

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств»*

Иваново
2009

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Ивановский государственный химико-технологический университет

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств»*

Составитель: Е.В. Ерофеева

Иваново 2009

Составитель: Е.В. Ерофеева

УДК 658.512.011.56

Проектирование автоматизированных систем: метод. указания к практическим занятиям для студентов специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Сост.: Е.В. Ерофеева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2009. – 48с.

В методических указаниях изложены вопросы проектирования систем автоматизации, а также рассмотрены особенности автоматизации машин и аппаратов химического, отделочного, пищевого производства. Приведены примеры схем автоматизации со спецификациями на приборы и средства автоматизации.

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

Табл. 5. Ил. 25. Библиогр.: 4 назв.

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

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для практических занятий по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем» студентами специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств».

В указаниях изложены особенности автоматизации машин и аппаратов химического, отделочного, пищевого производства, а также производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Приведены примеры схем автоматизации со спецификациями на приборы и средства автоматизации по пяти темам:

- автоматизация аппаратов химического производства непрерывного действия;
- автоматизация аппаратов химического производства периодического действия;
- автоматизация машин и аппаратов отделочного производства;
- автоматизация аппаратов пищевого производства;
- автоматизация производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

На практических занятиях предлагается изучить готовые схемные решения в виде свернутых и развернутых схем автоматизации, а также разработать развернутые схемы автоматизации и составить спецификации на приборы и средства автоматизации, пользуясь кратким каталогом.

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

Тема № 1. Автоматизация аппаратов химического производства непрерывного действия

Непрерывное производство – это совокупность технологических процессов, организованных в виде производственной линии, участка, цеха или предприятия в целом. Характеризуется работой без остановок, в течение достаточно длительного времени, без праздников и выходных, безостановочным ремонтом оборудования или использованием резервного оборудования. Для автоматизации непрерывных производств 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.

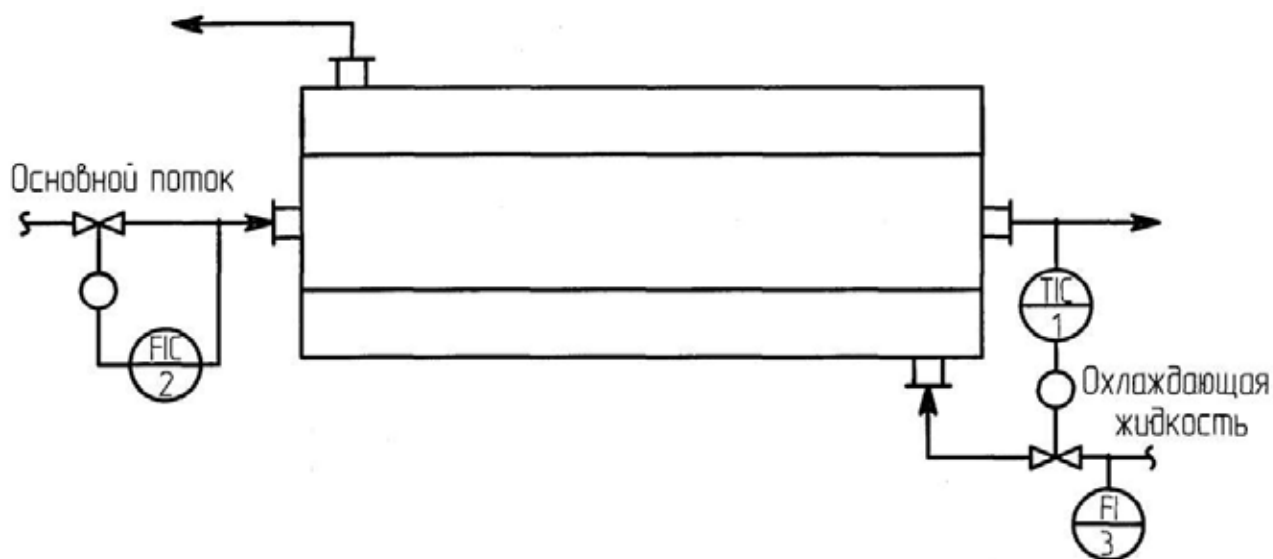
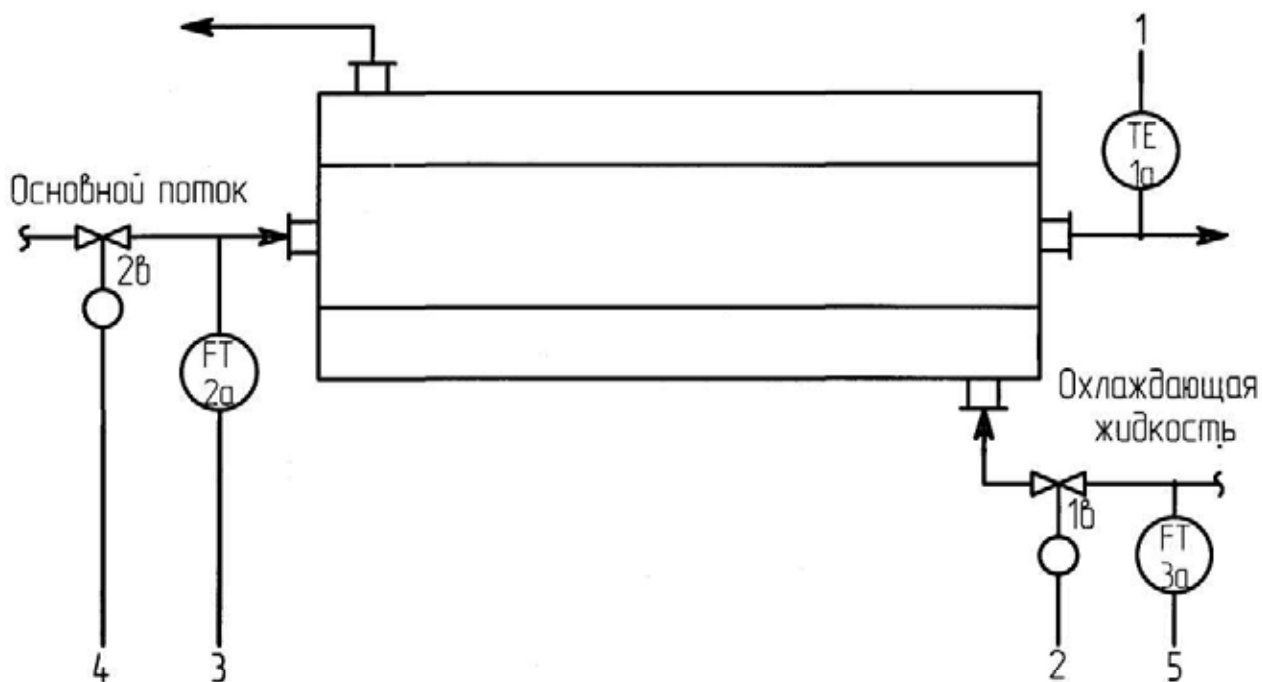


Рис.1.Свернутая схема автоматизации теплообменника

Разберем в качестве примера (см. рис.1) автоматизацию теплообменника типа «труба в трубе». Теплообменник представляет собой две коаксиально расположенные трубы, через которые противоток пропускаются две жидкости: основной поток и охлаждающая жидкость. Предусмотрено: регулирование расхода основного потока на аппарат $2 \pm 0,03 \text{ м}^3/\text{ч}$; регулирование температуры основного потока на выходе теплообменника $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ за счет изменения по-

дачи охлаждающей жидкости; контроль расхода хладагента на теплообменник $1 \div 1,4 \text{ м}^3/\text{ч}$.



		1	2	3	4	5
		$20 \pm 2^\circ\text{C}$		$2 \pm 0,03 \text{ м}^3/\text{ч}$		$1 \div 1,4 \text{ м}^3/\text{ч}$
По месту			NS 1b		NS 2b	
МК «ТКМ-700»	аналоговый ввод					
	аналоговый вывод					
	дискретный ввод					
	дискретный вывод					
ПЭВМ	видеотерминал					
	печать					
	пульт управления					

Рис.2. Развернутая схема автоматизации теплообменника

Для создания системы автоматизации применим контроллер «ТКМ-700» в комплекте с ПЭВМ (рис.2). В качестве датчиков применим аналоговые датчики по температуре (поз.1а) и расходу (поз.2а,3а) фирмы «Метран», в качестве регулирующих органов применим клапаны «РУСТ-95» с электроприводом МЭПК (табл.1).

Таблица 1

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	Термометр сопротивления медный 0 ÷ 100 °С	ТСМ Метран 204	1	
2а,3а	Расходомер переменного перепада давлений, диапазон измерения 0 ÷ 5 м ³ /час, токовый сигнал на выходе 4 ÷ 20 мА, класс точности 1	Метран - 350	2	
1б, 2б	Пускатель бесконтактный реверсивный U = 220 В	ПБР – 2М	2	
1в,2в	Клапан регулирующий с электроприводом МЭПК, P _y = 1,6 МПа; d _y = 20 мм, t _{среды} до 225 °С	РУСТ 510-2 УХЛ(1), Ду20, Ру16, 225°С, корпус 12Х18Н10Т, КVu4 Р	1	

Задание 1. Форполимеризатор

Процесс полимеризации винилацетата осуществляется непрерывно. В форполимеризатор (рис. 3) непрерывно подаются винилацетат и метанольный раствор порофора. В форполимеризаторе происходит полимеризация винилацетата до степени конверсии 30%. Температура в форполимеризаторе поддерживается горячей водой. Тепло, выделяемое при реакции, снимается в обратном холодильнике, который охлаждается рассолом. Сконденсированные пары (флегма) с холодильника сливаются обратно в форполимеризатор.

Предусмотрено: регулирование подачи метанольного раствора порофора на форполимеризатор 400 л/ч (контур 1); регулирование подачи винилацетата на форполимеризатор 1350 л/ч (контур 2); регулирование уровня жидкости в форполимеризаторе не более 50 % за счет отбора продукта на полимеризатор (контур 3); контроль давления в форполимеризаторе не более 0,004 МПа (контур 4); регулирование температуры реакционной массы 57 ÷ 65 °С за счет изменения подачи горячей воды в рубашки аппарата (контур 5, 6); регулирование температуры в обратном холодильнике за счет изменения подачи охлаждающего рассола 40 ÷ 43 °С (контур 7).

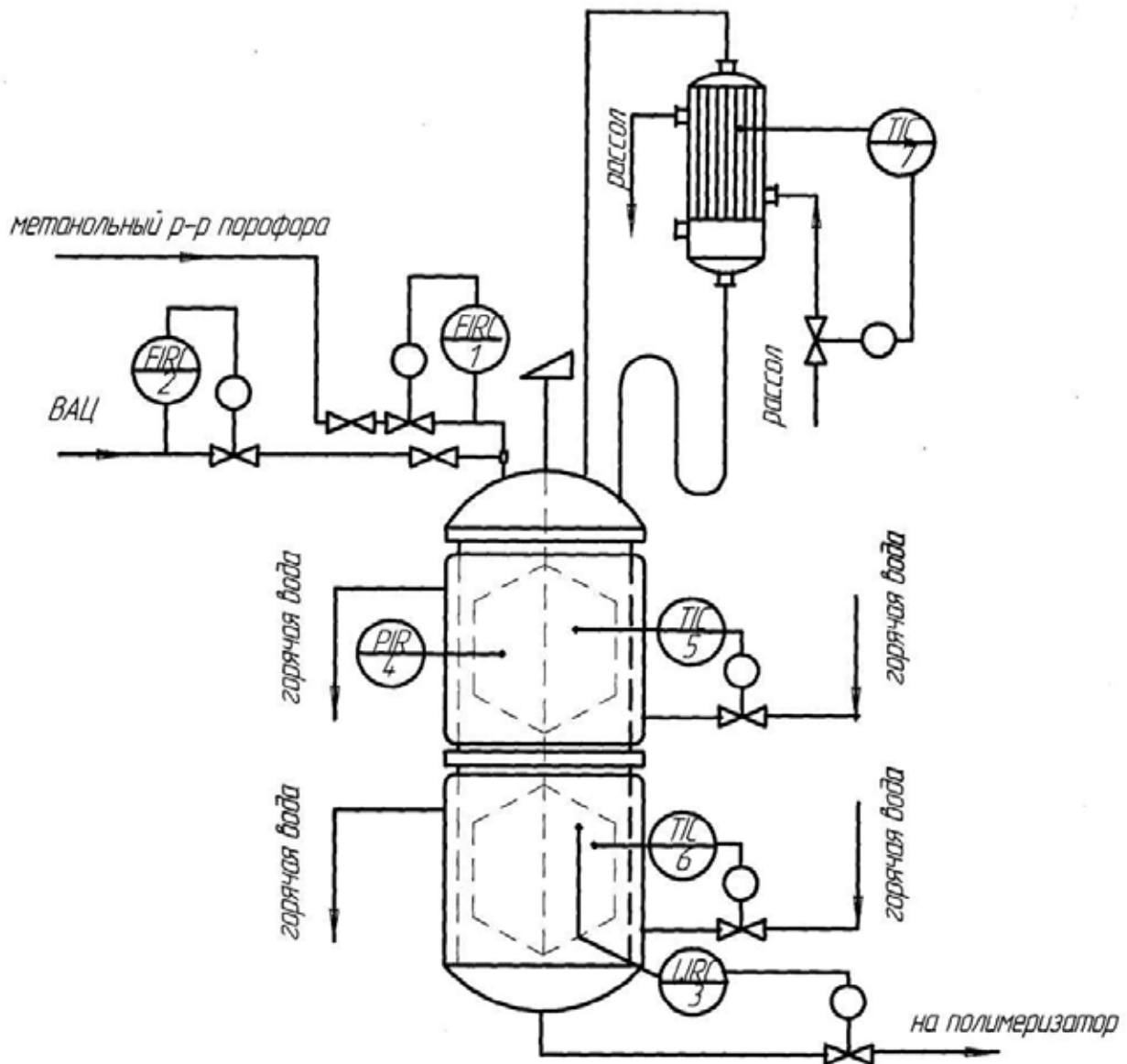


Рис. 3. Форполимеризатор

Задание 2. Контактный аппарат окисления NH_3

В составе производства осуществляется стадия получения окиси азота (NO) методом каталитической парокислородной конверсии аммиака (NH_3) на платино-родиевой сетке без давления (рис. 4). Пароаммиачно-воздушная смесь – ПКС попадает в верхнюю коническую часть контактного аппарата, проходит распределительную решетку с отверстиями, чем достигается равномерное обтекание каталитических сеток, на которых происходит реакция окисления аммиака при температуре $900 \div 920$ °С. Тепло реакции используется для производства пара, для чего контактный аппарат оборудован двумя змеевиками. Через верхний змеевик проходит пар, через нижний змеевик конденсат от парового барабана. Паровой барабан предназначен для отделения пара от конденсата.

