCl; HNO₃), щелочей (NaOH, KOH) и солей (NaCl, NH₄NO₃, Na₂CO₃) в процентах при температуре измеряемой среды до 95 °С. Выходной сигнал 4÷20 мА, либо дискретный.



Рис. 40. Анализаторы жидкости кондуктометрические:

а – кондуктометр АЖК-3101 М, состоящий из датчика и показывающего вторичного прибора; б – кондуктометр двухканальный АЖК-3122, состоящий из двух датчиков и вторичного прибора

2. Кондуктометр – трансмиттер с контактным датчиком АЖК-3110 (АЖК-3110-Ех) – моноблочное одноканальное средство измерения, состоящее из датчика и электронного блока. Предназначен для измерения удельной электрической проводимости растворов кислот (H_2SO_4 ; HCl ; HNO_3), щелочей ($NaOH$, KOH) и солей ($NaCl$) в $мкСм/см$ или в процентах при температуре измеряемой среды до $95\text{ }^{\circ}C$. Выходной сигнал аналоговый $4\div 20\text{ мА}$ либо цифровой – интерфейс RS-485, протокол ModBus.

3. Кондуктометр – трансмиттер с бесконтактным индуктивным датчиком АЖК-3130 (АЖК-3130-Ех) – моноблочное одноканальное средство измерения, состоящее из датчика и электронного блока. Предназначен для измерения больших значений удельной электрической проводимости растворов кислот (H_2SO_4 ; HCl ; HNO_3), щелочей ($NaOH$, KOH) и солей ($NaCl$, HN_4NO_3 , Na_2CO_3) в $мСм/см$ или в процентах при температуре измеряемой среды до $95\text{ }^{\circ}C$. Может применяться для работ с загрязненными жидкостями. Выходной сигнал аналоговый $4\div 20\text{ мА}$ либо цифровой – интерфейс RS-485, протокол ModBus.

4. Анализатор жидкости кондуктометрический промышленный двухканальный АЖК-3122 (рис. 40, б) состоит из двух первичных преобразователей и двухканального измерительного прибора. Предназначен для измерения и показания удельной электрической проводимости растворов кислот, щелочей и со-

лей в мкСм/см при температуре измеряемой среды до 95 °С. Выходной сигнал аналоговый 4÷20 мА либо цифровой – интерфейс RS-485, протокол ModBus.

5. pH -метр промышленный pH - 4131 (рис. 41, а). Предназначен для измерения, цифровой индикации и сигнализации активности ионов водорода (pH) водных сред. Работает в комплекте с комбинированным электродом. Диапазон измерения 0÷14 ед. pH, выходной сигнал 4÷20 мА либо цифровой – интерфейс RS-485, протокол ModBus.



Рис. 41. pH-метры промышленные:

- а – pH-метр типа pH-4131 в комплекте с комбинированным электродом;
- б – pH-метр – трансмиттер типа pH-4101 с окном для индикации

6. pH-метр с удаленным первичным преобразователем промышленный pH- 4121. Предназначен для измерения, цифровой индикации и сигнализации активности ионов водорода (pH) водных сред. Работает в комплекте с комбинированным электродом. Длина линии связи между первичным преобразователем и измерительным прибором до 300 м, сечение провода не менее 0,35 мм². Диапазон измерения 0÷14 ед. pH, выходной сигнал 4÷20 мА либо цифровой – интерфейс RS-485, протокол ModBus.

7. pH-метр – трансмиттер (рис. 41, б) промышленный pH-4101 (pH-4101-Ex) – моноблочное устройство, предназначенное для автоматического измерения, цифровой индикации активности ионов водорода (pH) водных сред в комплекте с проточной или погружной арматурой для комбинированного электрода. Диапазон измерения 0÷14 ед. pH, выходной сигнал 4÷20 мА либо

цифровой – интерфейс RS-485, протокол ModBus.

8. Сигнализатор загазованности для контроля содержания топливного углеводородного (природного) газа – УКЗ-РУ-СН₄ и угарного (СО) газа – УКЗ-РУ-СО в воздухе помещений; выход дискретный.

9. Стационарный многокомпонентный газоанализатор промышленных выбросов – АНКАТ-410-*i*, где *i* – количество каналов (до 16); выходной сигнал токовый 4÷20 мА либо релейный. Диапазоны измерения: 0÷21 об. % по О₂, 0÷4000 млн⁻¹ по СО, 0÷30 об. % по СО₂.

