

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

*Методические указания к выполнению раздела  
«Автоматизация производственных процессов»  
дипломного проекта студентами специальности 240304  
«Химическая технология тугоплавких неметаллических  
и силикатных материалов»*

Иваново  
2009

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Ивановский государственный химико-технологический университет

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

*Методические указания к выполнению раздела  
«Автоматизация производственных процессов»  
дипломного проекта студентами специальности 240304  
«Химическая технология тугоплавких неметаллических  
и силикатных материалов»*

Составители: Е.В. Ерофеева  
Б.А. Головушкин

Иваново 2009

Составители: Е.В. Ерофеева, Б.А. Головушкин

УДК 658.512.011.56

Системы управления химико-технологическими процессами: метод. указания к выполнению раздела «Автоматизация производственных процессов» дипломного проекта студентами специальности 240304 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» / Сост.: Е.В. Ерофеева, Б.А. Головушкин; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2009. – 40с.

В методических указаниях изложены вопросы проектирования систем автоматизации, приведены сведения о нормативных документах, используемых при проектировании систем автоматизации химико-технологических процессов. Дан пример выполнения раздела «Автоматизация производственных процессов» дипломного проекта для студентов специальности 240304 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

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

Табл. 10. Ил. 8. Библиогр.: 4 назв.

Рецензент кандидат технических наук Е.М. Шадрина (Ивановский государственный химико-технологический университет).

## **ВВЕДЕНИЕ**

Данные методические указания содержат рекомендации по содержанию, разработке и оформлению раздела "Автоматизация производственных процессов" дипломного проекта для студентов специальности 240304 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

В указаниях изложены вопросы проектирования систем автоматизации, основные требования к изображению технологического оборудования и коммуникаций, приборов и средств автоматизации.

Представлены примеры заданий на проектирование систем автоматизации; приведены примеры схем автоматизации с кратким описанием отдельных приборов, наиболее характерных для производства строительных материалов.

В методических указаниях приведен пример выполнения раздела "Автоматизация производственных процессов" с использованием многофункционального контроллера "ТКМ- 700".

Используя методические указания, студенты могут самостоятельно решать задачи, связанные с проектированием систем автоматизации.

# **1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА "АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ" ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Раздел "Автоматизация производственных процессов" дипломного проекта должен содержать:

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

Рассмотрим подробнее выполнение всех вышеперечисленных пунктов.

## **1.1. СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Задание на проектирование системы автоматизации студент-дипломник составляет на преддипломной практике.

Для этого необходимо иметь технологические схемы производства с характеристиками оборудования, трубопроводов, коммуникаций и описание работы технологического оборудования.

Руководитель дипломного проекта определяет фрагмент производственного процесса (например, зона охлаждения туннельной печи для обжига красного кирпича), подлежащего автоматизации.

По результатам анализа этого выделенного химико-технологического процесса (ХТП) как объекта управления студент-дипломник составляет задание на проектирование системы автоматизации.

Задание на проектирование системы автоматизации включает (табл. 1):

– перечень контролируемых и регулируемых параметров с указанием их номинальных значений и допустимых отклонений, в случае программного регулирования прилагается программа изменения параметров;

– для каждого измеряемого параметра указывают на оборудовании точ-

ки отбора измерительных импульсов и места установки первичных измерительных преобразователей (датчиков);

– перечень управляющих (регулирующих) воздействий и места установки регулирующих органов, диаметр трубопроводов;

– характеристику технологических сред в местах установки первичных измерительных преобразователей и регулирующих органов по их коррозионной активности, пожаро- и взрывоопасности. Задание должно содержать не менее десяти параметров контроля и регулирования.

## **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.

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

### **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). Контурные технологического оборудования и трубопроводные коммуникации на схеме автоматизации рекомендуется выполнять линиями толщиной 0,6-1,5мм. Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа могут изображаться условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.784-70. В таблице 2 приведены наиболее распространенные условные обозначения трубопроводов для жидкостей и газов.



**Условные цифровые обозначения трубопроводов  
для жидкостей и газов**

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

Условные числовые обозначения трубопроводов проставляются через расстояние не менее 50мм. Для жидкостей и газов, не предусмотренных таблицей, допускается использовать другие цифры, но обязательно с необходимыми пояснениями новых условных обозначений.

Допускается также подписывать среды (например, «природный газ»), протекающие по трубопроводу (сверху над линией, обозначающей трубопровод, выбранным для схемы шрифтом).

У изображенного технологического оборудования, трубопроводов следует давать соответствующие поясняющие надписи (наименование технологического оборудования, его номер и т.д.).

**1.2.2. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.  
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: давал максимум выхода продукции с наилучшим качеством при безаварийной работе, был бы удобен для технолога и, если необходимо, для переналадки на выпуск про-

дукции с другими характеристиками и т.д.

Для этого необходимо технологическое оборудование оснастить следующими основными приборами и средствами автоматизации.

Для локальной автоматики (локальная автоматика не предполагает использование микропроцессорных контроллеров для управления) необходимо предусмотреть:

- 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 (0-5мА, 4-20 мА) или пневматический (0,02-0,1МПа), 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.

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

Исполнительные механизмы и регулирующие органы – 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.

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

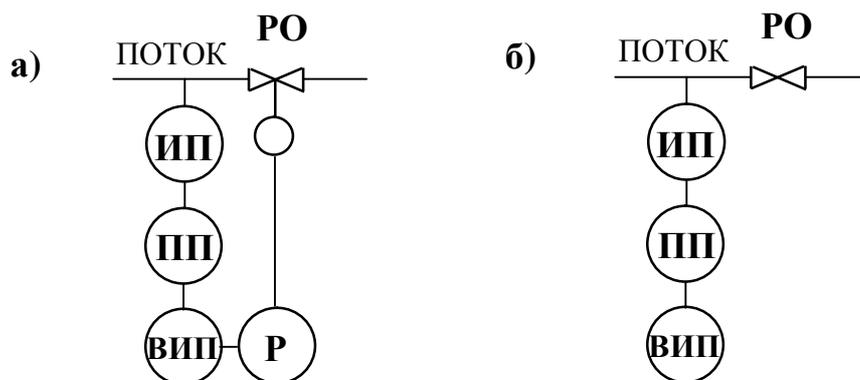


Рис. 1. Структурная схема: **а** – контура регулирования; **б** – контура контроля

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. Современные датчики выполняют функции первичного измерительного преобразователя и нормирующего преобразователя.

Схема автоматизации, представленная в разделе "Автоматизация производственных процессов" дипломного проекта, должна включать не менее 10 контуров регулирования или контроля, меньшее количество контуров считается недостаточным. 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 микропроцессорный контроллер в комплекте с ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина) успешно

заменяет регуляторы и ВИП для всего рассматриваемого процесса. Более подробно см. раздел АСУТП данного методического указания.

### 1.2.3. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

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

ГОСТ 21.404-85 предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами (табл. 3).

Таблица 3

**Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85**

Наименование	Обозначение	Размеры
Прибор, устанавливаемый вне щита по месту: - основное обозначение - допускаемое обозначение		
Прибор, устанавливаемый на щите, пульте: - основное обозначение - допускаемое обозначение		
Исполнительный механизм и регулирующий орган		

Построение графических условных обозначений приборов и средств автоматизации следующее: в верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора (см. табл. 4), в нижней части наносится позиционное обозначение.

Буквенные обозначения, отмеченные знаком "+", являются резервными, а отмеченные знаком "-" – не используются.