Предусмотрено: контроль и сигнализация давления 5 ÷ 12 кПа ПКС на входе в аппарат (контур 1); контроль температуры 130 ÷ 170 °С ПКС (контур 2); контроль и регулирование давления пара в сети 1,6 ± 0,05 МПа (контур 3); сигнализация температуры на катализаторных сетках (выше 950 °С) и отсечка подачи ПКС при превышении заданного предела (контур 4); контроль давления пароводяной смеси после нижнего змеевика 0,8 ÷ 1,1 МПа (контур 5); контроль регулирования расхода конденсата 37 ± 1 м³/час (контур 6); давление в паровом барабане 0 ÷ 1,8 МПа (контур 7); контроль уровня конденсата в паровом барабане 0 ÷ 560 мм (контур 8).

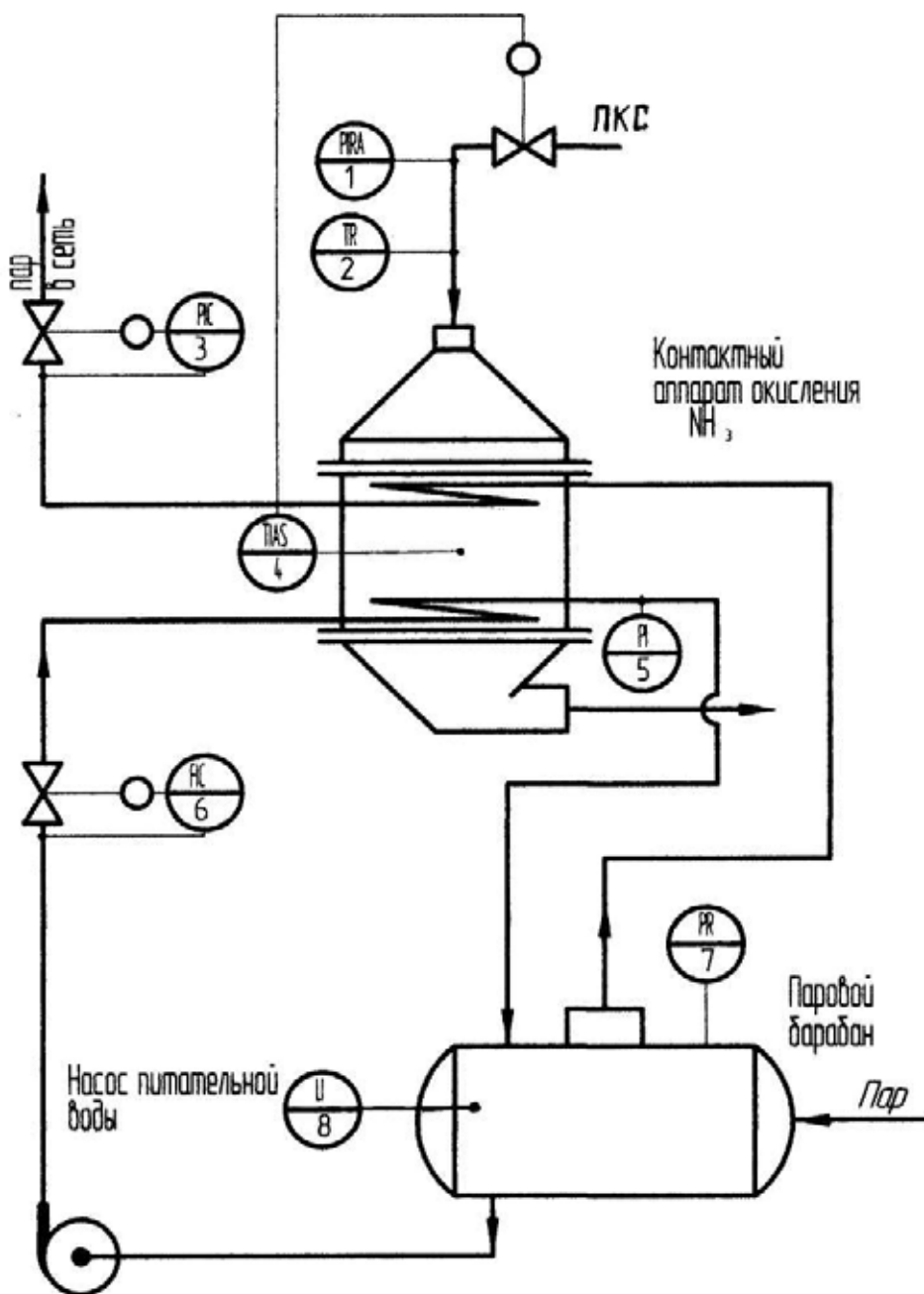


Рис. 4. Контактный аппарат окисления NH₃

Задание 3. Выпарная установка

Исходный раствор с концентрацией $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $51 \div 54 \%$ поступает в выпарной аппарат, где происходит повышение концентрации раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ до $60 \div 62 \%$. Предусмотрено (рис. 5): регулирование расхода исходного раствора на выпарной аппарат 2500 ± 30 кг/ч (контур 1); регулирование температуры кипения исходного раствора в аппарате 110 ± 2 °С за счет подачи греющего пара (контур 2); контроль и сигнализация давления греющего пара $0,3 \pm 0,01$ МПа на выпарной аппарат (контур 3); контроль температуры греющего пара $130 \div 133$ °С (контур 4); регулирование уровня 40 % от Н раствора в сепараторе за счет изменения отбора упаренного раствора (контур 5); контроль расхода отбираемого упаренного раствора $0 \div 1000$ кг/ч (контур 6); контроль и сигнализация давления вторичного пара $0,04 \pm 0,002$ МПа (контур 7); контроль температуры вторичного пара $74 \div 77$ °С (контур 8); контроль концентрации $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $60 \div 62 \%$ (контур 9).

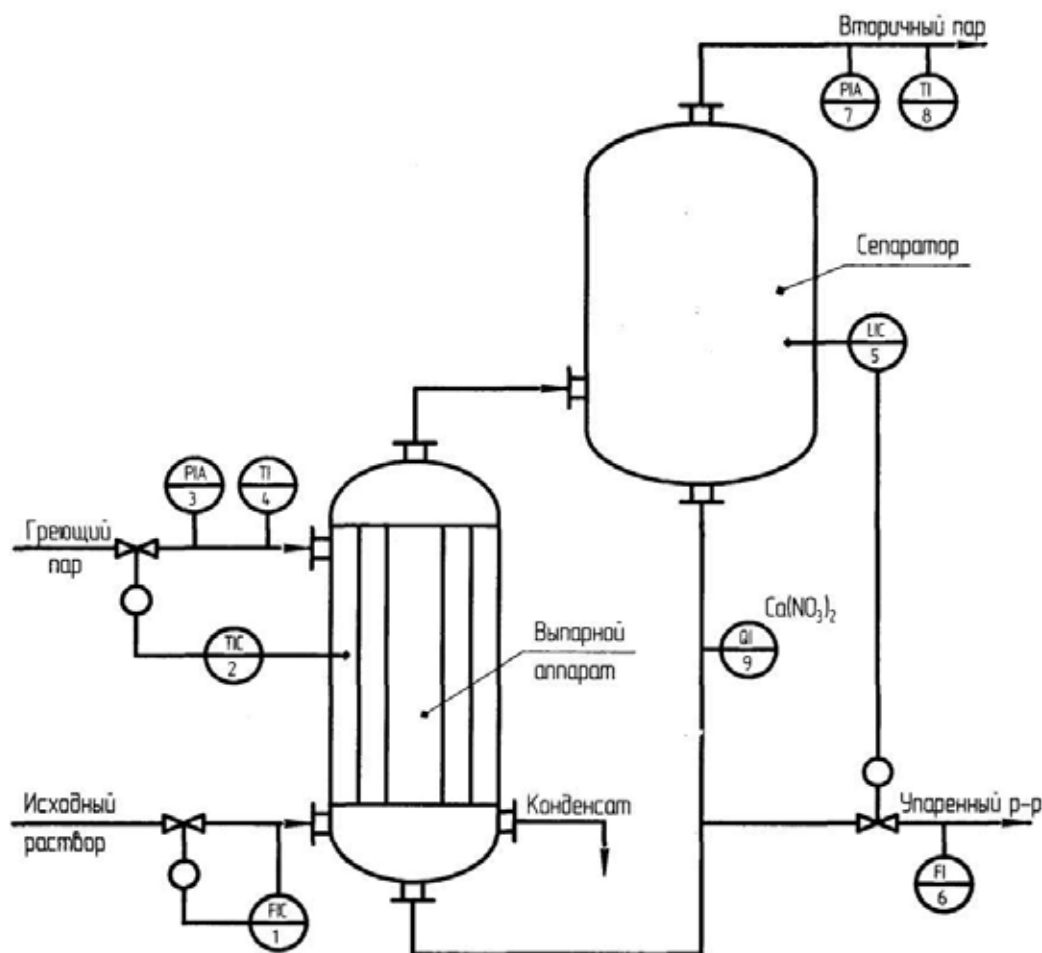


Рис. 5. Выпарной аппарат

Тема № 2. Автоматизация аппаратов химического производства периодического действия

Периодический процесс отличается от непрерывного наличием стадий. Причем все стадии осуществляются последовательно в одном аппарате. Например, производство охлаждающей жидкости «Тосол» - это периодический процесс, протекающий в цилиндрическом аппарате с мешалкой и рубашкой. Выделяют стадию загрузки (дозирование компонентов в соответствии с технологическим регламентом), стадию перемешивания (включение мешалки, подача теплоносителя в рубашку, выдержка в течение заданного времени, отключение мешалки), стадия 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. 6 представлена свернутая (упрощенная) схема автоматизации смесителя.

Емкостной смеситель с подогревом

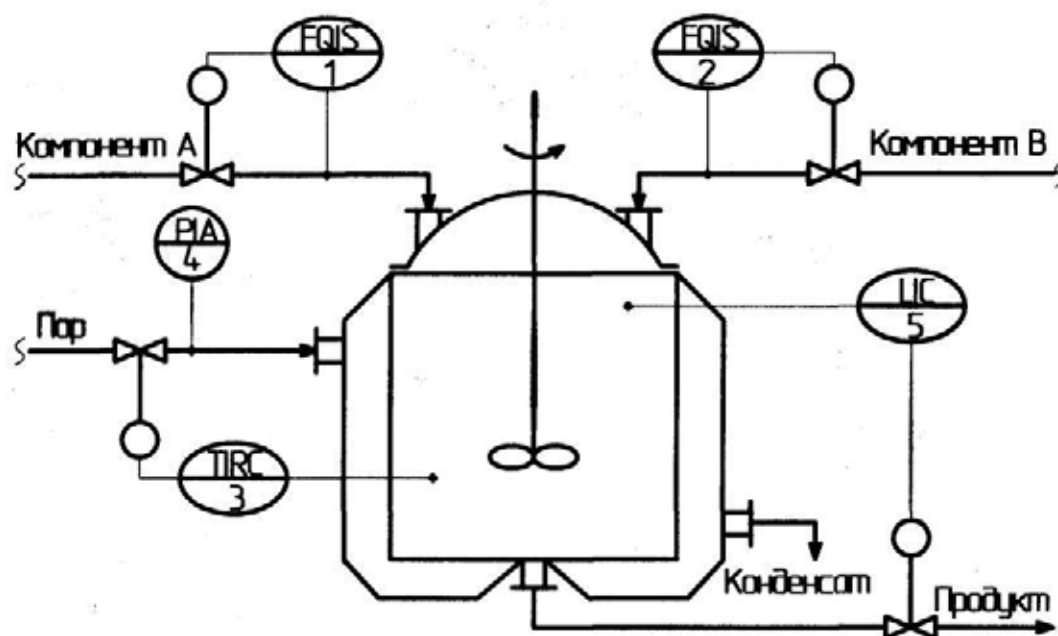


Рис. 6. Схема автоматизации емкостного смесителя

Работа емкостного смесителя с подогревом (условия пожаро-взрывоопасные) осуществляется в три стадии.

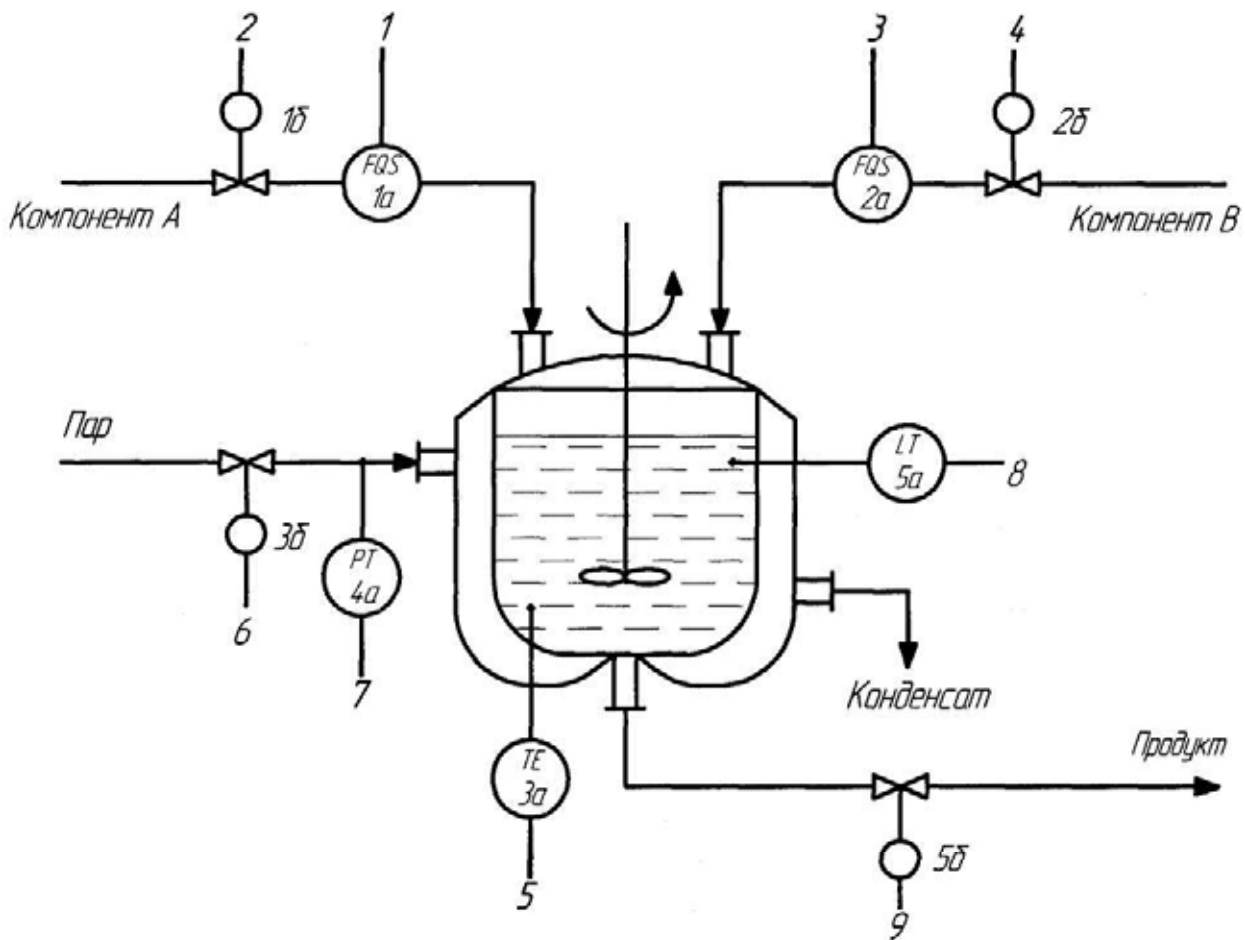
1 стадия: загружаем компонент А (среда жидкая, агрессивная) в количестве 1418 л (контур 1); загружаем компонент В (среда жидкая, агрессивная) в количестве 100 л (контур 2).