10. Газоанализатор – АДГ-304 предназначен для анализа дымовых газов. Виды газоанализаторов и диапазоны измерения: 0÷5000 ppm по угарному газу АДГ-304-СО, 0÷21 об. % по кислороду АДГ-304-О₂, по угарному газу и кислороду АДГ-304-СО/О₂.

Датчики контроля пламени

Датчики контроля пламени горелок печей, котлов и т.д. необходимы для обеспечения противоаварийной защиты как обслуживающего персонала, так и оборудования.

1. Блок контроля пламени – БКП ФД преобразует сигнал фотоэлектрического датчика ФД в дискретный сигнал при погасании пламени горелочного устройства.

2. Комплект розжига и контроля пламени КРиК-2 предназначен для автоматического дистанционного розжига и контроля наличия пламени горелок котлов и печей.

Датчики скорости

Данные датчики необходимы для контролирования хода технологического процесса, а также для расчета технико-экономических параметров работы линии, цеха и т.д.

Цифровой тахометр М-21 предназначен для измерения линейной (м/мин) и круговой (об/с; об/мин) скорости. Выход дискретный.

Частотные преобразователи

Частотный преобразователь служит для плавного регулирования скорости асинхронного или синхронного двигателя за счет создания на выходе преобразователя электрического напряжения заданной частоты. В простейших случаях регулирование частоты и напряжения происходит в соответствии с заданной вольт-частотной характеристикой U/F, в наиболее совершенных преобразователях реализовано векторное управление. Производят частотные преобразователи фирмы «Веспер», «ABB», «Danfoss», «Omron».



Рис. 42. Преобразователь частоты Веспер E2-MINI

Российская компания «Веспер» выпускает широкий спектр частотных преобразователей:

- Веспер EI-7011, общепромышленного назначения для управления электроприводом смесителей, дозаторов, вентиляторов, дымососов и др. Технические характеристики: диапазон мощностей 0,75÷315 кВт; встроенный ПИД-регулятор; управление по вольт-частотной характеристике U/F; аналоговые и цифровые входы/выходы для регулирования и дистанционного управления; питание 380 В, 50 Гц;

- Веспер EI-P7012, для управления насосами. Технические характеристики: диапазон мощностей 0,75÷370 кВт; встроенный ПИД-регулятор; управление по вольт-частотной характеристике U/F; аналоговые и цифровые входы/выходы

для регулирования и дистанционного управления; питание 380 В, 50 Гц

- Веспер E2-MINI (рис. 42), выполненный с уменьшением массогабаритных размеров и сохранением всех функциональных возможностей. Применяется в технических системах с маломощным приводом (вентиляторы, насосы, фасовочно-упаковочные машины, миксеры и др.). Технические характеристики: диапазон мощностей $0,2 \div 2,2$ кВт; выходная частота $0,1 \div 200$ Гц, питание 220/380 В, 50 Гц. На лицевой панели корпуса, наряду со штатным пультом управления, расположены: выключатель питания преобразователя, переключатель "пуск-стоп" с функцией реверс, потенциометр для управления скоростью двигателя.

Регуляторы напряжения

Регуляторы напряжения необходимы для регулирования температуры среды (воздух, жидкость), если среда нагревается ТЭНами (ТЭН – теплоэлектронагреватель). Регулятор напряжения РЕН - 1. N. m. Ш, где N – нагрузка в кВт; m = 1 при однофазном подключении (для нагрузок менее 2000 кВт); m = 3 при трехфазном подключении (для нагрузок более 2000 кВт, максимальная нагрузка 6000 кВт); Ш – шкафное исполнение. Регулятор напряжения предназначен для преобразования напряжения переменного тока в регулируемое напряжение переменного или постоянного тока пропорционально величине управляющего сигнала. Применяется для плавного управления электрической мощностью, подводимой к нагревательным элементам.

6.3. Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов

В настоящее время отечественной и зарубежной промышленностью выпускается большое количество регулирующих органов (задвижки, дисковые затворы, заслонки дроссельные, задвижки шиберные, шаровые краны, клапаны), что позволяет подобрать нужный вариант практически для любых задач управления. Приведем краткий перечень производителей регулирующих органов.