## Буквенные обозначения по ГОСТ 21.404-85

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором	
	основное обозначение	дополнительное уточняющее обозначение	отображение информации	формирование выходного сигнала
1	2	3	4	5
<b>А</b>	+	-	Сигнализация	-
<b>В</b>	+	-	-	-
<b>С</b>	+	-	-	Регулирование, управление
<b>Д</b>	Плотность	Разность, перепад	-	-
<b>Е</b>	Любая электрическая величина	-	+	-
<b>Ф</b>	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-
<b>Г</b>	Размер, положение, перемещение	-	+	-
<b>Н</b>	Ручное воздействие	-	-	-
<b>І</b>	+	-	Показание	-
<b>Ј</b>	+	Автоматическое переключение, обегание	-	-
<b>К</b>	Время, временная программа	-	-	+
<b>Л</b>	Уровень	-	-	-
<b>М</b>	Влажность	-	-	-
<b>Н</b>	Резервная буква	+	-	-
<b>О</b>	Резервная буква	+	-	-
<b>Р</b>	Давление, вакуум	-	-	-

## Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
<b>Q</b>	Величина, характеризующая качество: состав, концентрация и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени	-	-
<b>R</b>	Радиоактивность	-	Регистрация	-
<b>S</b>	Скорость, частота	-	-	Включение, отключение, переключение
<b>T</b>	Температура	-	-	+
<b>U</b>	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-
<b>V</b>	Вязкость	-	+	-
<b>W</b>	Масса	-	-	-
<b>X</b>	Нерекомендуемые	-	-	-
<b>Y</b>	Резервные	-	-	+
<b>Z</b>	Буквы	-	-	+

*Примечание* “-“ обозначает не используются, “+“ – резервное

Кроме того, приняты дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов и дополнительные обозначения, применяемые для построения преобразователей сигналов и вычислительных устройств (таблицы 5 и 6).

Таблица 5

**Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов по ГОСТ 21.404-85**

Наименование	Обозначение
Чувствительный элемент (первичное преобразование)	Е
Дистанционная передача (промежуточное преобразование)	Т
Станция управления	К
Преобразование, вычислительные функции	У

Методика построения графических условных обозначений сводится к следующему: в верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора. В нижней части

окружности наносится позиционное обозначение (буквенно-цифровое), служащее для нумерации отдельных элементов комплекта измерения или регулирования.

Порядок расположения буквенных обозначений в верхней части (слева направо) должен быть следующий: обозначение основной измеряемой величины; обозначение, уточняющее (если необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора.

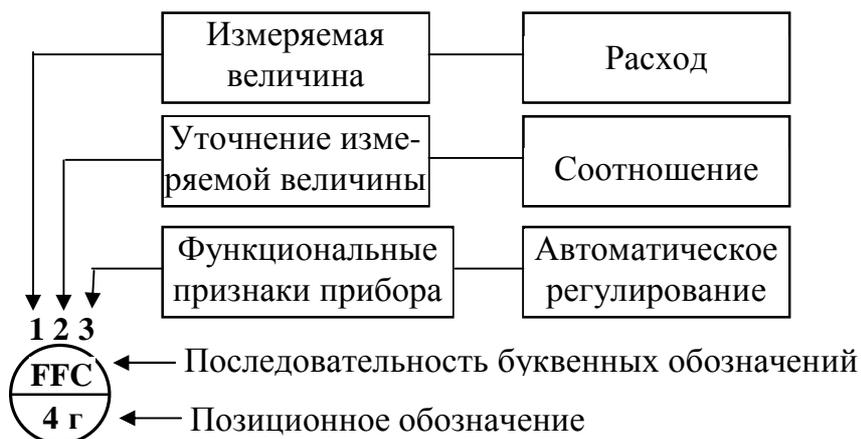


Рис. 2. Пример позиционного и буквенного обозначения прибора

На функциональных схемах при необходимости также приводятся условные графические обозначения электроаппаратуры (см. табл. 6).

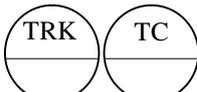
Таблица 6

Наименование	Обозначение	Размеры, мм	ГОСТ
Звонок электрический			2.741-68
Лампа сигнальная			2.732-68
Электродвигатель			2.732-68

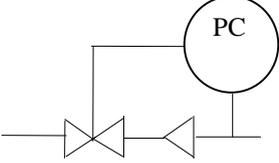
В таблице 7 приведены примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404-85 приборов и средств автоматизации, наиболее часто встречающихся в химическом производстве.

## 1.2.4. ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Таблица 7

№ п/п	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ
1		Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. Например, преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления
2		Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту. Например, термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.
3		Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите. Например, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.
4		Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, термометр манометрический (или любой другой датчик температуры) бесшкальный с пневмо- или электропередачей
5		Прибор для измерения температуры однотоочный, регистрирующий, установленный на щите. Например, самопишущий милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.
6		Прибор для измерения температуры с автоматическим обеганием устройством, регистрирующий, установленный на щите. Например, многоточечный самопишущий потенциометр, мост автоматический и т. п.
7		Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту. Например, дилатометрический регулятор температуры
8		Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например, любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)
9		Комплект для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите. Например, вторичный прибор и регулирующий блок системы "Старт"

Продолжение таблицы 7

№ п/п	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ
11		Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите
12		Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите
13		Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. Например, любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакууметр и т. п.
14		Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например, дифманометр показывающий
15		Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, манометр (дифманометр) бесшкальный с пневмо- или электропередачей
16		Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите. Например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления
17		Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту. Например, реле давления
18		Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий с контактным устройством, установленный по месту. Например, электроконтактный манометр, вакууметр и т. п.
19		Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор прямого действия) “до себя”

Продолжение таблицы 7

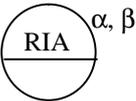
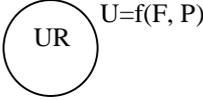
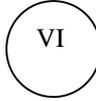
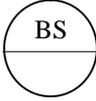
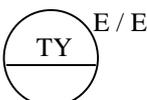
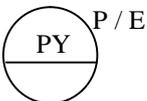
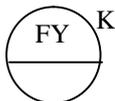
№ п/п	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ
21		<p>Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, дифманометр (ротаметр), бесшкальный с пневмо- или электропередачей</p>
22		<p>Прибор для измерения соотношения расходов регистрирующий, установленный на щите. Например, любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов</p>
23		<p>Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту. Например, дифманометр (ротаметр показывающий)</p>
24		<p>Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. Например, счетчик-расходомер с интегратором</p>
25		<p>Регулятор для измерения расхода показывающий, установленный по месту. Например, регулятор расхода показывающий</p>
26		<p>Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту. Например, счетчик-дозатор</p>
27		<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту. Например, датчик емкостного уровнемера</p>
28		<p>Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту. Например, манометр (дифманометр), используемый для измерения уровня</p>
29		<p>Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например, реле уровня, используемое для блокировки и сигнализации верхнего уровня</p>
30		<p>Прибор для измерения уровня бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей</p>

Продолжение таблицы 7

№ п/п	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ
31		<p>Прибор для измерения уровня бесшкальный, регулирующийся, с контактным устройством, установленный по месту.</p> <p>Например, электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква <i>H</i> в данном примере означает блокировку по верхнему уровню</p>
32		<p>Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите.</p> <p>Например, вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы <i>H</i> и <i>L</i> означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней</p>
33		<p>Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту.</p> <p>Например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей</p>
34		<p>Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту.</p> <p>Например, показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты</p>
35		<p>Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту. (Например: напряжение*, сила тока*, мощность*)</p>
36		<p>Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите.</p> <p>Например, командный электропневматический прибор (КЭП), многоцепное реле времени</p>
37		<p>Прибор для измерения влажности регистрирующий, установленный на щите.</p> <p>Например, вторичный прибор влагомера</p>
38		<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту.</p> <p>Например, датчик pH-метра</p>
39		<p>Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту.</p> <p>Например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах</p>
40		<p>Прибор для измерения качества продукта регистрирующий, регулирующийся, установленный на щите.</p> <p>Например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе</p>

\*— Надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую электрическую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа.