2 стадия: перемешивание осуществляется при температуре 70 ± 3 °С (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 микропроцессорного контроллера средней информационной мощности ТКМ-700. В качестве датчиков выберем современные датчики фирмы «Метран», обладающие аналоговыми, либо импульсными (дискретными) сигналами на выходе. При выборе приборов и средств автоматизации учитываем пожаровзрывоопасные условия протекания процесса, то есть, выбираем для датчиков взрывобезопасное исполнение. В частности, выберем вид взрывозащиты Exia – искробезопасная электрическая сеть. Применяются также виды взрывозащиты: «взрывонепроницаемая оболочка» и «герметизация компаундом». Также при выборе датчиков учитываем агрессивность измеряемых сред.

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. Применим запорные краны (поз. 1б, 2б) с электропневмораспределителями для дозирования компонентов в смеситель и регулирующий клапан (поз. 3б) с электропневмопреобразователем для регулирования температуры в смесителе. Контроллер ТКМ-700 с ПЭВМ считаем, что расположен в диспетчерской, которая отделена от цеха, где протекает технологический процесс. Диспетчерская не является пожаровзрывоопасным помещением.



		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		14,18±5 л		100±2 л		70±3 °C		0,5±0,55 МПа	3±0,1 м	
МКК "ТКМ-700"	аналоговый вход					•		•	•	
	аналоговый выход						•			
МКК "ТКМ-700"	дискретный вход	•		•						
	дискретный выход		•		•					•
ПЛЭВМ	видео терминал	•		•		•		•	•	
	печать					•				
	пульт управления	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Рис. 7 Развернутая схема автоматизации емкостного смесителя

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 $87 \div 43550$ л/ч, погрешность измерения $\pm 0,2$ %, класс точности 0,5; снабжен преобразователем IFT 9701 с импульсным выходным сигналом, исполнение взрывобезопасное; $d_v = 80$ мм	Метран - 360 F - F 300 S - Exia	1	
2а	Расходомер кориолисовый для агрессивных сред, диапазон измерений расхода $87 \div 43550$ л/ч, погрешность измерения $\pm 0,2$ %, класс точности 0,5; снабжен преобразователем IFT 9701 с импульсным выходным сигналом, исполнение взрывобезопасное; $d_v = 50$ 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 абсолютного давления с унифицированным токовым сигналом на выходе 4 - 20 мА, диапазон измерения $0 \div 0,6$ МПа; погрешность измерения $\pm 0,1$ %; класс точности 1, исполнение взрывобезопасное	Метран -55 - ДА - Exia	1	
5а	Датчик гидростатического давления с унифицированным токовым сигналом на выходе 4 - 20 мА, диапазон измерения $0 \div 30$ кПа; 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; $d_v = 80$ мм	ШКП - АТ - РДВ 5 - НЖ	2	
2б	Шаровой запорный кран с пневмоприводом, тип НЗ, укомплектован электропневмораспределителем РДВ – 5; $d_v = 50$ мм	ШКП - АТ - РДВ 5 - НЖ	1	
3б	Шаровой регулирующий клапан с пневмоприводом, тип НЗ, укомплектован электропневмопозиционером IP; $d_v = 50$ мм	ШРКП - АТ - IP - НЖ	1	

Задание 1. Аппарат для получения 2-меркаптобензтиазола

Аппарат (рис. 8) представляет собой емкостной эмалированный смеситель с мешалкой и рубашкой периодического действия.

В аппарат загружается этиленгликоль из расходной емкости (контур 1), затем включается мешалка; загружается NaOH из расходной емкости (контур 2); подается теплоноситель в рубашку (контур 3); при достижении 65 °С загружается 2-меркаптобензтиазол вручную; затем процесс перемешивания идет 30 мин.

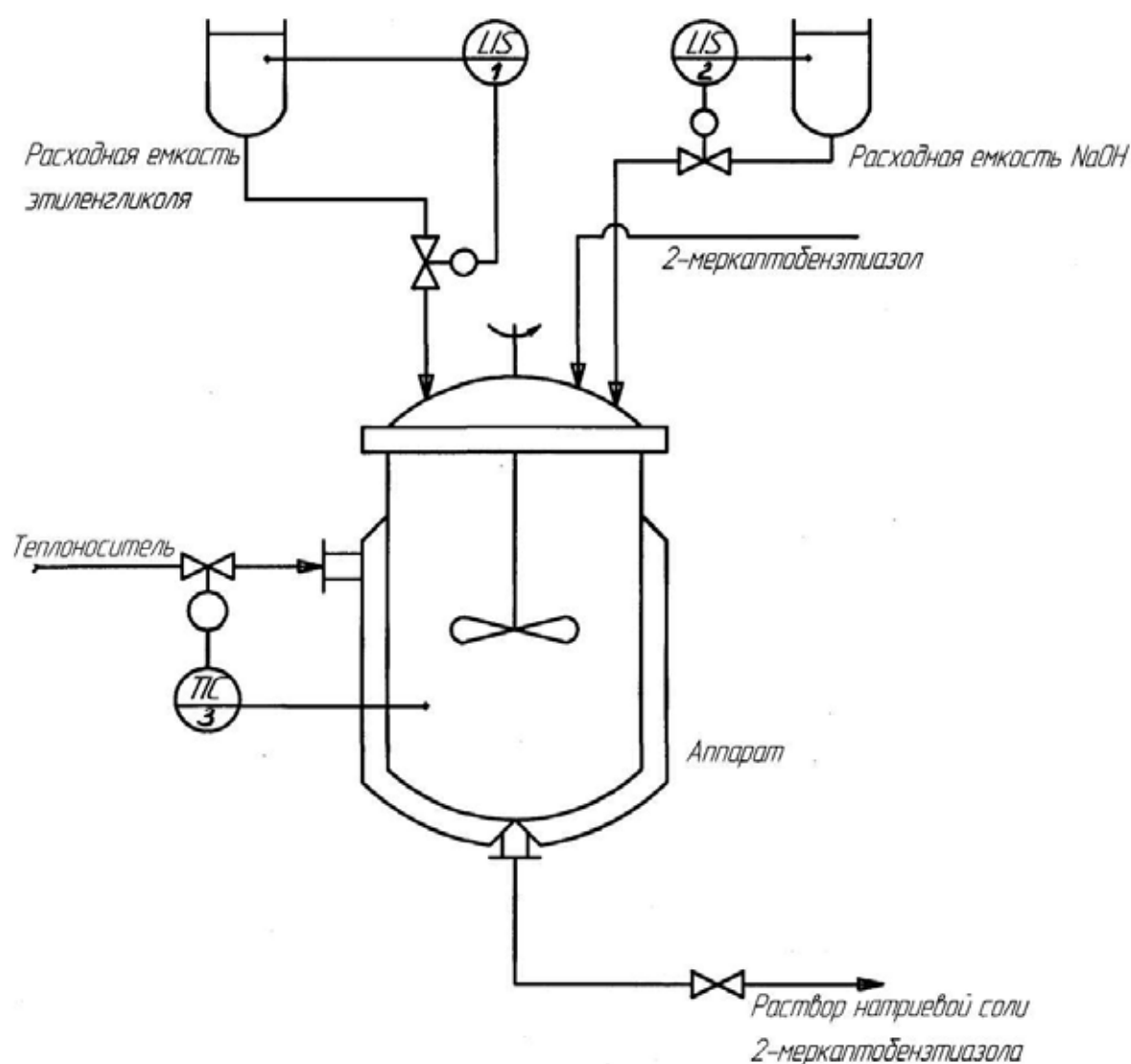


Рис. 8. Аппарат для получения 2-меркаптобензтиазола

Задание 2. Реактор нейтрализации сульфобутилолеата водным раствором аммиака (периодического действия)

Процесс (рис. 9) протекает в три стадии.

1 стадия: загрузка 1636 кг воды (1 контур), включается мешалка; загрузка 772 кг раствора аммиака (2 контур); создание вакуума (3 контур);

загрузка 2697 кг сульфомассы (4 контур).

2 стадия: перемешивание в течение 10 минут; температура при перемешивании ($50 \div 55$ °С) регулируется за счет изменения подачи хладагента (7 контур); контроль ($0 \div 5$ м) уровня (8 контур); измерение pH смеси (6 контур), при достижении 6,5 ед. pH процесс заканчивается.

3 стадия: выгрузка.

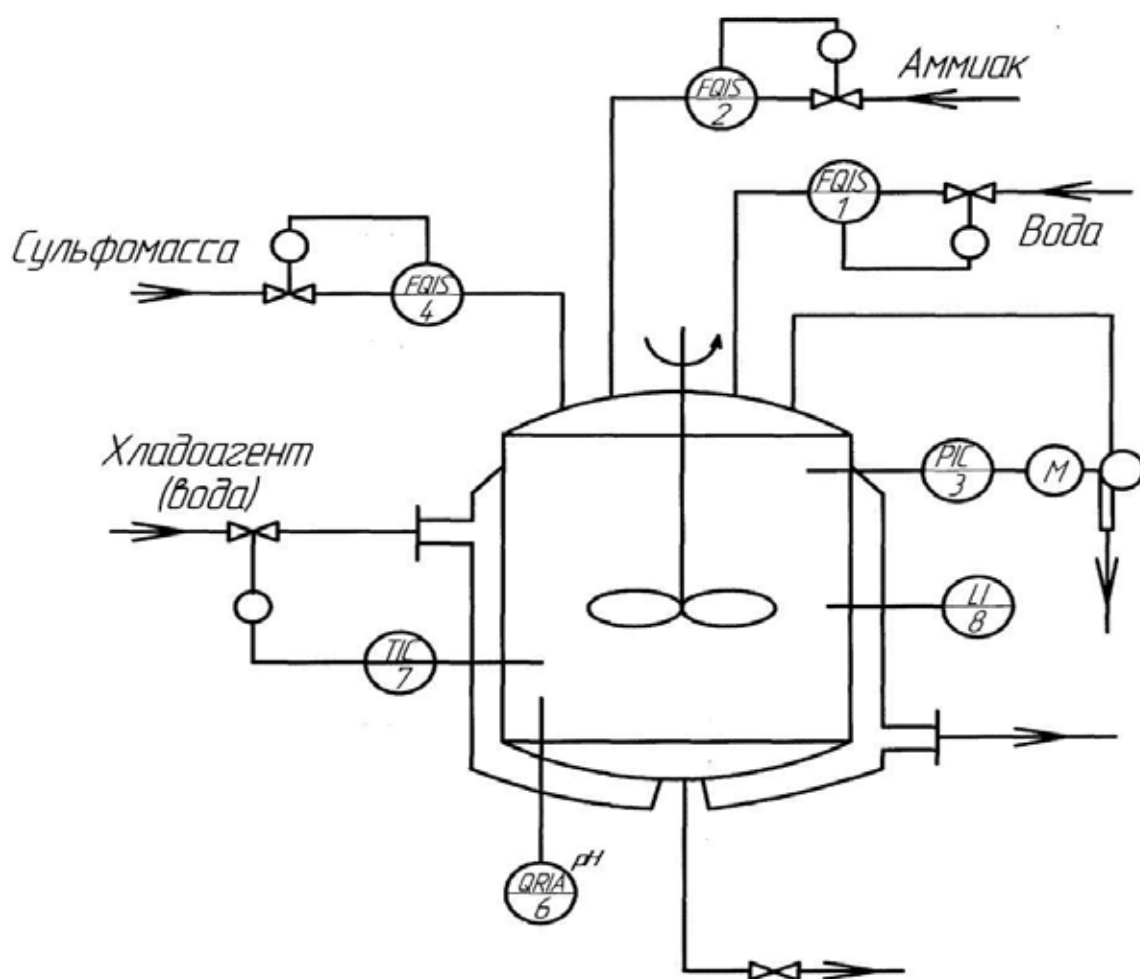


Рис. 9. Реактор нейтрализации

Задание 3. Реактор для производства замасливателя А-1 периодического действия

Производство замасливателя производится в реакторе (рис. 10) в несколько стадий.

1 стадия: загрузка 480 кг жидкого бутилстеарата (4 контур); включение мешалки; загрузка из бочек композиции в количестве 600 кг; перемешивание в течение 30 мин.

2 стадия: загрузка 1184 кг жидкого алкилфосфата (1 контур).

3 стадия: загрузка 193 кг жидкого раствора калия гидроокиси в диметилэтаноламинет (3 контур); перемешивание в течение 30 мин.

4 стадия: загрузка 1543 кг жидкого масла С-9 (2 контур).