Дисковые затворы: ИнтерАрм, Пентяжпромарматура, АДЛ, Кво-Арм,

Промарматура, Семеновский арматурный завод, АБС ЗЭиМ Автоматизация, «Watts», «Kvant», «Krombach».

Шаровые краны: Фобос, ПП «Автоматика-Инвест», АДЛ, Кво-Арм, Экс-Форма, Химприбор-1, Naval, НПО «Автоматика» г. Владимир.

Клапаны: Армагус, Руст-95, ЛГ-Автоматика, Котельниковский арматурный завод, Импульс, ЧЗЭМ.

Задвижки: Армагус, Пентяжпромарматура, Благовещенский арматурный завод, ИКАР, Муромский завод трубопроводной арматуры, ЧЗЭМ.

Заслонки: Амакс, ГипроНИИГаз, ОКТЗ.

К регулирующим органам необходимо предусмотреть исполнительный механизм, т.е. привод. В химической, пищевой, фармацевтической и др. промышленности применяется в основном электропривод (рис. 43, б) и пневмопривод (рис. 43, а).

В табл. 11 приведены типы электрических исполнительных механизмов, получивших наибольшее распространение.

Таблица 11

Типы электроприводов к регулирующим органам

Тип работы органа (используемая арматура)	Тип привода
Поворотный (дисковый затвор, кран шаровый, клапан)	ПЭОМ МЭОФ ПЭОЗ МЭО
Многооборотный (задвижка, клапан, дисковый затвор)	ПЭМ МЭМ
Прямоходный (клапан)	МЭП МЭПК ПЭП ЭПР

Регулирующие органы с пневмоприводом в АСУТП (характерны для пожаровзрывоопасных производств) требуют применения электропневмопозиционеров. Электропневмопозиционер обеспечивает координацию положения пневматического исполнительного механизма, в зависимости от управляющего сигнала (аналоговый сигнал 4÷20мА; команда, переданная по каналу цифро-

го обмена HART). Нашли широкое распространение следующие электропневмопозicionеры: ЭПП-300 (к клапанам РУСТ), ЭПП-Ех (к регулирующим органам НПО «Автоматика»), Sipart PS2 фирмы «Siemens» (рекомендованы к клапанам фирмы ЛГ-Автоматика), 3582i «FISHER» (рекомендованы к клапанам ПОУ) и т.д.

Современной промышленностью выпускаются три вида клапанов.

Регулирующие клапаны обеспечивают высокоточное регулирование потока среды и перекрытие трубопровода.

Отсечные клапаны – двухпозиционные клапаны для открытия – закрытия трубопровода с тем или иным классом герметичности (выше, чем у регулирующих) и требуемой скоростью.

Регулирующе-отсечные (либо запорно-регулирующие) клапаны обеспечивают как регулирование, так и перекрытие трубопровода с герметичностью, соответствующей отсечному клапану.

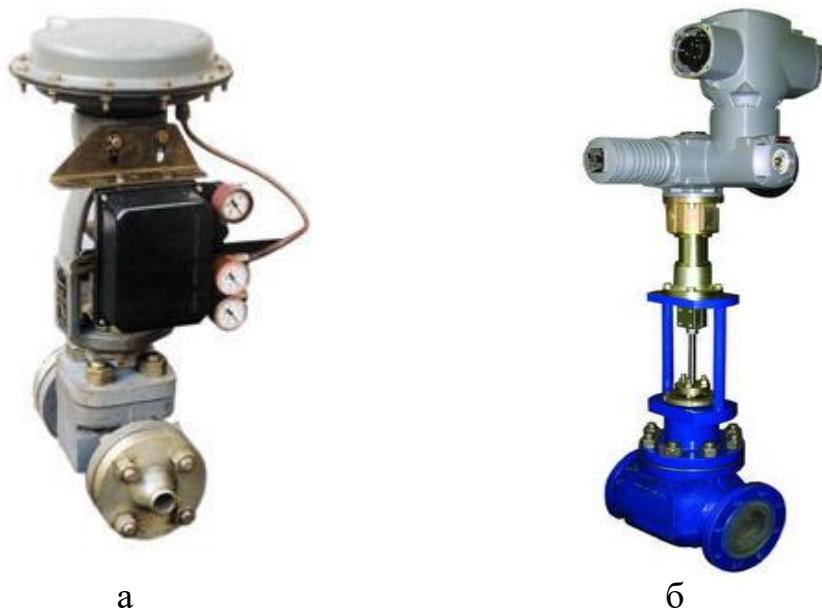


Рис. 43. Внешний вид регулирующих клапанов:

а – с пневмоприводом в комплекте с электропневмопозicionером,

б – с электроприводом

Клапаны специального назначения

Необходимо отметить, что выпускается большое количество клапанов специального назначения. Это клапаны с обогревом, клапаны для загрязненных и вязких сред; антишумовые и антикавитационные клапаны на сложные позиции с высоким перепадом давления; клапаны на паровые среды; клапаны для микрорасходов; клапаны на большие расходы; футерованные клапаны (рис. 44) для управления потоками особо агрессивных или стерильных жидкостей; шланговые клапаны (рис. 45) для работы с потоками вязких жидкостей, суспензий, пульпы, запыленных газов, сыпучих сред, а также сред, имеющих склонность к налипанию.



Рис. 44. Футерованные клапаны с электроприводом МЭПК и ЭПР



Рис. 45. Шланговый клапан с электроприводом МЭПК

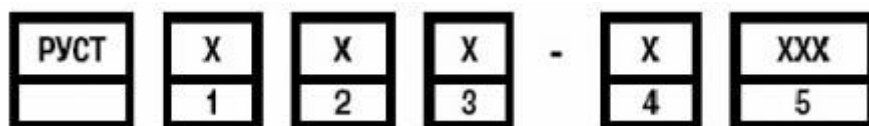
Каталог исполнительных механизмов и регулирующих органов

Приведем примеры отечественных конкурентоспособных клапанов.

Клапаны фирмы «РУСТ-95»

Закрытое акционерное общество «РУСТ-95» г. Москва производит клапаны регулирующие, запорные, запорно-регулирующие с диаметром условного прохода d_y от 15 до 400 мм, условным давлением P_y от 1,6 до 25 МПа, температурой регулируемой среды от -196 до +550 °С. Выпускаются запорные клапаны серии РУСТ 310-1 с пневмоприводом (в комплекте с электропневмопозиционером ЭПП300) и РУСТ310-2 с электроприводом (МЭПК, АУМА); запорно-регулирующие серии РУСТ 410-1 с пневмоприводом и РУСТ 410-2 с электроприводом (МЭПК, АУМА); регулирующие серии РУСТ 510-1 с пневмоприводом и РУСТ 510-2 с электроприводом (МЭПК, АУМА).

Приведем данные для выбора и заказа клапанов серии РУСТ,



где **1** – тип клапана: 3 – запорный, 4 – запорно-регулирующий, 5 – регулирующий; **2** – номер серии: 1 – с сальниковым уплотнением штока, 2 – с сильфонным уплотнением штока; **3** – тип корпуса: 0 – прямой проходной, 1 – угловой; **4** – тип привода: 1 – пневматический, 2 – электрический, 3 – ручной; **5** – климатическое исполнение: У – минус 40 плюс 70 °С, УХЛ (1) – минус 60 плюс 70 °С.

После условного обозначения должна следовать описательная часть со следующей информацией:

- диаметр условного прохода (D_y), мм :15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 150; 200; 250; 300; 400;
- условное давление (P_y), кгс/см² : 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250;
- рабочая среда;
- максимальная температура рабочей среды, °С: от минус 196 до +550;
- требуемый класс герметичности: А, В по ГОСТ 9544-80; V, VI по DIN,

ANSI; III, IV по ГОСТ 23866-87;

- минимальная температура рабочей среды, если она ниже, чем по климатическому исполнению;
- материал корпусных деталей: углеродистые и легированные стали, хастелой (коррозионно-стойкий никелевый сплав);
- условная пропускная способность и пропускная характеристика;
- исходное положение клапана при комплектации пневмоприводом: НЗ – нормально закрытый, НО – нормально открытый;
- время аварийного закрытия/открытия при комплектации пневматическим приводом НО или НЗ: не более 10 с; по спец. заказу – менее 2 с.

Пример условного обозначения клапана при заказе: запорно-регулирующий клапан **РУСТ 410-1 УХЛ(1)**, Ду80, Ру16, 150 °С, кл. герм. «В», корпус 12Х18Н10Т, K_{vy} 50Р, НЗ.