Продолжение таблицы 7

№ п/п	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ
41	 $\alpha, \beta$	Прибор для измерения радиоактивности показывающий с контактным устройством, установленный по месту. Например, прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций $\alpha$ - и $\beta$ -лучей
42		Прибор для измерения скорости регистрирующий
43	 $U=f(F, P)$	Прибор для измерения нескольких разнородных величин регистрирующий, установленный по месту. Например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится справа от прибора
44		Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту. Например, вискозиметр показывающий
45		Прибор для измерения массы продукта показывающий с сигнализацией, установленный по месту. Например, устройство электронно-тензометрическое, сигнализирующее
46		Прибор для контроля погасания факела в печи бесшкальный с контактным устройством, установленный на щите. Например, вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы <i>B</i> должно быть оговорено на поле схемы
47	 $E/E$	Преобразователь сигнала, установленный на щите. Входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический. Например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования термоЭДС термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока
48	 $P/E$	Преобразователь сигнала, установленный по месту. Входной сигнал пневматический, выходной — электрический
49	 $K$	Вычислительное устройство, выполняющее функции умножения. Например, множитель на постоянный коэффициент <i>K</i>

№ п/п	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ
50		Пусковая аппаратура для управления эл. двигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т. д.) Например, магнитный пускатель, контактор и т.п. Применение резервной буквы <i>N</i> должно быть оговорено на поле схемы
51		Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления (включение, выключение двигателя; открытие, закрытие запорного органа, изменение задания регулятору), установленная на щите. Например, кнопка, ключ управления, задатчик
52		Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите. Например, кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. п.

### 1.2.5. 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.

## 1.2.6. 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, либо регулирующие-отсечные);
- размещение средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах и т. п. и определение способов представления информации о состоянии технологического оборудования.

*Схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами:*

- 1) развернуто с изображением МПК, щитов, пультов управления, при помощи условных прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в пределах которого показываются устанавливаемые на них средства автоматизации (см. рис. 8);
- 2) упрощено с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульта и т.д. (см. рис. 3 - б).

Преимуществом первого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы. Приборы, встраиваемые в техно-

логические коммуникации, показывают в разрыве линии изображения трубопроводов; приборы, устанавливаемые на технологическом оборудовании, показывают рядом. Остальные технические средства показывают условными графическими обозначениями в прямоугольниках в нижней части схемы. Прямоугольники, изображающие МПК, щиты, пульта располагают в такой последовательности, чтобы обеспечивалась простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи. В каждом прямоугольнике с левой стороны дается его наименование (заголовок). ***Именно развернутую схему автоматизации следует разработать в разделе «Автоматизация производственных процессов» дипломного проекта.***

При втором способе достигается сокращение объема документации. При этом способе позиционные обозначения элементов схем в каждом контуре регулирования выполняются арабскими цифрами, а исполнительные механизмы обозначения не имеют. ***Именно этот способ удобен и может быть рекомендован для сбора информации об автоматизации технологического процесса на преддипломной практике.*** Разберем несколько примеров.

На рис. 3 представлена упрощенная схема автоматизации туннельной сушилки.

Из схемы следует, что необходимо регулировать давление подачи теплоносителя (дымовые газы) в сушилку за счет изменения положения шибера (контур 1). Также предусмотрены 4 контура контроля: контролируется влажность теплоносителя (дымовые газы) на входе в сушилку (контур 2) и выходе из нее (контур 5), контролируется и сигнализируется (при выходе за регламентные значения) температура дымовых газов на входе в сушилку (контур 3) и контролируется температура дымовых газов на выходе из сушилки (контур 4).

На рис. 4 представлена упрощенная схема автоматизации зоны подогрева печи обжига красного кирпича. Из схемы следует, что регулируется давление разрежения на выходе дымовых газов (контур 5) за счет изменения положения шибера в линии отбора дымовых газов. Контролю подлежит температурный профиль зоны подогрева (контур 1, 2, 3). Контроль и сигнализация предусмотрена следующих параметров: загазованность воздуха в зоне обслуживания печи (контур 4); температура дымовых газов на выходе из печи (контур 8); концентрации CO (контур 7) и O<sub>2</sub> (контур 6) в дымовых газах.

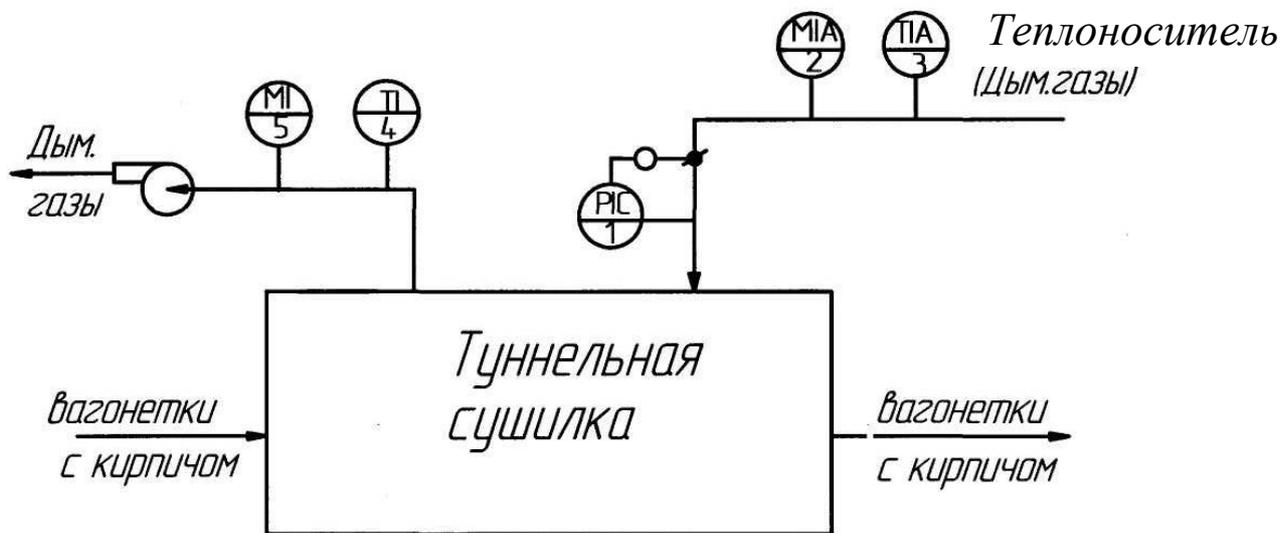


Рис. 3. Схема автоматизации туннельной сушилки

На рис. 5 представлена упрощенная схема автоматизации зоны обжига печи. Приняты следующие решения по автоматизации. Контроль и регулирование температуры по зонам за счет изменения подачи газа к горелочным устройствам (контур 1 ÷ 5). Предусмотрено регулирование соотношения подачи газ:воздух на горение за счет подачи воздуха по зонам (контур 6 ÷ 10). Каждое горелочное устройство оснащено сигнализатором наличия пламени (контур 11 ÷ 15). Предусмотрен контроль за суммарным расходом природного газа на печь (контур 18), контроль, сигнализация и отсечка подачи природного газа при недостаточном давлении на газопроводе (контур 17); также предусмотрен контроль и сигнализация давления на линии подачи воздуха (контур 16).

На рис. 6 представлен сушильный барабан, предназначенный для сушки материала (например, глины) до заданной влажности. Для установленного теплового режима и влажности материала загрузку поддерживают максимально возможной. Предусмотрено: регулирование температуры в топке  $1100 \pm 40^\circ\text{C}$  за счет изменения подачи газа (контур 1); регулирование влажности высушенного материала  $40 \pm 2\%$  за счет управления шибером на линии подачи материала в сушильный барабан (контур 2) с коррекцией по температуре  $120 \div 130^\circ\text{C}$  в начале сушильного барабана (контур 3); регулирование разрежения в линии отбора отработанных топочных газов ( $100 \pm 10\text{ Па}$ ) за счет управления шибером (контур 4). Температуру внутри сушильного барабана измеряют с помощью термопары, установленной на расстоянии 1 м от начала барабана с горячего конца. Термопару помещают в прочный кожух, и при вращении барабана она попеременно то погружается в материал, то омывается топочными газами.