5 стадия: контроль уровня (0 ÷ 100 %) в аппарате (5 контур); перемешивание в течение 1 часа; регулирование температуры в реакторе (45 ÷ 50 °С) за счет изменения подачи хладоагента (6 контур).

6 стадия: выгрузка (выход замасливателя А-1 с одной операции 4000 кг).

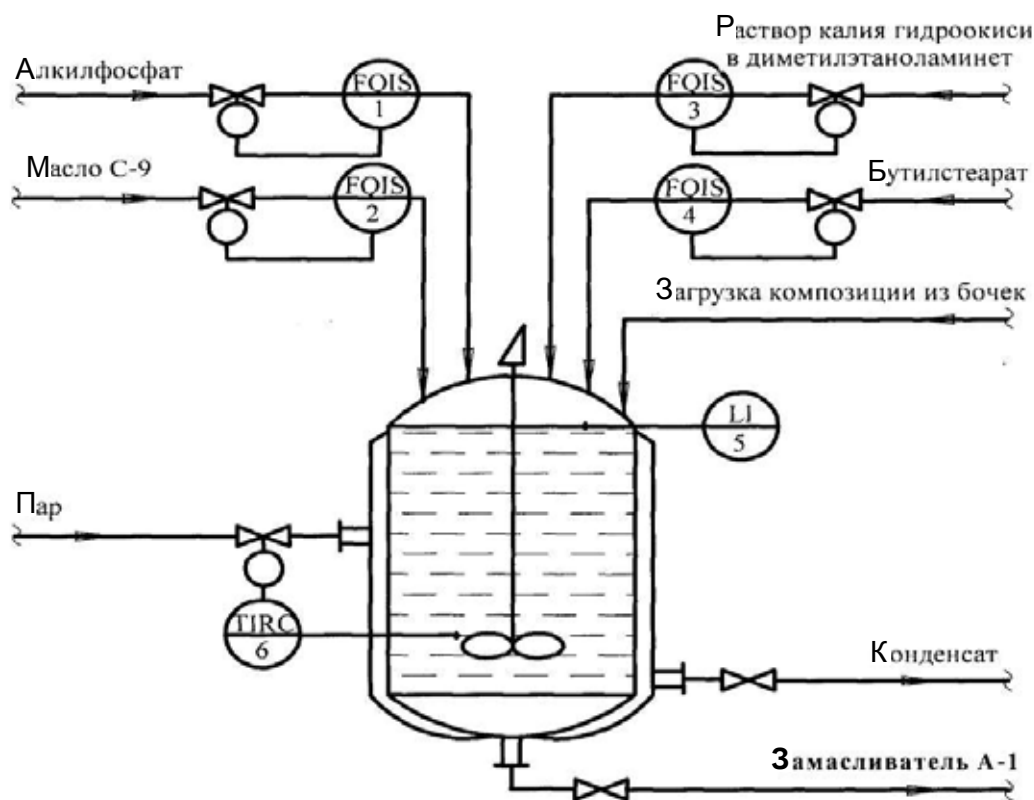


Рис. 10. Реактор для производства замасливателя А-1

Тема №3. Автоматизация машин отделочного производства

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. Задача автоматизации заключается в том, чтобы точно соблюдать технологический регламент, вести процесс отделки на максимальных скоростях, а также быстро перенастраивать линию с одного вида ткани на другой. Автоматизированные системы управления отделочным производством имеет 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, так для регулирования подачи щелочного раствора можно применить клапаны, изготовленные из титана.

Для примера разберем автоматизацию плюсовки – ванны для пропитки ткани аппретом. Нанесение аппрета (специальная пропитка, имеющая сложный состав) одна из основных операций заключительной отделки тканей, в результате которой ткань приобретает ряд ценных свойств: износоустойчивость, безусадочность, несминаемость и т.д. Плюсовка имеет змеевик, в который подается пар для поддержания температурного режима. После плюсовки ткань отжимают, для чего к отжимным валам подается сжатый воздух.

Предусмотрено (рис. 11): регулирование температуры в ванне 40 ± 2 °С за счет изменения подачи пара в змеевик (контур 1); регулирование уровня рас-

твор в ванне $1,2 \pm 0,2$ м за счет изменения подачи аппарата (контур 2); регулирование давления сжатого воздуха к отжимным валам $0,5 \pm 0,05$ МПа за счет изменения подачи сжатого воздуха (контур 3); контроль и сигнализация давления пара, подводимого к змеевику $0,6 \div 0,7$ МПа (контур 4).

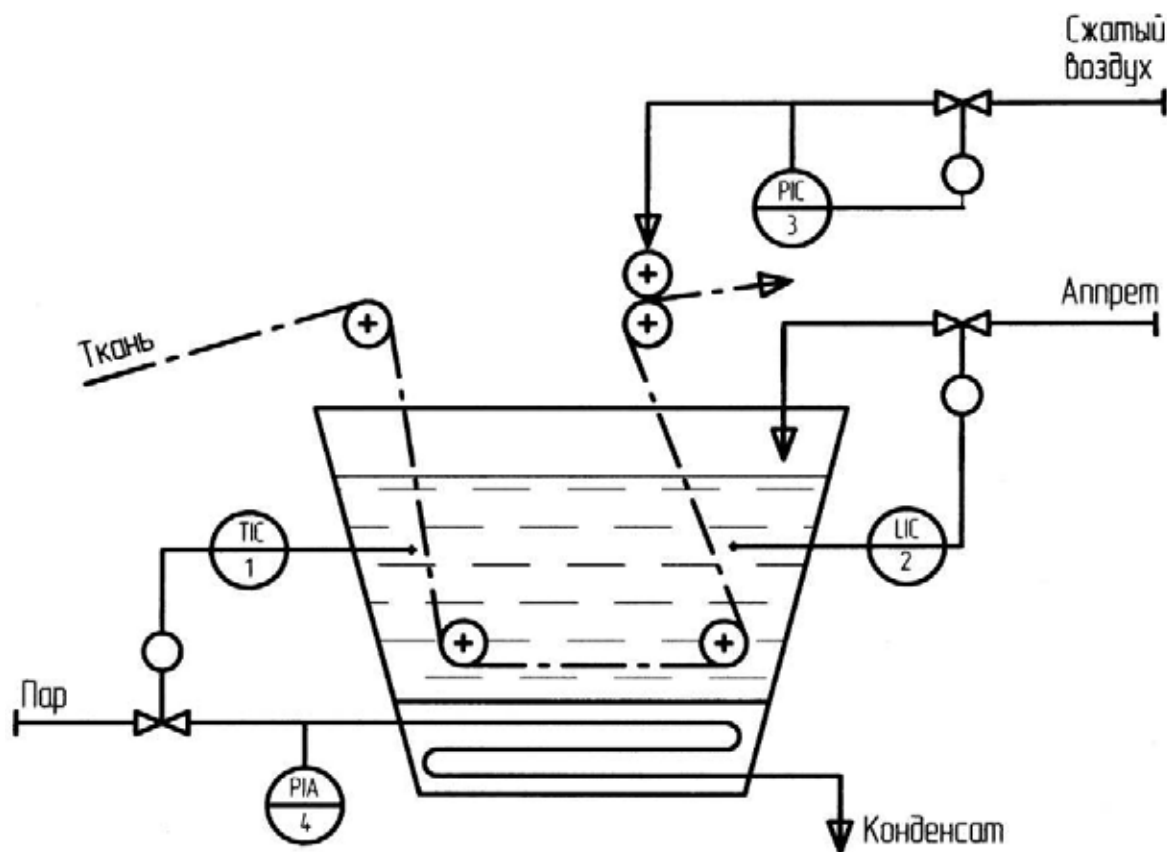
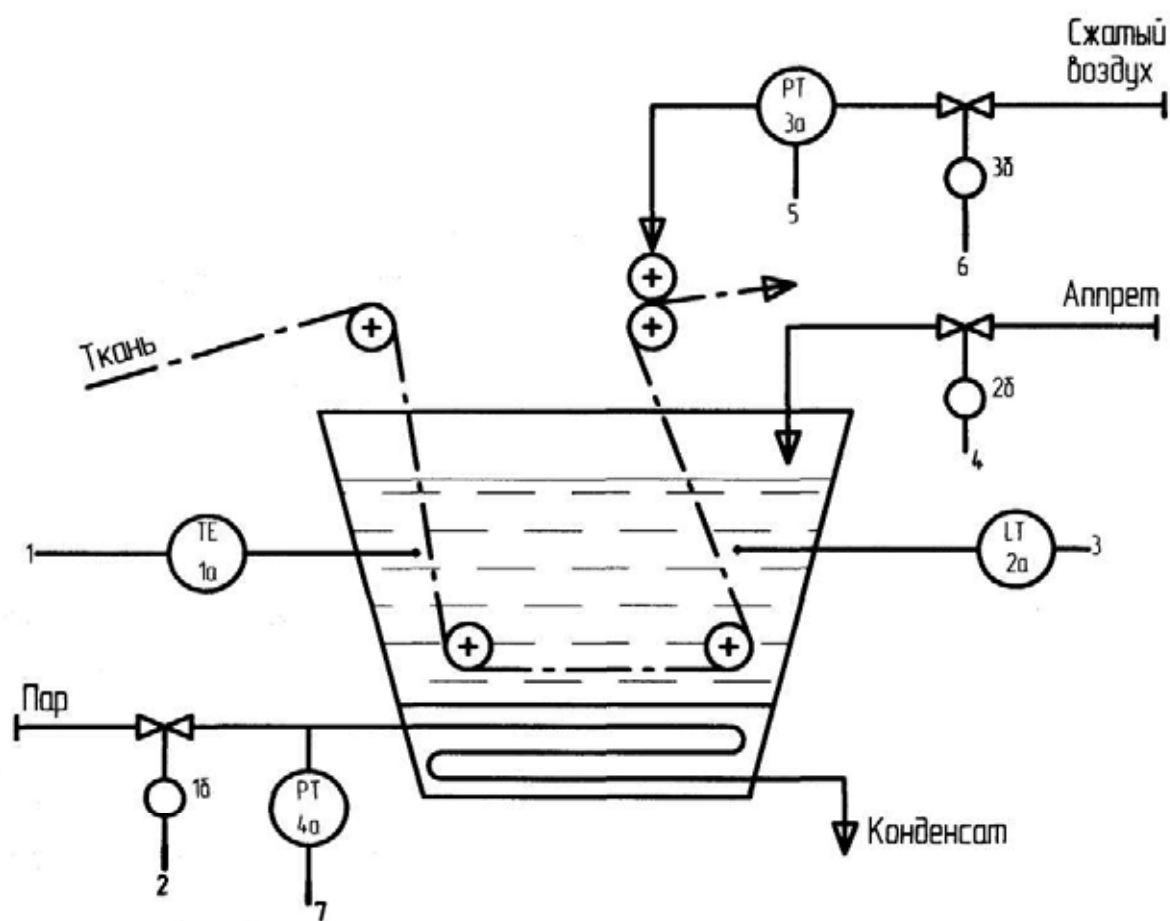


Рис. 11. Свернутая схема автоматизации плюсовки

Для создания САУ (рис. 12) применим современный отечественный контроллер ТКМ-52. Схема автоматизации представлена на рисунке и включает три контура регулирования и один контур контроля. В качестве датчиков (табл. 3) применим датчики фирмы «Метран», обладающие унифицированным токовым сигналом на выходе 4-20мА, в качестве регулирующих органов применим малогабаритные клапаны (d_y до 200 мм) с пневмоприводом фирмы «ЛГ автоматика». Клапаны выберем НЗ – нормально закрытые, т.е. при отсутствии командного давления воздуха проходное сечение полностью закрыто. Также применяются нормально открытые – НО клапаны, т.е. при отсутствии командного давления воздуха проходное сечение полностью открыто.



		1	2	3	4	5	6	7
МПК "ТКМ-52"	аналоговый ввод	40±2°C		12±0.2M		0.5±0.05MПа		0.6±0.7MПа
	аналоговый вывод							
	дискретный ввод							
	дискретный вывод							
ПЭВМ	видеотерминал							
	печать							
	пульт управления							

Рис. 12. Развернутая схема автоматизации плюсовки

Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер поз. по схеме	Наименование и краткая характеристика прибора	Тип прибора	Количество	Примечание
Многофункциональный контроллер ТКМ -52, работающий совместно с ПЭВМ				
1а	Термометр сопротивления медный 0 ÷ 100 °С	ТСМ Метран 204	1	
2а	Датчик для измерения гидростатического давления (уровня), диапазон измерения 0 ÷ 2м, токовый сигнал на выходе 4 ÷ 20 мА	Метран - 150 L 3	1	
3а, 4а	Датчик давления, верхний предел измерения 1 МПа, токовый сигнал на выходе 4 ÷ 20 мА, класс точности 1	Метран – 55 ДИ	2	
1б,2б	Клапан малогабаритный регулирующий с электропневмопозиционером Sipart PS2, P _y = 1,6 МПа; d _y = 20 мм, t _{среды} = - 40 ÷ 225 °С, материал корпуса нержавейка	КМР.ЛГ 101 НЖ 20 0,16 НЗ Р УХЛ (1)	2	
3б	Клапан малогабаритный регулирующий с электропневмопозиционером Sipart PS2, P _y = 1,6 МПа; d _y = 40 мм, t _{среды} = - 40 ÷ 225 °С, материал корпуса нержавейка	КМР.ЛГ 101 НЖ 40 1,6 НЗ Р УХЛ (1)	1	

Разберем работу второго контура регулирования. Уровень в плюсовке измеряем гидростатическим уровнемером Метран - 150 - L (поз. 2а). Унифицированный сигнал с уровнемера (4 ÷ 20 мА) поступает на аналоговый вход контроллера ТКМ - 52, где вырабатывается управляющее воздействие согласно ПИ закону регулирования. Управляющее воздействие с аналогового выхода контроллера поступает на электропневмопозиционер Sipart PS2 и затем на клапан малогабаритный регулирующий КМР (поз. 2б). Клапан установлен на линии подачи аппарата в плюсовку, изменяя подачу аппарата, мы тем самым стабилизируем уровень в ванне. Также информация об уровне в плюсовке поступает на видеотерминал ПЭВМ, где контролируется инженером-технологом.