Клапаны ЗАО «Автоматика» г. Владимир

Закрытое акционерное общество «Автоматика» г. Владимир производит шаровые краны: запорные и регулирующие с диаметром условного прохода d_y от 10 до 80 мм, условным давлением P_y от 1,6 до 4,0 МПа, температура регулируемой среды от -60 до +200 °С. Выпускаются ШКП – шаровые запорные краны с пневмоприводом AIR TORQUE (в комплекте с электропневмораспределителем РДВ) и ШКЭ – шаровые запорные краны с электроприводом МЭОФ. Выпускаются ШРКП – краны шаровые регулирующие с пневмоприводом AIR TORQUE (в комплекте с позиционерами SIPART PS2, ЭПП, ЭПП-Ех).

Клапаны ПНФ «ЛГ Автоматика» г. Москва

Производственно-научная фирма «ЛГ Автоматика» г. Москва производит клапаны малогабаритные регулирующие, отсечные, регулирующие-отсечные с диаметром условного прохода d_y от 10 до 200 мм, условным давлением P_y от 1,6 до 16 МПа, температура регулируемой среды от -250 до + 600 °С. Выпускаются клапаны регулирующие КМР.Э (с электроприводами МЭПК, ЭПР, AUMA, DRENMO и т.д.) и клапаны регулирующие с пневмоприводом КМР ЛГ с позиционером SIPART PS2. Выпускаются клапаны регулирующие-

отсечные КМРО.Э (с электроприводами МЭПК, ЭПР, AUMA, DRENMO и т.д.) и клапаны регулирующие-отсечные с пневмоприводом КМРО ЛГ с позиционером SIPART PS2. Выпускаются клапаны отсечные КМО.Э (с электроприводами МЭПК, ЭПР, AUMA, DRENMO и т.д.) и клапаны отсечные с пневмоприводом КМО ЛГ.

Фирма «ЛГ Автоматика» также выпускает большой спектр специальных клапанов:

– клапаны с обогревом КМП-Э с электроприводом для автоматического управления потоками жидкостей и газов, которые необходимо транспортировать при определенной температуре; корпус клапана обогревается газовыми или жидкими теплоносителями, также возможен электрообогрев; $d_y = 10 \div 125$ мм, $P_y = 1,6 \div 16$ МПа;

- клапаны для загрязненных и вязких сред;
- антишумовые и антикавитационные клапаны на сложные позиции с высоким перепадом давления;
- клапаны на паровые среды в том числе на острый пар, пар высокого давления, перегретый пар;
- клапаны на разряженные среды (вакуум);
- клапаны для микрорасходов d_y до 25 мм;
- клапаны на большие расходы $d_y = 200$ мм, $d_y = 250$ мм;
- клапаны высокого давления для регулирования потоков жидкостей и газов при давлениях до 40 МПа;
- футерованные клапаны для управления потоками особо агрессивных, летучих и стерильных жидкостей;
- шланговые клапаны для работы с потоками вязких жидкостей, суспензий, пульп, запыленных газов, сыпучих сред, а также сред, имеющих склонность к налипанию.

Приведем технические данные для выбора и заказа клапанов КМР, КМО, КМРО

1. Тип клапана КМР ЛГ – клапан малогабаритный, регулирующий;

КМО ЛГ – клапан малогабаритный, отсечной;

КМРО ЛГ – клапан малогабаритный, регулирующие-отсечной.

2. Условное давление P_y , МПа **1** -1,6; **2** - 2,5; **3** - 4,0; **4** - 6,3; **5** - 10,0;
6 - 16,0.

3. Тип корпуса **0** - прямой проходной; **1** – угловой.

4. Температура регулируемой среды, °С **1** -40/-60... +225; **2** -40/-60... + 450;
3 -40/-60... +550; **4** -40/-60... + 600;
5 -90... +220; **6** -250... + 220;
7 -40/-60... +320.

5. Материал корпуса **С**–сталь углеродистая; **НЖ** – сталь нерж.
12Х18Н10Т; **М** – сталь нерж.
10Х17Н13М2Т; **Т** – сплавы титана.

6. Условный проход D_y , мм 10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125;
150; 200.

7. Условная пропускная способность (табл. 12) K_{vy} (только для клапанов КМР, КМРО).