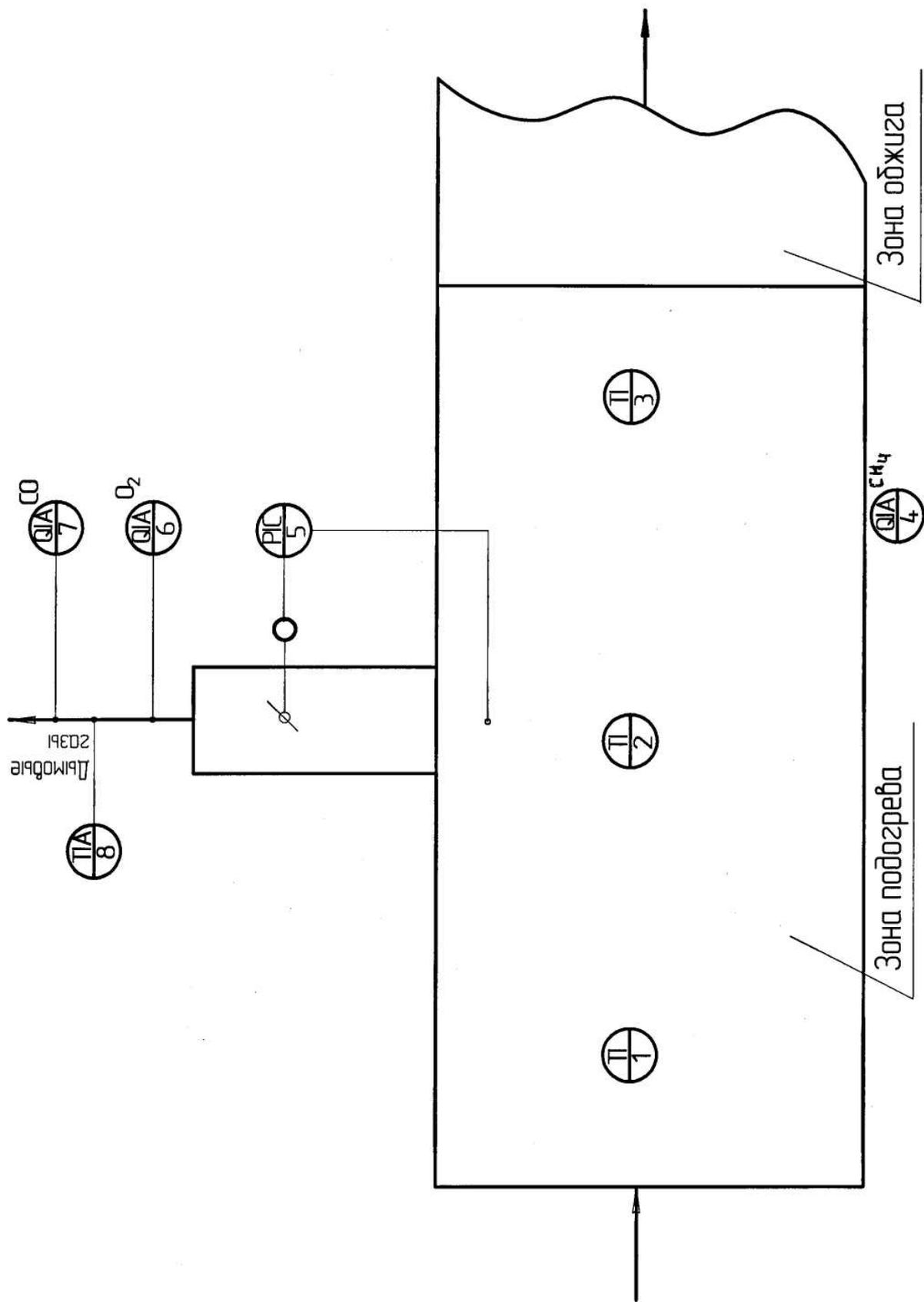


Рис. 4. Схема автоматизации зоны подогрева печи обжига красного кирпича

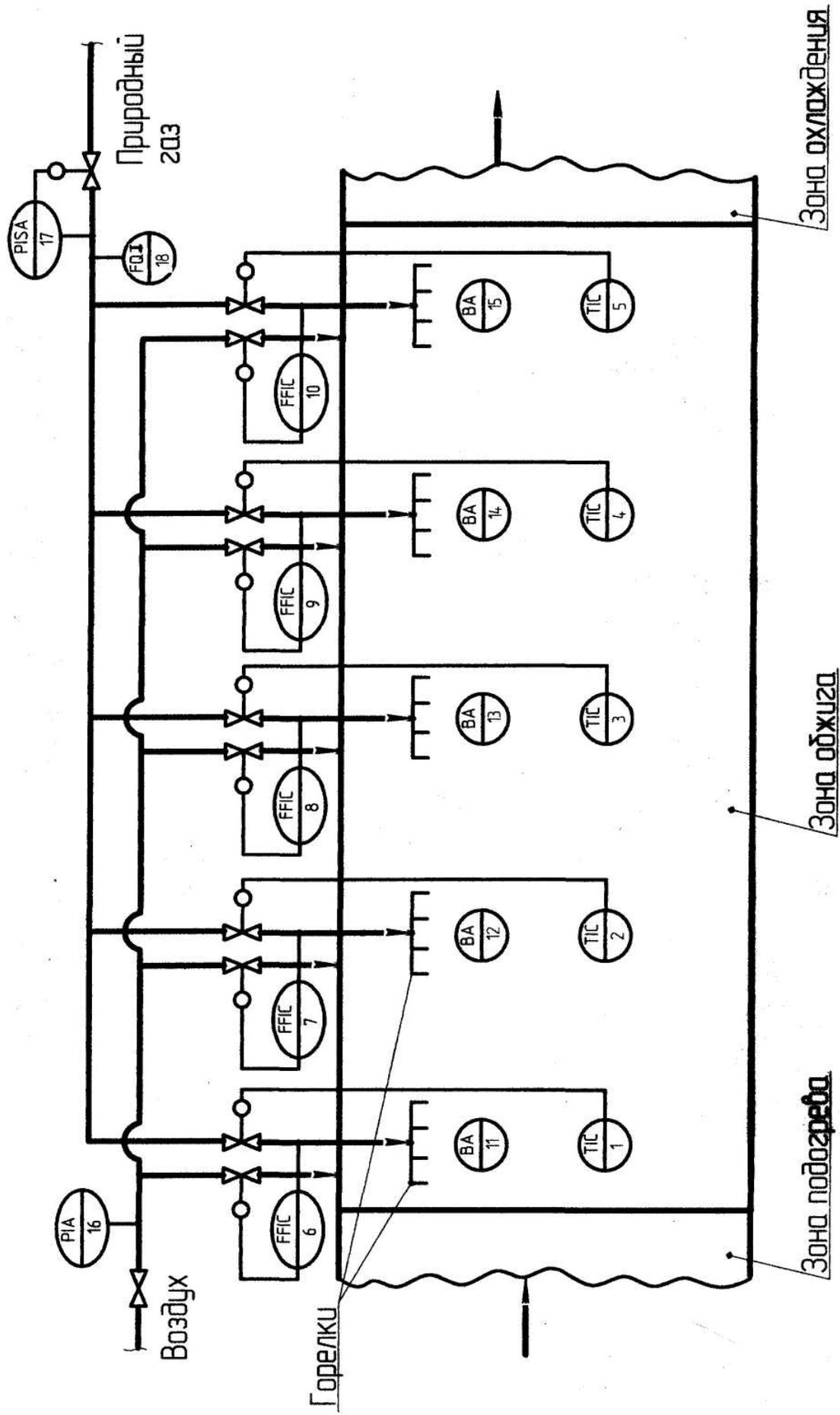


Рис. 5. Схема автоматизации зоны обжига печи

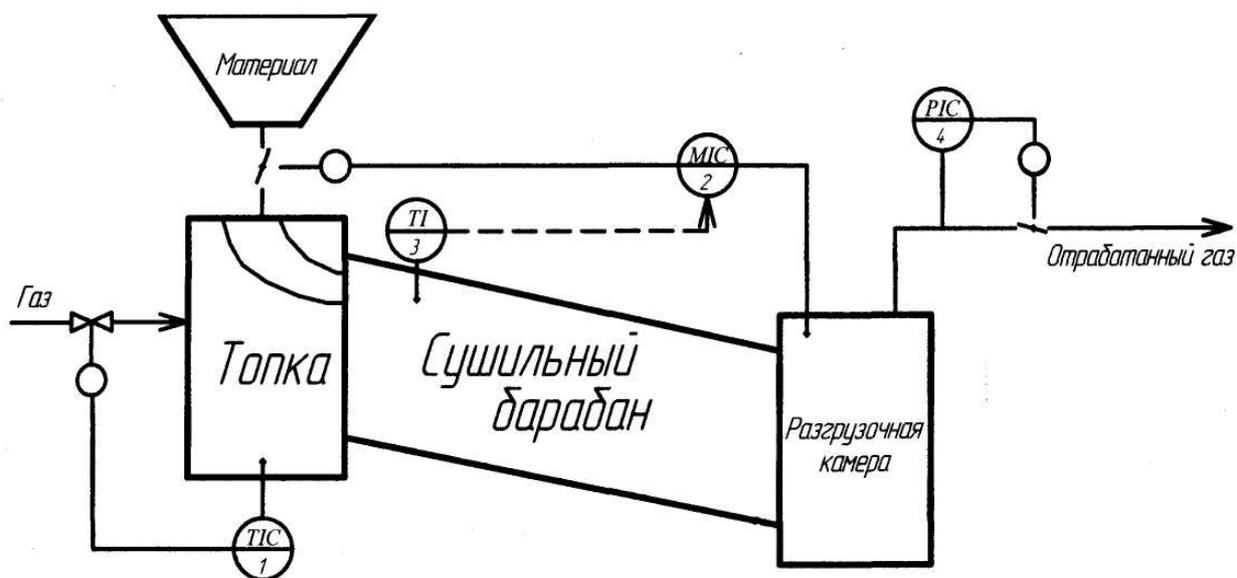


Рис. 6. Сушильный барабан

### 1.3. СОСТАВЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ НА ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Спецификация на приборы и средства автоматизации выполняется по форме, представленной в таблице 8. Эта форма может быть рекомендована только для учебных дипломных проектов.

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-100-ДГ. 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 фирмы изготовителя, при условии, что прибор импортного производства.

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

### Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер позиции по схеме автоматизации	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора (марка)	Количество	Примечание

## 1.4. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Содержание пояснительной записки должно отражать и обосновывать те решения по автоматизации, которые были приняты при составлении 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 только для тех контуров, которые являются наиболее ответственными и сложными, и взаимодействие отдельных элементов неясно из представленной схемы автоматизации. 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. Если для автоматизации технологического процесса используется микропроцессорный контроллер, например, многофункциональный контроллер "МФК", тогда в записке надо указать основные характеристики данного контроллера, его информационную мощность и посредством каких датчиков, преобразователей и исполнительных устройств контроллер связан с объектом управления.

## 2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ (АСУТП)

Необходимо отметить, что локальные системы контроля, регулирования и управления применяются лишь на объектах с невысоким уровнем механизации и надежности технологического оборудования, либо на малых предприятиях, где задачи управления несложны, а количество контролируемых и регулируе-

мых параметров ограничено. Современные крупные химические производства немыслимы без сложных человеко-машинных систем управления, в которых обработка информации и формирование оптимальных управляющих воздействий осуществляется человеком с помощью вычислительной машины или микропроцессорных систем. Такие системы называются АСУТП. АСУТП обеспечивает автоматическое управление в реальном масштабе времени технологическими комплексами по заданным технологическим и технико-экономическим критериям, которые определяют качественные и количественные характеристики вырабатываемого продукта.

Возможны различные принципы построения АСУТП. Наибольшее распространение в промышленной практике нашли три принципа построения АСУТП: централизованные АСУТП с прямым цифровым управлением; централизованные АСУТП с супервизорным режимом работы и децентрализованные распределенные АСУТП.

Главный недостаток систем с прямым цифровым управлением заключается в том, что при отказе в работе ЭВМ объект теряет управление. Более широкими возможностями и лучшей надежностью обладают АСУ ТП, в которых непосредственное регулирование объектами технологического процесса осуществляют локальные регуляторы, а ЭВМ выполняет функции "советчика".