Задание 1. Машина пропиточная для отварки ткани

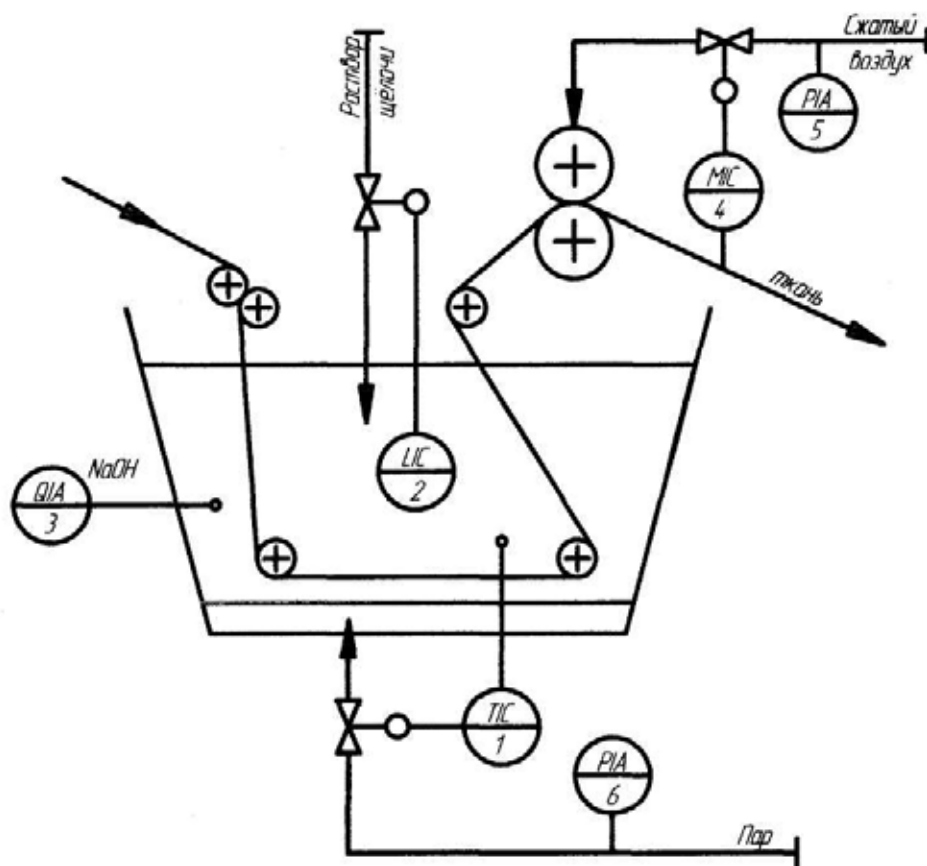


Рис. 13. Машина пропиточная для отварки ткани

Непрерывная отварка ткани производится врасправку в растворе щелочи в машине с двойным дном для подачи глухого пара. Отварка необходима для деструкции и перевода в водорастворимое состояние спутников целлюлозы и воскообразных веществ с последующим их удалением. Отварка улучшает капиллярность ткани и способность воспринимать другие технологические воздействия: белиение, крашение.

Предусмотрено (рис. 13): регулирование температуры раствора в ванне 60 ± 5 °С (контур 1); регулирование уровня раствора в ванне $1 \pm 0,1$ м (контур 2); контроль и сигнализация концентрации NaOH 40 ± 5 г/л (контур 3); регулирование влажности ткани после отжима $70 \div 80$ % (контур 4); контроль и сигнализация давления сжатого воздуха, подаваемого к отжимным валам $0,5 \pm 0,05$ МПа (контур 5); контроль и сигнализация давления пара, подводимого к двойному дну машины $0,6 \pm 0,05$ МПа (контур 6).

Задание 2. Ванна пропиточная

Ванна пропиточная (рис. 14) одна из основных машин линии отварки и беления. Она предназначена для кислотки ткани, а именно для удаления с ткани пятен после отварки и нейтрализации остатков щелочи. Кисловка проводится раствором технической серной кислоты. Ванна оборудована двойным дном для подогрева раствора глухим паром.

Предусмотрено: регулирование температуры раствора 45 ± 5 °С (контур 1); контроль и сигнализация давления на паропроводе $0,55 \div 0,65$ МПа (контур 2); сигнализация обрыва ткани (контур 3); регулирование уровня килочного раствора $1 \pm 0,1$ м (контур 4); контроль концентрации H_2SO_4 в ванне $2,7 \pm 0,15$ % (контур 5).

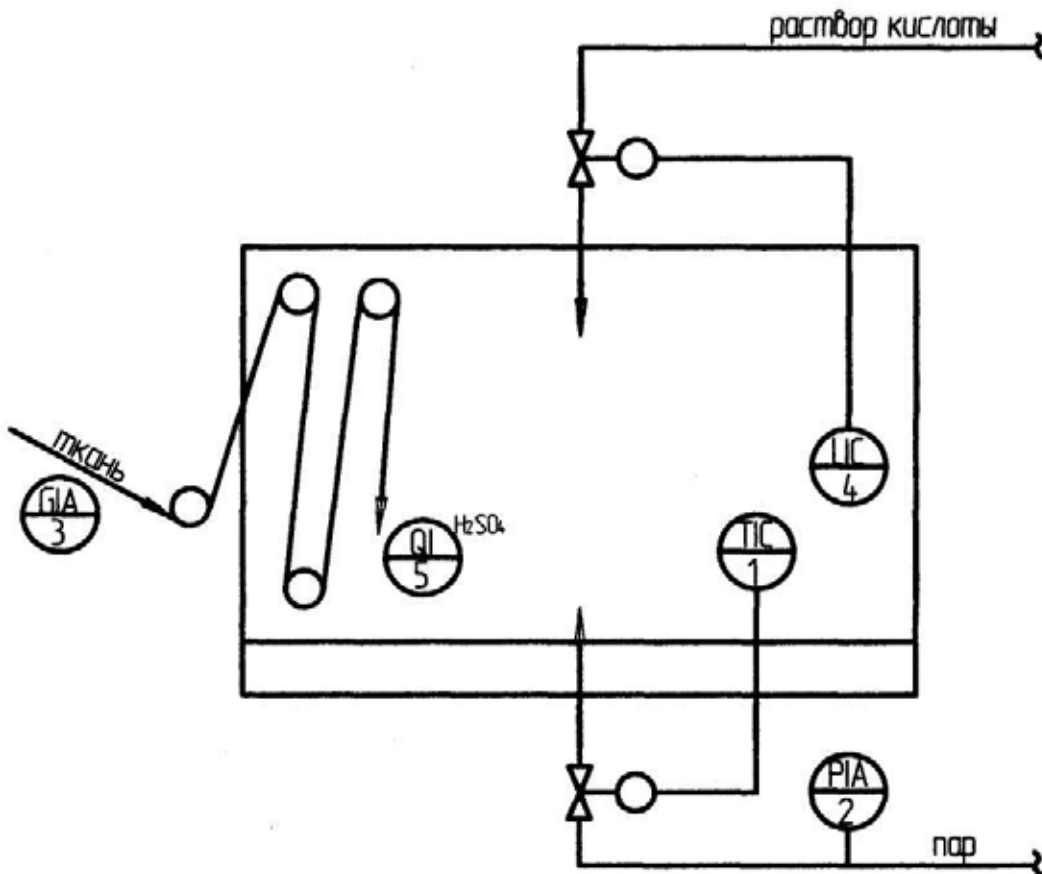


Рис. 14. Ванна пропиточная

Задание 3. Сушильно-барабанная машина

Сушильно-барабанная машина (рис. 15) предназначена для сушки ткани контактным способом. Греющий пар подается в сушильные барабаны; ткань, огибая барабаны, подсушивается до определенной влажности.

Предусмотрено: контроль температуры поверхности сушильного барабана $170 \div 180 \text{ }^\circ\text{C}$ (контур 1); регулирование влажности ткани ($30 \pm 2 \%$) на выходе сушильно-барабанной машины путем изменения подачи греющего пара к барабанам (контур 2); контроль скорости движения ткани $25 \div 100 \text{ м/мин}$ (3 контур); контроль и сигнализация давления греющего пара $0,5 \pm 0,05 \text{ МПа}$ (контур 4).

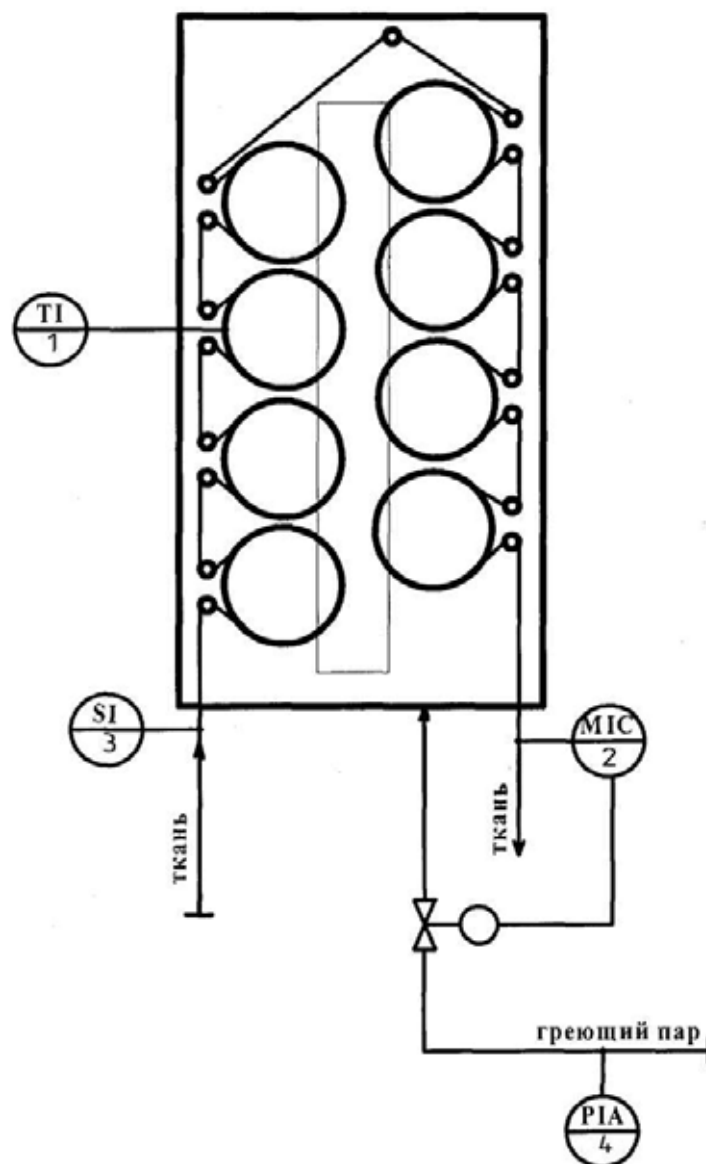


Рис. 15. Сушильно-барабанная машина

Тема № 4. Автоматизация аппаратов пищевого производства

В пищевом производстве представлены как аппараты непрерывного, так периодического действия. В целом автоматизация аппаратов пищевого производства сходна с автоматизацией химического производства, так как процесс производства пищевых продуктов – это сложный химико-технологический процесс. К особенностям автоматизации можно отнести применение электроавтоматики, применение регулирующих органов с пневмоприводом характерно 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 предъявляются 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.

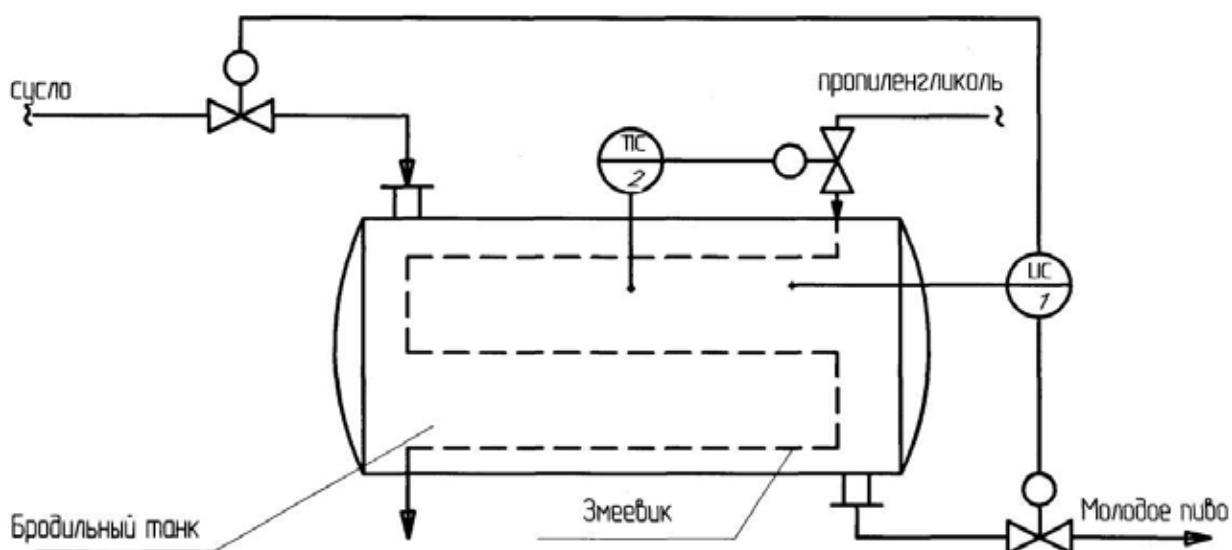


Рис. 16. Свернутая схема автоматизации танка брожения пива

В качестве примера рассмотрим схему автоматизации танка брожения пива (рис. 16). 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. Процесс протекает в 3 стадии. Первая стадия – это заполнение танка суслом до уровня 90% от высоты H танка (1 контур); вторая стадия сбраживания при температуре $6 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 10 суток. Третья стадия – это слив молодого пива в танки дображивания.