Таблица 12

Условная пропускная способность

d_y	K_{vy} м ³ /ч																																						
	0,006	0,016	0,040	0,1	0,16	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	80,0	100,0	125,0	160,0	200,0	250,0	320,0	400,0							
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
32				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
40				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
50				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
65												*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
80												*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
100																			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
125																			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
150																			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
200																			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

- | | |
|--|--|
| 8. Пропускная характеристика (только для клапанов КМР, КМРО) | <p>Л – линейная;</p> <p>Р – равнопроцентная;</p> <p>РР –расширенный диапазон регулирования.</p> |
| 9. Класс герметичности по ГОСТ 9544-93 (только для клапанов КМО, КМРО) | <p>а – класс герметичности «А»;</p> <p>в – класс герметичности «В»;</p> <p>с – класс герметичности «С».</p> <p><i>По умолчанию, класс герметичности для регулирующих клапанов - IV по ГОСТ 23866-87, для отсечных, если не указано иное, - «В», для регулирующие-отсечных-«С» по ГОСТ 9544-93</i></p> |
| 10. Исходное положение клапана | <p>НО – нормально открытое;</p> <p>НЗ – нормально закрытое.</p> |
| 11. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 | <p>У t окр. среды -40...+70 °С относит. влажность 80 % при 15 °С;</p> <p>УХЛ(1) t окр. среды -50.. +70 °С относит. влажность 80 % при 15 °С.</p> |

Пример условного обозначения клапана при заказе: клапан регулирующей КМР на P_y 2,5 МПа, проходной, с температурой рабочей среды от минус 40 °С до 225 °С, с корпусом из стали 12Х18Н10Т, с D_y 50 мм, с K_{vy} 12 м³/ч, с равнопроцентной пропускной характеристикой, НО, рассчитанный на работу при температуре окружающей среды от - 50 ... + 70 °С, будет иметь следующее обозначение: **КМР 201 НЖ 50 12 Р НО УХЛ(1)**.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка: учеб.-практ. пособие / Ю.Н. Федоров. – М.: Инфра – Инженерия, 2008. – 298 с.
2. Схиртладзе, А.Г. Интегрированные системы проектирования и управления: учеб. для вузов по направлению подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»/ А.Г. Схиртладзе. – М.: Академия, 2010 . – 348 с.
3. Грименицкий, П.Н. MasterSCADA: учеб. пособие / П.Н. Грименицкий; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2016. – 108 с.
4. Невиницын, В.Ю. Современные приборы измерения теплоэнергетических величин. Измерение уровня и расхода: учеб. пособие / В.Ю. Невиницын, А.Н. Лабутин; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2014. – 84 с.
5. Самарский, А.П. Технические средства автоматизации. Пневматические системы: учеб. пособие / А.П. Самарский; Иван. гос. хим.- технол. ун-т.- Иваново, 2014. – 64 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Содержание самостоятельной работы.....	4
1.1. Составление задания на проектирование системы автоматизации.....	4
1.2. Разработка схемы автоматизации.....	6
1.2.1. Изображение технологического оборудования и коммуникаций.....	6
1.2.2. Функциональная характеристика приборов и средств автоматизации.....	8
1.2.3. Изображение приборов и средств автоматизации.....	11
1.2.4. Символьные обозначения.....	13
1.2.5. Правила построения условных обозначений приборов и средств автоматизации в схемах.....	16
1.2.6. Позиционное обозначение приборов и средств автоматизации.....	19
1.2.7. Требования, предъявляемые к оформлению схем автоматизации.....	21
1.3. Составление спецификации на приборы и средства автоматизации.....	25
1.4. Описание схемы автоматизации.....	26
2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами.....	26
2.1. Автоматизация аппаратов непрерывного действия.....	28
2.2. Автоматизация аппаратов периодического действия.....	31
2.3. Автоматизация процессов горения.....	35
2.4. Автоматизация в отделочном производстве.....	39
2.5. Автоматизация пищевых производств.....	40
3. Пример выполнения самостоятельной работы.....	42
4. Контрольные вопросы.....	46
5. Задания к самостоятельной работе.....	47
6. Каталог средств автоматизации.....	69
6.1. Выбор программируемых логических контроллеров.....	69
6.2. Выбор датчиков.....	73
6.3. Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов.....	85
Библиографический список.....	94

Учебное издание

Ерофеева Елена Владимировна
Головушкин Борис Анатольевич

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Учебное пособие

Редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 21.06.2019. Формат 60 × 84 1/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 5,58. Тираж 50 экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
редакционно-издательского центра ФГБОУ ВО "ИГХТУ"

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7.