Развитие АСУТП на современном этапе связано с широким использованием для управления микропроцессоров и микро-ЭВМ, стоимость которых с каждым годом становится все более низкой по сравнению с общими затратами на создание систем управления. До появления микропроцессоров эволюция систем управления технологическими процессами сопровождалась увеличением степени централизации. Однако возможности централизованных систем теперь уже оказываются ограниченными и не отвечают современным требованиям по надежности, гибкости, стоимости систем связи и программного обеспечения.

Переход от централизованных систем управления к децентрализованным вызван также возрастанием мощности отдельных технологических агрегатов, их усложнением, повышением требований по быстродействию и точности работы. Централизация систем управления экономически оправдана при сравнительно небольшой информационной мощности (число каналов контроля и регулирования) технологического объекта управления и его территориальной

сосредоточенности. При большом числе каналов контроля, регулирования и управления, большой длине линий связи в АСУТП децентрализация структуры системы управления становится принципиальным методом повышения живучести АСУТП, снижения стоимости и эксплуатационных расходов.

Технической основой современных распределенных систем управления, обусловившей возможность реализации таких систем, являются микропроцессоры и микропроцессорные системы.

Отечественной промышленностью выпускается большой набор конкурентоспособных микропроцессорных контроллеров. В частности, ниже приведены данные о микропроцессорных контроллерах, выпускаемых ЗАО «ТЕКОН» (г. Москва) различной мощности.

**«ТЕКОНИК»** — это новый универсальный контроллер, система интеллектуальных клеммных модулей. Он предназначен для построения распределенных автоматических и автоматизированных систем измерения, контроля, регулирования, диагностики и управления производственными процессами, технологическими линиями и агрегатами. Состоит из свободно программируемого процессорного модуля, до 64 модулей ввода-вывода, панели оператора и дополнительного оборудования, поставляемого изготовителем в соответствии с заказанной конфигурацией. Пользователь может самостоятельно наращивать или изменять конфигурацию системы. Модули ввода-вывода работают под управлением РС-совместимого процессорного модуля. Процессорный модуль имеет следующие характеристики: процессор DX4-100, Flash — 8Мб, динамическое ОЗУ — 8Мб, энергонезависимое ОЗУ -128/512 Кб, WatchDog, питание - 24В, потребление - 25Вт. Таким образом, «ТЕКОНИК» удобен для построения распределенных систем промышленной автоматизации с числом каналов от 8 до 1000.

**«ТКМ 700»** — многофункциональный контроллер, РС-совместимый, предназначен для сбора и обработки информации, реализации функций контроля, программно-логического управления и регулирования. Модульная конструкция «ТКМ-700» позволяет создавать оптимальную конфигурацию контроллера, выбирая различные типы объединительных панелей и модулей ввода-вывода для конкретного объекта автоматизации.