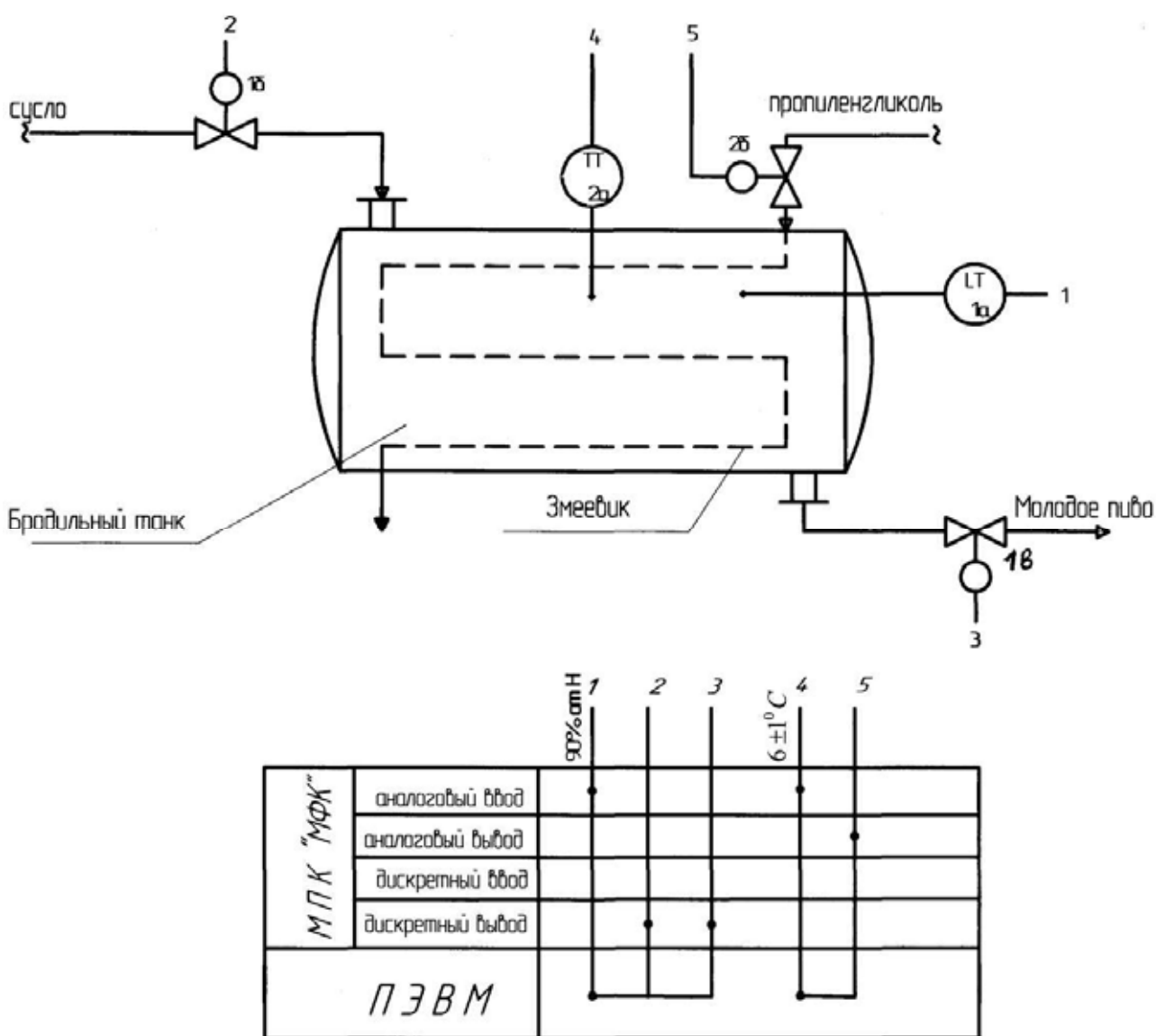


Рис. 17. Развернутая схема автоматизации танка брожения пива

На рис. 17 представлена развернутая схема автоматизации. Выбранные приборы и средства автоматизации представлены в спецификации (табл. 4). На пищевую среду (пиво) применим специальные клапаны – футерованные (поз. 1б, 1в), на хладагент – пропиленгликоль применим типовой клапан из нержавеющей стали (поз. 2 б).

Таблица 4

Спецификация на приборы и средства автоматизации

Номер поз. 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 токовый сигнал на выходе 4 ÷ 20 мА, 0 ÷ 100 °С	ТСПУ Метран 276	1	
1б,1в	Футерованный регулирующий клапан с электроприводом МЭПК, $P_y = 1,6$ МПа; $d_y = 50$ мм, $t_{\text{среды}}$ до 225 °С	МИЭФ-Э 101 50 25,0 Л УХЛ (1)	2	
2б	Клапан регулирующее-отсечной с электроприводом МЭПК, $P_y = 1,6$ МПа; $d_y = 25$ мм, $t_{\text{среды}}$ до 225 °С	КМРО.Э 101 НЖ 25 4,0 Л УХЛ (1)	1	

Задание 1. Пастеризатор пива

На рис. 18 представлен пастеризатор пива. Пастеризатор состоит из трех секций теплообмена и лежачка. Насосы подают пиво в первую секцию теплообмена, где пиво нагревается потоком горячего пива. Регулируется расход пива на пастеризатор 1000 ± 10 л/ч (контур 1); также контролируется давление пива на аппарат, после первой секции теплообмена и на выходе из аппарата $0 \div 5$ бар (контур 2, 3, 7). Вторая секция теплообмена – это секция пастеризации, здесь регулируем температуру пива 71 ± 1 °С за счет подачи горячей воды (контур 4). После второй секции пиво поступает на лежак, проходя по лежаку оно охлаждается до температуры $50 \div 52$ °С (контур 5). Затем пиво поступает в третью секцию охлаждения, где пиво охлаждается до температуры $5 \div 6$ °С за счет подачи гликоля (контур 6).

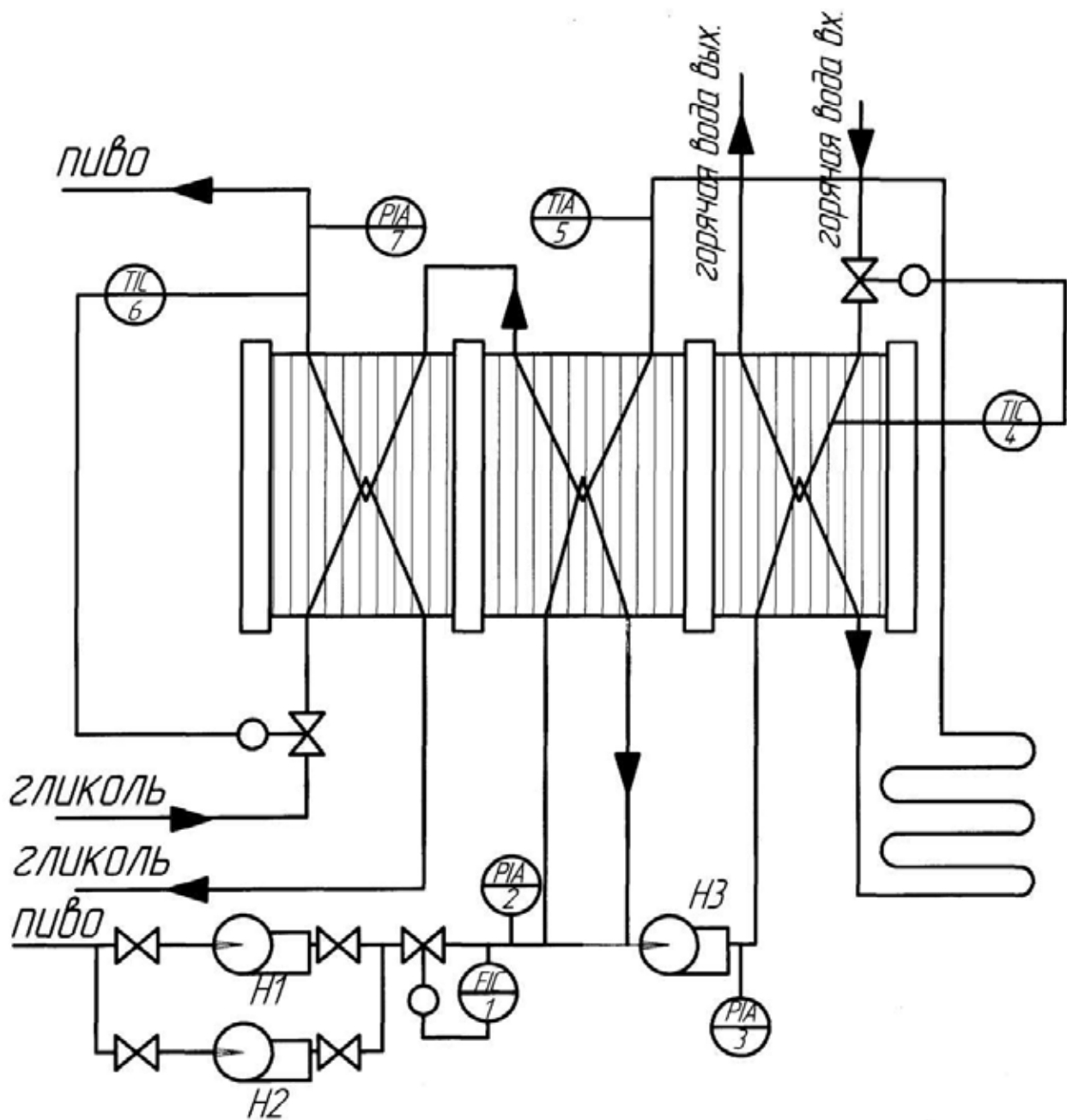


Рис. 18. Пастеризатор пива

Задание 2. Тоннельная хлебопекарная печь

Тоннельная хлебопекарная печь (рис. 19) предназначена для выпечки хлебобулочных изделий. Печь состоит из топочного пространства и пекарной камеры, в которой выделяют две зоны. В топочное пространство подается природный газ. Также в печь поступает пар для создания определенной влажности в пекарной камере. Тестовые заготовки проходят последовательно первую и вторую зоны пекарной камеры.

Предусмотрено: регулирование расхода природного газа на топочное пространство печи $168 \pm 3 \text{ м}^3/\text{ч}$ (контур 1); регулирование расхода пара на печь $126 \pm 3 \text{ кг/ч}$ (контур 2); контроль и сигнализация температуры в первой зоне пекарной камеры $185 \div 195 \text{ }^\circ\text{C}$ (контур 3); контроль и сигнализация температуры во второй зоне пекарной камеры $202 \div 210 \text{ }^\circ\text{C}$ (контур 4); контроль и сигнализация давления в топочном пространстве печи $10 \pm 0,3 \text{ мм. вод. ст.}$ (контур 5); контроль и сигнализация наличия пламени горелки в топочном пространстве печи (контур 6).

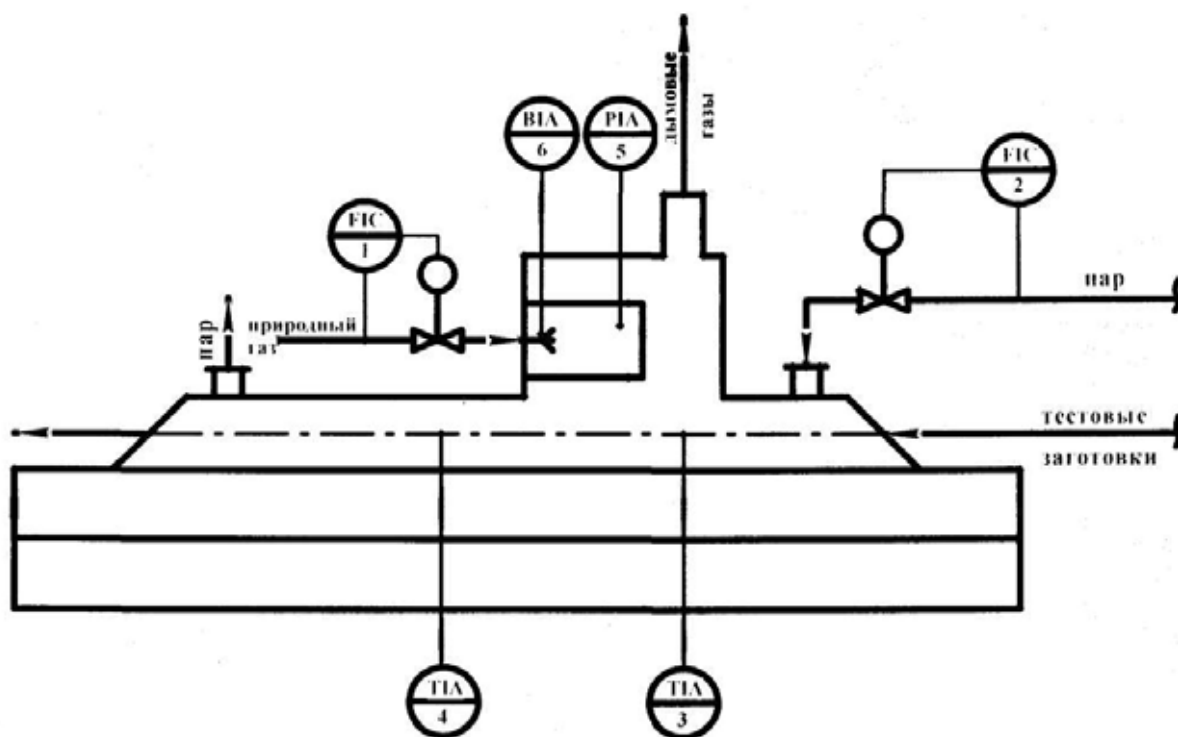


Рис. 19. Тоннельная хлебопекарная печь

Тема № 5. Автоматизация производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Производство тугоплавких неметаллических и силикатных материалов всегда связано с процессом горения. Поэтому в этой теме рассмотрим 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 оптимального соотношения топливо-воздух;
- поддержание температурного режима;
- поддержание аэродинамического режима объекта;
- поддержание давления разрежения на выходе дымовых газов.

Контроль:

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

Для безопасного осуществления процесса горения необходимо прекращать (отсекать) подачу газа к горелкам в случае отклонения от регламентных значений следующих параметров:

- давление газа на подводящем трубопроводе;
- давление воздуха перед горелочными устройствами;
- разрежение на выходе дымовых газов;
- концентрация природного газа в рабочей зоне;
- температура 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 сушильного барабана (рис. 20). В топку на горение (1 горелка) подается природный газ и воздух. Предусмотрено: регулирование температуры в топке 1000 ± 50 °С за счет изменения подачи газа (контур1); регулирование соотношения подачи природный газ : воздух (1:3) на топку за счет подачи воздуха на горение (контур 2); контроль давления подачи природного газа на топку $1,6 \div 1,65$ кПа (контур 3); контроль давления подачи воздуха на топку $0,12 \div 0,15$ МПа (контур 4); контроль наличия пламени горелки (контур 5); при отклонении давления газа и воздуха на печь от регламентных значений, при погасании пламени горелки предусмотрена блокировка подачи природного газа.