Информационная мощность:

- Intel XScale 266/533 МГц (CP-7015),

- Flash-память 16/32 Мб, оперативная память 32/64 Мб,
- 32-разрядный RISC-процессор 54 МГц (CP-7002),
- дискретные входы — до 3584,
- дискретные выходы — до 3584,
- аналоговые входы — до 448,
- аналоговые выходы — до 448.

«ТКМ 700» имеет развитые интерфейсы, включая сеть Ethernet, возможность резервирования.

«МФК» — многофункциональный контроллер, РС-совместимый, предназначен для реализации функций контроля, программно-логического управления, многоконтурного регулирования, выполнения сложных алгоритмов управления.

Информационная мощность:

- процессоры Pentium 300 МГц, 586/133 МГц,
- Flash -память 16 Мб, оперативная память 16 Мб,
- дискретные входы — до 768,
- дискретные выходы — до 640,
- аналоговые входы — до 256,
- аналоговые выходы — до 128.

Контроллер интегрируется в промышленные локальные сети уровней LAN и Fieldbus (Bitbus, CAN, Ethernet, Arcnet и др.) и имеет возможность резервирования.

«ТКМ-52» — высокопроизводительный конфигурируемый моноблочный контроллер. Это проектно-компонуемое изделие, состав которого определяется при заказе. Контроллер состоит из базовой части и модулей ввода-вывода (от 1 до 4).

Информационная мощность:

- процессор 586-100/133 МГц,
- Flash -память 16 Мб, оперативная память 16 Мб,
- дискретные входы — до 192,
- дискретные выходы — до 160,
- аналоговые входы — до 64,
- аналоговые выходы — до 32.

Данные микропроцессоры РС-совместимы и совместимы между собой, поэтому на базе их можно разработать систему управления любой сложности (см. рис. 7).

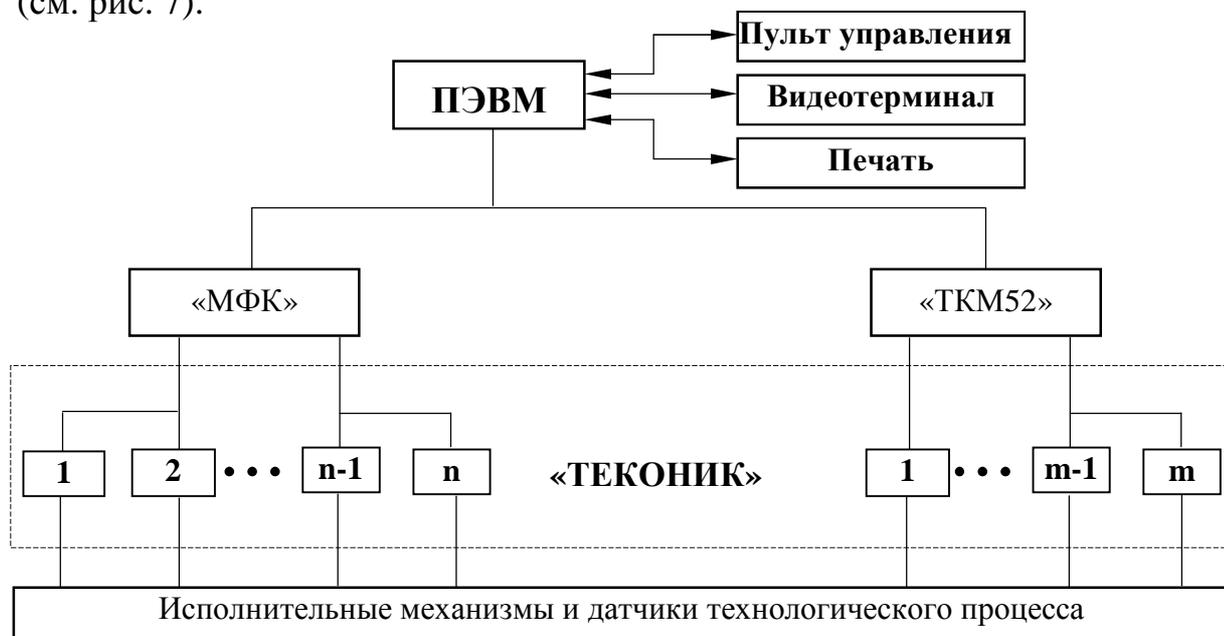


Рис. 7. Многоуровневая система управления:  
 $n, m$  — модули ввода-вывода системы "ТЕКОНИК"

При разработке раздела "Автоматизация производственных процессов" дипломного проекта уровень автоматизации того или иного выбранного фрагмента производственного процесса определяет руководитель. Если выбором является многоуровневая АСУТП, то раздел "Автоматизация производственных процессов" может, в дополнение к вышеперечисленным (см. раздел 1) пунктам, содержать также структурную схему системы автоматизации.

### Выбор датчиков

В качестве первичных измерительных преобразователей при разработке АСУТП желательно применять современные датчики, имеющие унифицированные выходные токовые сигналы (4...20 мА). Приведем примеры наиболее часто применяемых современных датчиков.

### Датчики давления

1. Датчик для измерения избыточного давления – Метран-100-ДИ (Метран-100-Ех-ДИ – взрывозащищенное исполнение). Верхний предел измерений: 0,04 кПа ÷ 100 МПа. Измеряемая среда: газ, жидкость, пар.
2. Датчик для измерения давления разрежения – Метран-100-ДВ, (Метран-100-Ех-ДВ – взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений:

0,04 кПа ÷ 100 кПа. Измеряемая среда: газ, жидкость, пар.

3. Датчик для измерения абсолютного давления – Метран-100-ДА (Метран-100-Ех-ДА – взрывозащищенное исполнение). Верхний предел измерений: 2,5кПа÷16Мпа. Измеряемая среда: газ, жидкость, пар.

#### **Датчики уровня**

1. Датчик для измерения гидростатического давления (уровня) жидкостей – Метран-100-ДГ (Метран-100-Ех-ДГ–взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: 0,4 ÷ 25 м,  $P_{доп} = 0,4$  МПа. Измеряемая среда: нейтральные и агрессивные жидкости.
2. 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.

#### **Датчики расхода**

1. Датчик для измерения перепада давлений (расхода) – Метран-100-ДД (Метран-100-Ех-ДД – взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: 1 кПа ÷ 630 кПа. 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; либо с диафрагмой фланцевой камерной – ДФК- $P_y$ - $d_y$ , где  $P_y$  - условное давление в МПа,  $d_y$  – условный диаметр трубопровода.

#### **Датчики температуры**

##### ***Термометры сопротивления и термопары***

1. Датчик температуры – ТСМ Метран 204. Пределы измерений: - 50 ÷ 180°С. Измеряемая среда: газ, жидкость.
2. Датчик температуры – ТСП Метран 205. Пределы измерений: -200 ÷ 500°С. Измеряемая среда: газ, жидкость.
3. Датчик температуры – ТСМ Метран 253 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: -50 ÷ 150°С. Измеряемая среда: газ, жидкость.
4. Датчик температуры – ТСП Метран 255 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: - 200 ÷ 500°С. Измеряемая среда: газ, жидкость.
5. Датчик температуры – ТХК Метран 252 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: -40 ÷ 600°С. Измеряемая среда: газ, жидкость.
6. Датчик температуры – ТХА Метран 251 (взрывозащищенное исполнение). Пределы измерений: -40 ÷ 900°С. Измеряемая среда: газ, жидкость.

7. Датчик температуры – ТХК Метран 242. Пределы измерений:  $-40 \div 400^{\circ}\text{C}$ . Измерение поверхности твердых тел.
8. Интеллектуальный преобразователь температуры – Метран 280. Пределы измерений:  $500 \div 1200^{\circ}\text{C}$ . Измеряемая среда: газ.
9. Датчик температуры ROSEMOUNT 248 В. Пределы измерений:  $100 \div 1820^{\circ}\text{C}$ . Измеряемая среда: газ.

#### ***Датчики температуры с унифицированным выходным сигналом***

1. Датчик температуры – ТСМУ Метран 274. Пределы измерений:  $0 \div 180^{\circ}\text{C}$ . Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.
2. Датчик температуры – ТСМУ Метран 276. Пределы измерений:  $0 \div 500^{\circ}\text{C}$ . Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.
3. Датчик температуры – ТХАУ Метран 271. Пределы измерений:  $0 \div 900^{\circ}\text{C}$ . Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.

#### **Датчик влажности**

1. Микроволновой влагомер – MICRORADAR-113В для измерения влажности силикатной массы, формовочных смесей, глины, 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:  $0,5 \div 3\%$ ,  $3 \div 15\%$ ,  $15 \div 30\%$ ,  $30 \div 60\%$ .

#### **Датчики концентрации**

1. Сигнализатор загазованности для контроля содержания топливного углеводородного (природного) газа – УКЗ-РУ-СН<sub>4</sub> и угарного (СО) газа – УКЗ-РУ-СО в воздухе помещений; выход дискретный.
2. Стационарный многокомпонентный газоанализатор промышленных выбросов – АНКАТ-410-*i*, где *i* – количество каналов (до 16); выходной сигнал токовый 4...20 мА, либо релейный. Диапазоны измерения: по O<sub>2</sub> ( $0 \div 21$  об. %), по СО ( $0 \div 4000$  млн<sup>-1</sup>), по СО<sub>2</sub> ( $0 \div 30$  об. %).
3. Газоанализатор – АДГ-304 предназначен для анализа дымовых газов. Виды газоанализаторов и диапазоны измерения: по угарному газу АДГ-304-СО ( $0 \div 5000$  ppm), по кислороду АДГ-304-O<sub>2</sub> ( $0 \div 21$  об. %), по угарному газу и кислороду диапазон АДГ-304-СО/O<sub>2</sub>.

#### **Датчики контроля пламени**

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 газомазутных горелок котлов и печей.

### **Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов**

В качестве исполнительных механизмов и регулирующих органов применяются клапаны (на трубопроводах подачи жидких и газообразных сред) регулирующие, регулирующие-отсечные и отсежные с электрическим, либо пневматическим приводом. Например, выпускаются клапаны регулирующие КМР.Э (с электроприводами МЭПК, ЭПР, АУМА, ДРЕНМО и т.д.) и клапаны регулирующие с пневмоприводом КМР ЛГ с позиционером SIPART PS2. Выпускаются клапаны регулирующие-отсечные КМРО.Э (с электроприводами МЭПК, ЭПР, АУМА, ДРЕНМО и т.д.) и клапаны регулирующие-отсечные с пневмоприводом КМРО ЛГ с позиционером SIPART PS2. Выпускаются клапаны отсежные КМО.Э (с электроприводами МЭПК, ЭПР, АУМА, ДРЕНМО и т.д.) и клапаны отсежные с пневмоприводом КМО ЛГ с позиционером SIPART PS2.

Для управления шиберами, установленными в воздуховодах применяются электрические исполнительные механизмы, например, МЭО – механизм электрический однооборотный. МЭО различают по номинальному крутящему моменту на выходном валу (Н.м), по номинальному времени (с) полного хода выходного вала (об.). Например, МЭО-250/25-0,25-99К можно применить для управления шибером, где 250 Н.м – номинальный крутящий момент; 25 с – номинальное время полного хода выходного вала; 0,25 об. – номинальный полный ход выходного вала; 99 – год выпуска; К – трехфазное напряжение питания.

## **3. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗДЕЛА "АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ"**

В качестве примера разберем САУ топки сушильного барабана.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ТОПКИ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА**

(пояснительная записка)

В дипломном проекте предусматривается автоматизация всех химико-технологических процессов на базе применения современных микропроцессорных систем. В частности, в данном разделе рассмотрена система автоматиче-

ского управления топкой сушильного барабана с применением микропроцессорного контроллера ТКМ-700.

Для качественного ведения процесса необходимо контролировать и регулировать ряд параметров, определенных заданием на проектирование системы автоматизации (табл. 9). Для создания САУ применим новейший отечественный РС совместимый многофункциональный контроллер средней информационной мощности ТКМ-700. 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.

Для программирования контроллера выберем систему программирования ISaGRAF PRO. Данная система полностью русифицирована и в ней заложена концепция структурного программирования, предоставляющая возможность описать автоматизируемый процесс в наиболее простой и понятной форме. ISaGRAF PRO предоставляет полный набор средств для визуального интерактивного создания программ, документирования проектов, архивации, мониторинга проекта, редактирования проектов. Библиотека данной системы содержит все необходимые алгоритмы для реализации современной АСУТП (аналоговый и импульсный ПИД(П, ПИ, ПД), регуляторы, алгоритмы фильтрации, сглаживания функции статических и динамических преобразований, индивидуального и группового управления исполнительными механизмами, контроль состояния задвижек, двигателей и т.д.).

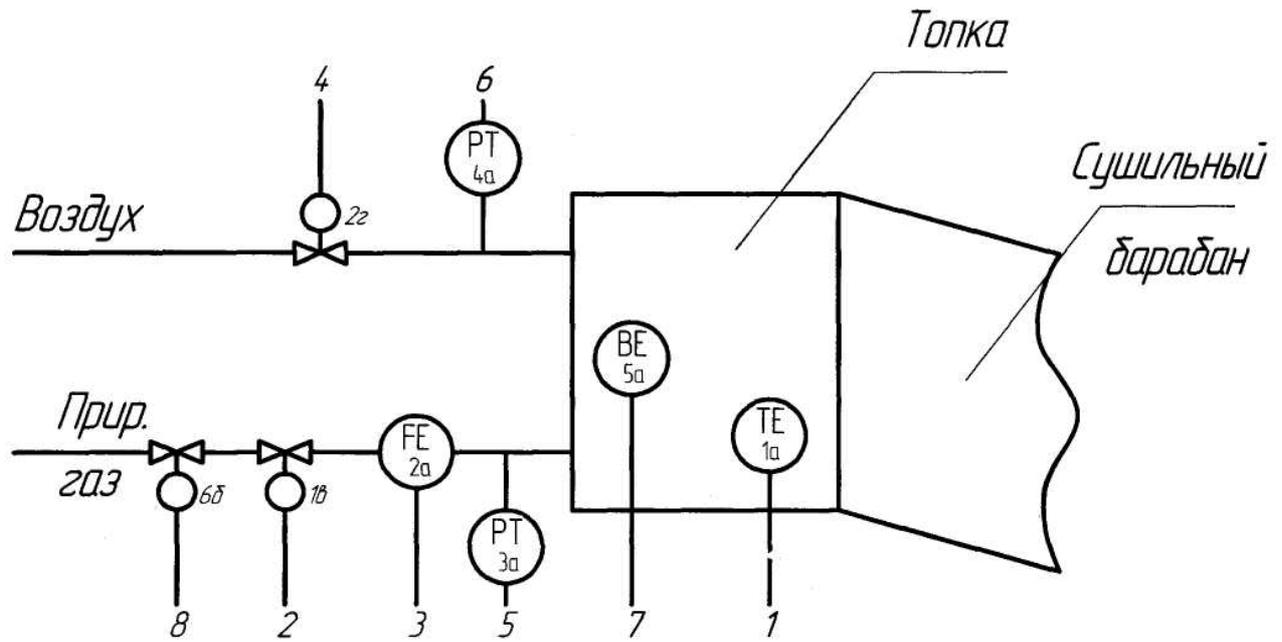
Проектом предусмотрено, что информация о значениях параметров поступает на пульт управления инженера-технолога, причем информация о ходе технологического процесса может фиксироваться на видеотерминале; наиболее важная часть информации может выводиться на печатающее устройство. Поступающая информация анализируется инженером-технологом и при необходимости им вносятся коррективы в процесс управления.