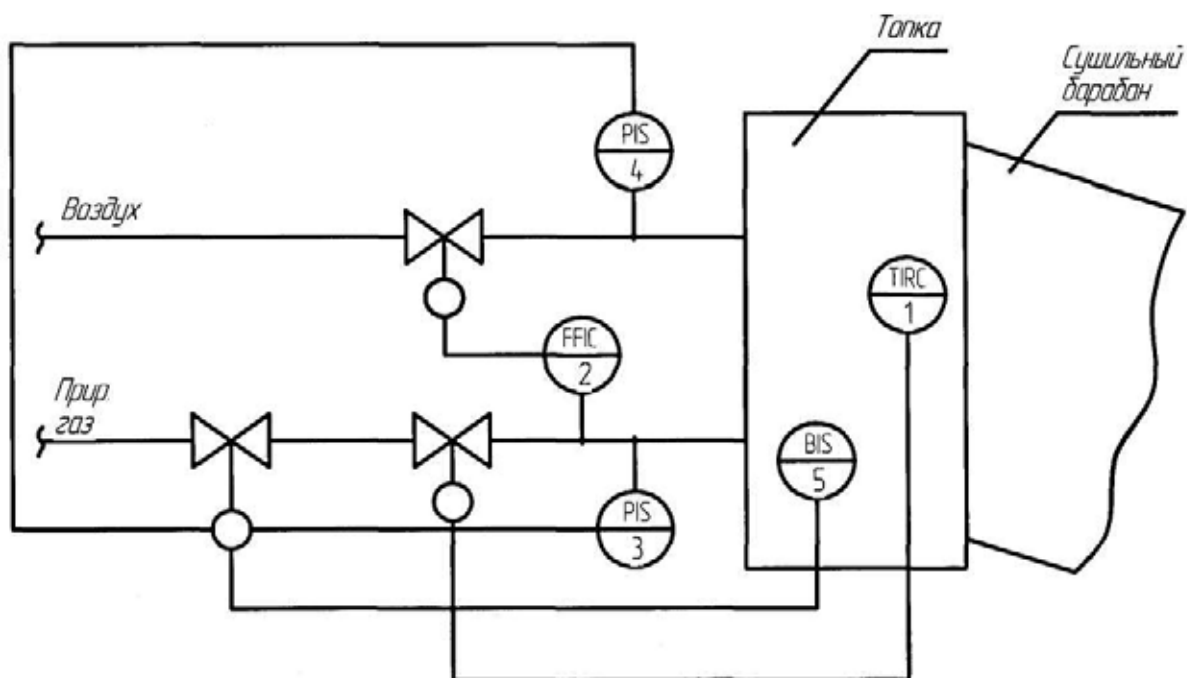
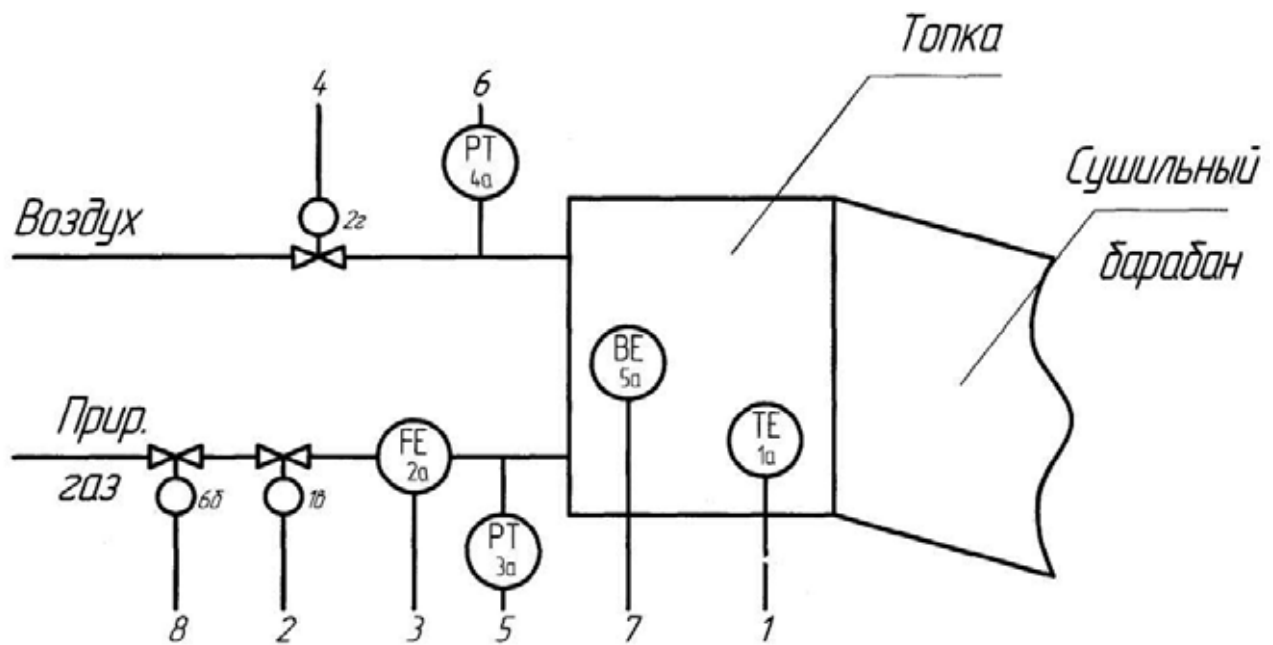


Рис. 20. Свернутая схема автоматизации топки сушильного барабана

Для автоматизации применим отечественный РС совместимый многофункциональный контроллер средней информационной мощности ТКМ-700 (рис.21). 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 (поз.5а,5б). В качестве регулирующих органов выберем клапаны регулирующие, отсечные и регулирующие-отсечные фирмы «ЛГ автоматика» с электроприводом МЭПК.

Разберем работу контура регулирования температуры. Температура в топке измеряется преобразователем температуры Метран 280 (поз. 1а). Сигнал от датчика температуры поступает на аналоговый вход ТКМ-700, где вырабатывается управляющее воздействие. Управляющее воздействие 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.



		1	2	3	4	5	6	7	8
		1000±50°C			Соотн 13	1,6-1,65кПа	0,12-0,15МПа	наличие пламени	
Приборы по месту			NS 1b	FT 2b	NS 2b			BS 5b	NS 6a
МПК ТКМ-700	Аналоговый ввод	•		•		•	•		
	Аналоговый вывод								
	Дискретный ввод							•	
	Дискретный вывод		•		•				•
ПЭВМ	Видеотерминал	•		•		•	•	•	•
	Печать	•							
	Пульт управления		•		•				•
									блокировка

Рис. 21. Развернутая схема автоматизации топки сушильного барабана

Типы выбранных приборов и средств автоматизации представлены в спецификации (табл. 5).

Таблица 5

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	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 регулирово-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	

Задание 1. Автоматизация туннельной сушилки

На рис. 22 представлена упрощенная схема автоматизации туннельной сушилки.

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).

Задание 2. Автоматизация зоны подогрева печи обжига

На рис. 23 представлена упрощенная схема автоматизации зоны подогрева печи обжига красного кирпича. Из схемы следует, что регулируется давление разряжения 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 O₂ (контур 6) в дымовых газах.

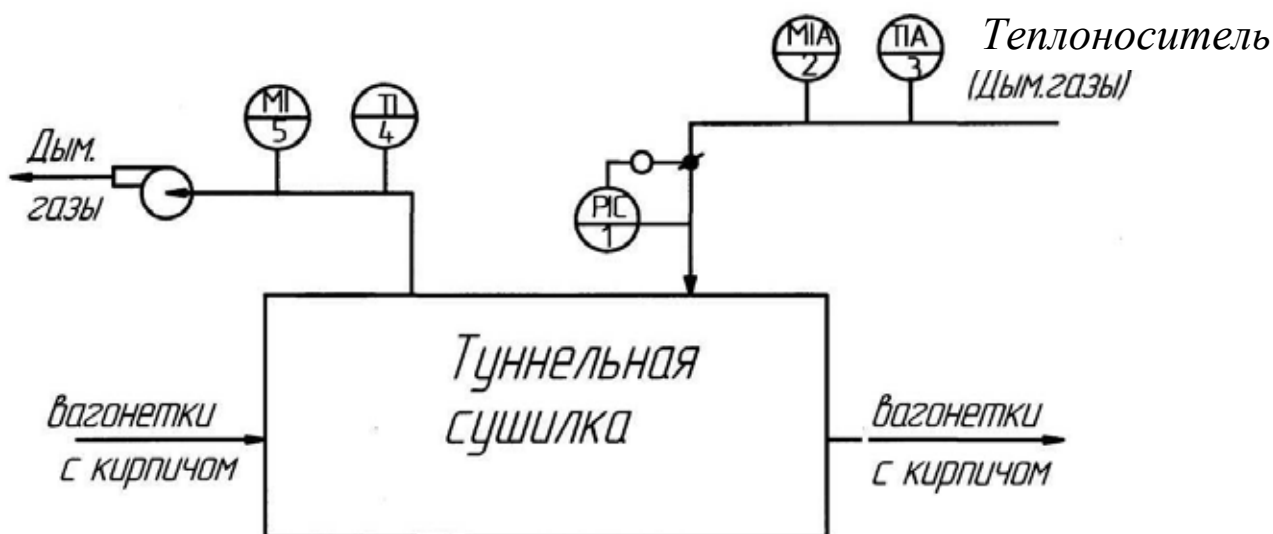


Рис. 22. Схема автоматизации туннельной сушилки

Задание 3. Автоматизация зоны обжига печи

На рис. 24 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).

Задание 4. Автоматизация сушильного барабана

На рис. 25 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.