Автоматическая система управления технологическим процессом представлена на схеме и включает в себя два контура регулирования и три контура контроля (рис. 8).

## Задание на проектирование системы автоматизации емкостным аппаратом

№ 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	Температура в топке	1000 ± 50° С	+	+	-	+	+	Изменение подачи природного газа	нет	нет	нет	нет
2	Соотношение расходов природный газ/воздух на горение	1 : 3	+	-	-	-	+	Изменение подачи воздуха	нет	нет	нет	нет
3	Давление подачи природного газа	1,6 ÷ 1,65 кПа	+	-	-	+	-	-	нет	нет	-	-
4	Давление подачи воздуха	0,12 ÷ 0,15 МПа	+	-	-	+	-	-	нет	нет	-	-
5	Наличие пламени горелки	-	+	-	-	+	-	-	нет	нет	-	-

Также предусмотрена блокировка подачи природного газа на топку при отсутствии пламени горелки, при несоответствии давления подачи природного газа и воздуха на топку регламентным значениям.



		1	2	3	4	5	6	7	8
		1000±50°C			Соотнош 1:3	1,6-1,65кПа	0,12-0,15МПа	наличие пламени	
Приборы по месту			NS 1б	FT 2б	NS 2б			BS 5б	NS 6а
МПК ТКМ-700	Аналоговый ввод	•		•		•	•		
	Аналоговый вывод								
	Дискретный ввод							•	
	Дискретный вывод		•		•				•
ПЭВМ	Видеотерминал	•		•		•	•	•	•
	Печать	•							
	Пульт управления		•		•				•
									блокировка

Рис. 8. Схема автоматизации топки

Контуры контроля:

- 1) наличие пламени горелки;
- 2) давление подачи природного газа на топку;
- 3) давление подачи воздуха на топку.

Контуры регулирования:

- 1) температура в топке за счет подачи природного газа на горение;
- 2) соотношение подачи природный газ : воздух на топку за счет подачи воздуха на горение.

В схеме автоматизации предусмотрена блокировка подачи природного газа на топку при следующих аварийных ситуациях: отсутствие пламени горелки, несоответствие регламентным значениям давления на линиях подачи природного газа и воздуха на топку.

Разберем работу контура регулирования температуры подробнее.

Температура в топке измеряется термопарой ТХА Метран 201 (поз. 1а). Сигнал от датчика температуры поступает на аналоговый вход ТКМ-700, где вырабатывается управляющее воздействие. Управляющее воздействие в виде унифицированного токового сигнала снимается с дискретного выхода ТКМ-700. Затем сигнал поступает на пускатель бесконтактный реверсивный ПБР-2М (поз. 1б), а с него на клапан малогабаритный регулирующий КМР.Э с электроприводом МЭПК (поз. 1в). Клапан, установленный на трубопроводе подачи природного газа на топку, регулирует расход газа на горелку, тем самым стабилизируя температуру на заданном уровне. Кроме того, сигнал о текущей температуре поступает на пульт инженера-технолога, где выводится на видеотерминал и на печатающее устройство.

Таким образом, ТКМ -700 успешно заменяет традиционные локальные регуляторы и вторичные приборы. ТКМ-700, работающий совместно с ПЭВМ, дает дополнительные возможности для оптимального управления процессом в целостности, для хранения и отображения информации.

Типы выбранных приборов и средств автоматизации, сгруппированные по параметрам, представлены в спецификации (табл. 10).

### Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер поз. по схеме	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора	Количество	Примечание
Многофункциональный контроллер ТКМ -700, работающий совместно с ПЭВМ				
1а	Термопара хромель-алюмелевая, диапазон измерения 0 ÷ 1100 °С	ТХА Метран 201	1	
2а	Диафрагма фланцевая камерная, Р <sub>у</sub> = 0,6 МПа; d <sub>у</sub> = 20 мм	ДФК - 0,6 - 20	1	
2б	Датчик измерения перепада давления (расхода), токовый сигнал на выходе 4 ÷ 20 мА, класс точности 1	Метран - 100 - ДД	1	
3а, 4а	Датчик давления, верхний предел измерения 0,2 МПа, токовый сигнал на выходе 4 ÷ 20 мА, класс точности 1	Метран - 100 - ДИ	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, ба	Пускатель бесконтактный реверсивный U = 220 В	ПБР – 2М	3	
1в	Клапан малогабаритный регулирующийся с электроприводом МЭПК, Р <sub>у</sub> = 1,6 МПа; d <sub>у</sub> = 20 мм, t <sub>среды</sub> = - 40 ÷ 225 °С, материал корпуса нержавеющей	КМР.Э 101 НЖ 20 0,16 НО Р УХЛ (1)	1	
2г	Клапан малогабаритный регулиюще-отсечной с электроприводом МЭПК, Р <sub>у</sub> = 1,6 МПа; d <sub>у</sub> = 65 мм, t <sub>среды</sub> = - 40 ÷ 225 °С, материал корпуса нержавеющей	КМРО. Э 101 НЖ 65 10 НЗ Р УХЛ (1)	1	
6б	Клапан малогабаритный отсечной с электроприводом МЭПК, Р <sub>у</sub> = 1,6 МПа; d <sub>у</sub> = 20 мм, t <sub>среды</sub> = - 40 ÷ 225 °С, материал корпуса нержавеющей	КМО.Э 101 НЖ 20 0,16 НЗ Р УХЛ (1)	1	

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев, А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский; под общ. ред. А.С. Ключева. – Изд. 2-е; перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.

2. Смилянский, Г.Л. Справочник проектировщика АСУТП / Г.Л. Смилянский, Л.З. Амлинский, В.Я. Баранов; под общ. ред. Г.Л. Смилянского. – М.: Машиностроение, 1983. – 527 с.

3. Аристова, Н.И. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП / Н.И. Аристова, А.И. Корнеева. – М: Науч. тех. лит. изд-во, 2001. – 399с.

4. Супрунов, Н.А. Проектирование систем автоматизации химико-технологических процессов: учеб. пособие / Н.А. Супрунов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2002. – 92 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Содержание раздела «Автоматизация производственных процессов» дипломного проекта.....	4
1.1. Составление задания на проектирование системы автоматизации.....	4
1.2. Разработка схемы автоматизации.....	5
1.2.1. Изображение технологического оборудования и коммуникаций.....	5
1.2.2. Изображение приборов и средств автоматизации. Функциональная характеристика приборов и средств автоматизации.....	7
1.2.3. Изображение приборов и средств автоматизации.....	10
1.2.4. Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации.....	14
1.2.5. Позиционное обозначение приборов и средств автоматизации.....	19
1.2.6. Требования, предъявляемые к оформлению схем автоматизации...20	
1.3. Составление спецификации на приборы и средства автоматизации.....	25
1.4. Описание схемы автоматизации.....	26
2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).....	26
3. Пример выполнения раздела «Автоматизация производственных процессов».....	33
Список литературы.....	39

Составители:

Ерофеева Елена Владимировна  
Головушкин Борис Анатольевич

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

*Методические указания к выполнению раздела  
«Автоматизация производственных процессов»  
дипломного проекта студентами специальности 240304  
«Химическая технология тугоплавких неметаллических  
и силикатных материалов»*

Технический редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 25.02.2009. Формат  $60 \times 84 \frac{1}{16}$ . Бумага писчая.

Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,58. Тираж 100 экз. Заказ

ГОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический  
университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики  
и финансов ГОУ ВПО "ИГХТУ"  
153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7.