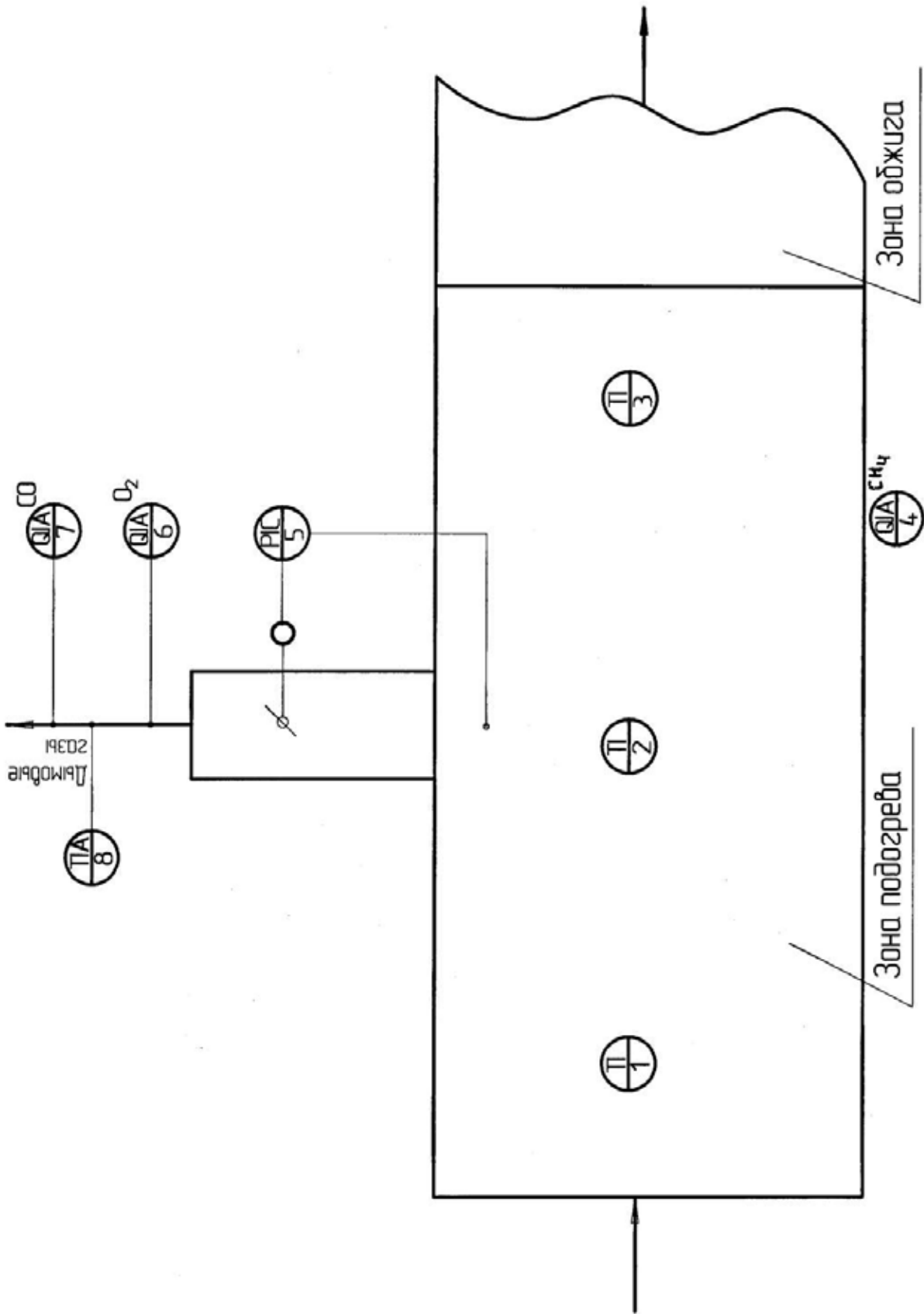


Рис. 23. Схема автоматизации зоны подогрева печи обжига красного кирпича

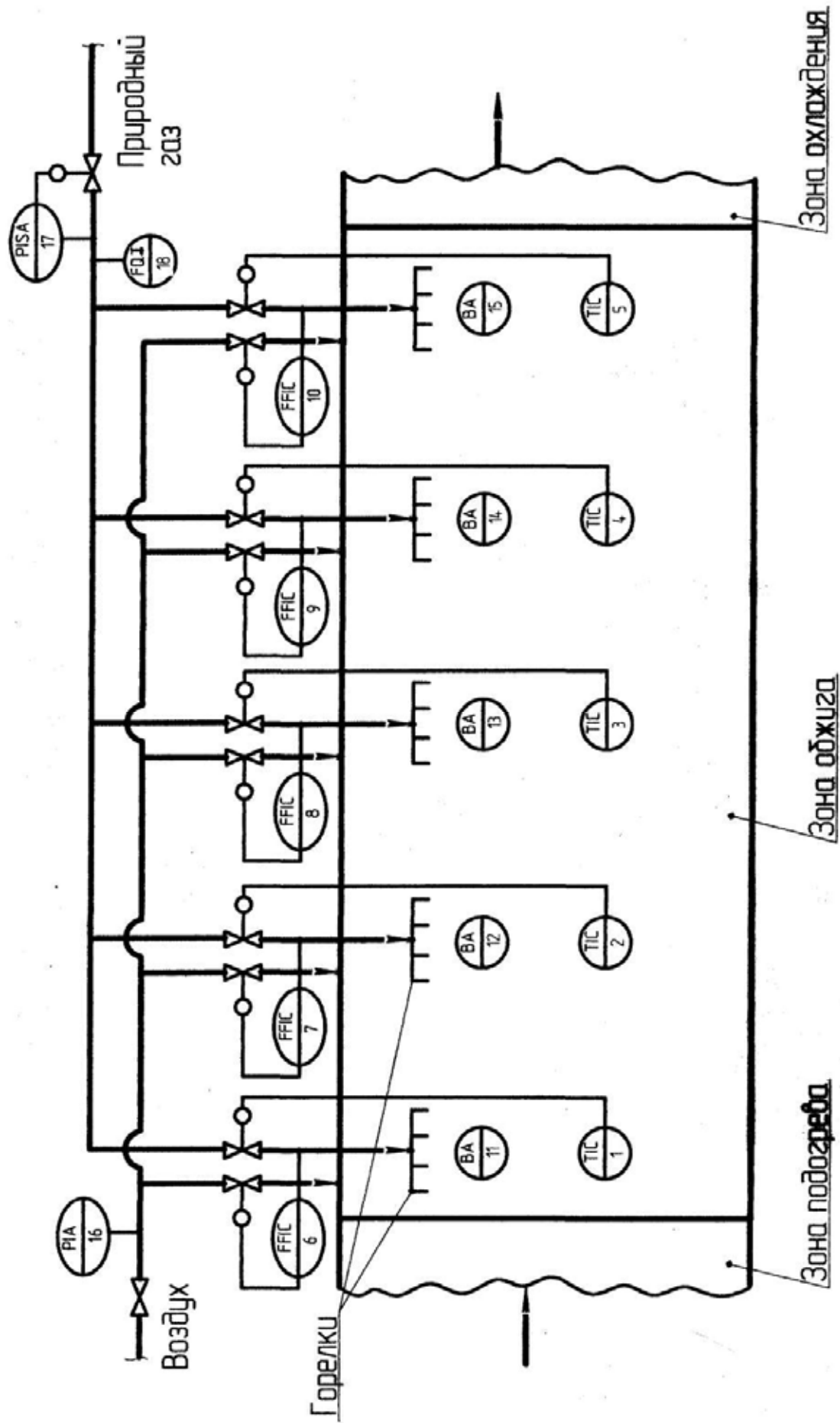


Рис. 24. Схема автоматизации зоны обжига печи

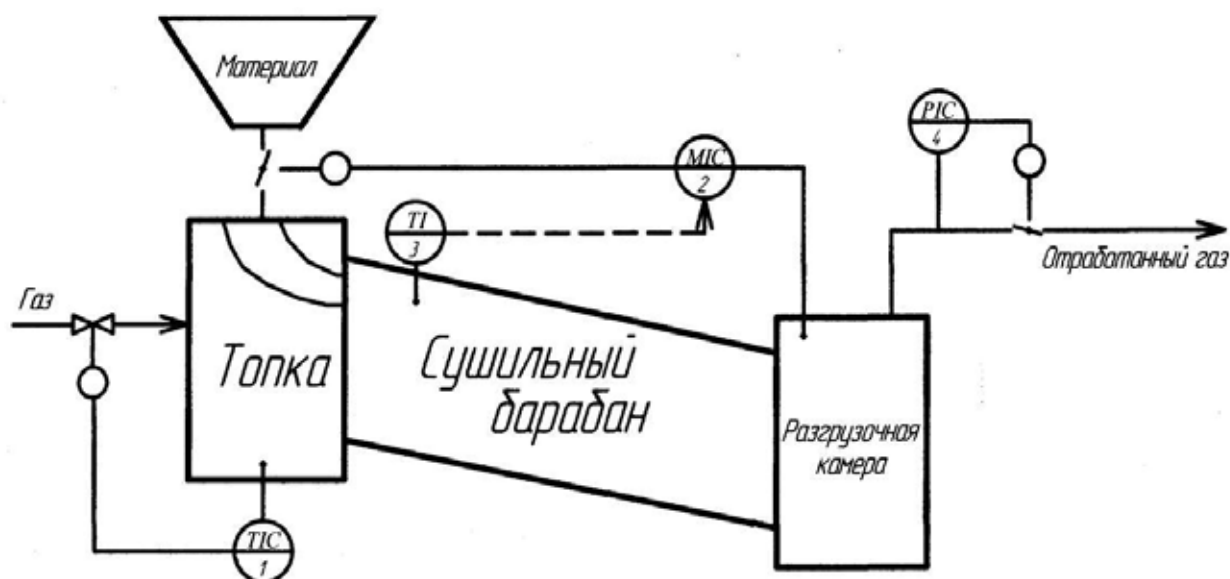


Рис. 25. Сушильный барабан

Каталог на приборы и средства автоматизации

В данном каталоге приведены краткие сведения о современных датчиках, исполнительных механизмах и регулирующих органах, также приведены сведения о микропроцессорных контроллерах. Следует отметить, что в каталоге приведены типы приборов и дана их краткая характеристика, что достаточно для выполнения заданий. Для выполнения курсовых и дипломных проектов в спецификации на приборы и средства автоматизации следует приводить полный заказ прибора, пользуясь паспортом на прибор.

Выбор датчиков

В качестве первичных измерительных преобразователей при разработке АСУТП желательно применять современные датчики, имеющие унифицированные выходные сигналы ($4 \div 20$ мА, $0 \div 5$ мА, $0 \div 20$ мА).

Датчики давления

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 \div 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. Имеют взрывозащищенное исполнение. Выпускают:

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

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

Датчики уровня

1. Датчик для измерения гидростатического давления (уровня) жидкостей – Метран-150 – L. Имеет 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.

3. 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 100 ÷ 250 °С, рабочее давление до 2,5 МПа. Выходной сигнал дискретный.

Датчики расхода

1. Датчик для измерения перепада давлений (расхода) – Метран-150 CD (фланцевое исполнение), Метран-150 CDR (копланарное исполнение). Имеет взрывозащищенное исполнение. Пределы измерений: 0,025 кПа ÷ 10 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 ÷ 500 мм); либо с диафрагмой фланцевой камерной – ДФК- P_y - d_y , где P_y – условное давление в МПа, d_y – условный диаметр трубопровода (20 ÷ 40 мм); либо с диафрагмой бескамерной стандартной – ДБС- P_y - d_y , где P_y – условное давление в МПа, d_y – условный диаметр трубопровода (300 ÷ 1000 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. Допущен к использованию в пищевой промышленности. Диапазон измерений расхода 87 ÷ 43550 л/ч, наибольшее давление в трубопроводе 15,8 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 -184÷677 °С, избыточное давление в трубопроводе до 25 МПа, условный диаметр трубопровода 12,5 ÷ 2400 мм.
4. Расходомер-счетчик электромагнитный «ВЗЛЕТ ЭР» предназначен для измерения объемного расхода (до 3056 м³/ч) электропроводящих жидкостей (наименьшая удельная проводимость рабочей жидкости 5·10⁻⁴См/м); d_y до 300мм, наибольшее давление в трубопроводе 2,5МПа.

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 – ТСПУ Метран 276. Пределы измерений: $0 \div 500^{\circ}\text{C}$. Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.
3. Датчик температуры – ТХАУ Метран 271. Пределы измерений: $0 \div 1000^{\circ}\text{C}$. Измеряемая среда: газ, жидкость, сыпучие вещества.

Датчики 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: $0,5 \div 3\%$, $3 \div 15\%$, $15 \div 30\%$, $30 \div 60\%$.
2. Влагомер АМЕТЕК модель 3050 OLV предназначен для измерения влажности в потоке газа, диапазон измерения $0 \div 2500 \text{ ppmV}$, питание 24 В, 50 Вт.

Датчики концентрации

1. Сигнализатор загазованности для контроля содержания топливного углеводородного (природного) газа – УКЗ-РУ-СН₄ 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 дискретный. Диапазоны измерения: по O₂ ($0 \div 21$ об. %), по СО ($0 \div 4000 \text{ млн}^{-1}$), по СО₂ ($0 \div 30$ об. %).
3. Газоанализатор – АДГ-304 предназначен для анализа дымовых газов. Виды газоанализаторов и диапазоны измерения: по угарному газу АДГ-304-СО ($0 \div 5000 \text{ ppm}$), по кислороду АДГ-304-O₂ ($0 \div 21$ об. %), по угарному газу и кислороду диапазон АДГ-304-СО/O₂.
4. Анализатор жидкости кондуктометрический АЖК-3101 К предназначен для измерения, показания и сигнализации крайних значений концентрации рас-

творов кислот (H_2SO_4 ; HCl ; HNO_3), щелочей ($NaOH$, KOH) в % при температуре измеряемой среды до $95\text{ }^\circ\text{C}$. Прибор состоит из датчика (проточной, либо погружной) и измерительного прибора. Выходной сигнал $4 \div 20$ мА, либо дискретный.

5. Промышленный измерительный преобразователь рН – 4120, работает в комплекте с чувствительными элементами ДПг – 4 М (датчик рН-метра погружной) и ДМ-5М (датчик рН-метра магистральный); диапазон измерения $0 \div 14$ ед. рН, выходной сигнал $4 \div 20$ мА.

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.

Датчики скорости и метража

1. Универсальный счетчик готовой продукции УСГП-03 предназначен для измерения и показания длины готовой продукции (ткани, кабеля и т.д.). Поставляется комплектно с фотодатчиком, либо с мерным колесом. Содержит центральный счетчик, счетчик сменной выработки, счетчик отрезков. Предастановка длины имеется. Также измеряет скорость движения. Выход дискретный.
2. Цифровой тахометр М-21 предназначен для измерения линейной (м/мин) и круговой (об/с; об/мин) скорости. Выход дискретный.
3. Электронный счетчик метража и скорости ткани показывающий МТ-511 предназначен для измерения скорости ткани ($0 \div 999$ м/мин; точность измерения 1 м/мин); предел измерения длины ($0 \div 999$ м); диапазон суммирования 9999 м. Устанавливается по месту.

Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов

В системах автоматизации в качестве регулирующих органов применяются клапаны, шаровые краны, дисковые затворы, задвижки, заслонки дроссельные, задвижки шиберные. Для работы регулирующим органом необходим исполнительный механизм – привод, чаще всего применяют электрический и пневматический привод. В данных указаниях рассмотрим подробнее клапаны и шаровые

краны с электроприводом и пневмоприводом. Клапаны выпускаются регулирующие, регулирующие-отсечные и отсечные.

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 клапаны обеспечивают как регулирование, так и перекрытие трубопровода с герметичностью, соответствующей отсечному клапану.

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

Фирма «ЛГ автоматика» выпускает большой спектр специальных клапанов:

- высокотемпературные с температурой регулируемой среды до 650 °С;
- криогенные с температурой рабочей среды до - 250 °С;
- для загрязненных и вязких сред;
- антишумовые и антикавитационные на сложные позиции с высоким перепадом давления;
- на паровые среды в том числе на острый пар, пар высокого давления, перегретый пар;
 - на разряженные среды (вакуум);
 - для микрорасходов d_y до 25 мм;
 - с обогревом для автоматического управления потоками жидкости и газов, кристаллизующихся в застойных зонах при обычных температурах;
 - высокого давления для регулирования потоков жидкостей и газов при давлениях до 40 МПа;

- футерованные для управления потоками особо агрессивных, летучих и стерильных жидкостей, в том числе пищевых сред;
- шланговые для работы с потоками вязких жидкостей, суспензий, пульп, запыленных газов, сыпучих сред, а также сред, имеющих склонность к налипанию.

Закрытое акционерное общество «**РУСТ-95**» г. Москва производит клапаны регулирующие, запорные, запорно-регулирующие с диаметром условного прохода - d_y от 15 до 400мм, условным давлением - P_y от 1,6 до 25МПа, температура регулируемой среды от -196 до +550°С. Выпускаются запорные клапаны серии РУСТ 310-1с 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).

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

Выбор микропроцессорных контроллеров

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

«**ТЕКОНИК**» — это 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 PC-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 средней информационной мощности, PC-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, PC-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.

«ТКМ-410» – моноблочный технологический контроллер для небольших систем управления.

Информационная мощность:

- процессор с RISC – архитектурой 33 МГц,
- Flash -память 4 Мб, оперативная память 2 Мб,
- дискретные входы — до 36,
- дискретные выходы — до 24,
- аналоговые входы — до 16,
- аналоговые выходы — до 2.

Контроллер интегрируется в промышленные локальные сети уровней LAN и Fieldbus.

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
Тема № 1. Автоматизация аппаратов химического производства непрерывного действия.....	4
Задание 1. Форполимеризатор.....	6
Задание 2. Контактный аппарат окисления NH_3	7
Задание 3. Выпарная установка.....	9
Тема № 2. Автоматизация аппаратов химического производства периодического действия.....	10
Задание 1. Аппарат для получения 2-меркаптобензтиазола.....	14
Задание 2. Реактор нейтрализации сульфобутилолеата водным раствором аммиака (периодического действия).....	15
Задание 3 . Промежуточная емкость с мешалкой для ГАС (гидроксиламинсульфат)	16
Тема №3. Автоматизация машин отделочного производства	17
Задание 1. Машина пропиточная для отварки ткани.....	21
Задание 2. Ванна пропиточная.....	22
Задание 3. Сушильно-барабанная машина.....	23
Тема № 4. Автоматизация аппаратов пищевого производства.....	24
Задание 1. Пастеризатор пива.....	26
Задание 2. Тоннельная хлебопекарная печь.....	27
Тема № 5. Автоматизация производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.....	28
Задание 1. Автоматизация туннельной сушилки.....	33
Задание 2. Автоматизация зоны подогрева печи обжига.....	33
Задание 3. Автоматизация зоны обжига печи.....	34
Задание 4. Автоматизация сушильного барабана.....	34
Список литературы.....	46

Составитель:

Ерофеева Елена Владимировна

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств»*

Технический редактор Г.В. Куликова

Подписано в печать 30.11.2009. Формат 60 × 84 $\frac{1}{16}$. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 3,10. 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.