

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Методические указания
по курсовому проектированию для студентов
специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств»
и по направлению 220200 «Автоматизация и управление»

ЭЛЕКТРОННЫЙ ВАРИАНТ



Санкт-Петербург
2009

ВВЕДЕНИЕ

Содержание курсового проекта "Проектирование автоматизированных систем" (ПАС) определяется общей задачей данного курса, в результате изучения которого студенты должны знать содержание и порядок выполнения проектных работ в области автоматизации и уметь:

- а) составлять технические задания на проектирование систем автоматизации,
- б) выполнять проектно-расчетные работы на ПАС на основании нормативных документов, регламентирующих проектирование [1].

Содержание курсового проектирования

Для заданного объекта автоматизации необходимо:

1. Разработать структурную схему объекта автоматизации и определить необходимые контролируемые и регулируемые величины, и управляющие величины.
2. Разработать функциональную схему автоматизации. Рассчитать и выбрать приборы и средства автоматизации. Составить спецификацию на приборы, средства автоматизации и аппаратуру.
3. Произвести инженерный расчет системы автоматического регулирования для заданного параметра.
4. Разработать принципиальную схему автоматического регулирования для заданного параметра.
5. Разработать общий вид щита (пульты).
6. Разработать принципиальную схему питания с расчетом и выбором аппаратов управления и защиты.

1. ОБЪЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

На рис.1.1...1.15 приведены технологические схемы объектов автоматизации. Статические и динамические характеристики объекта для канала регулирования, в отношении которого производится расчет САР и разработка принципиальной схемы регулирования, приведены в таблице. Все остальные точки контроля, регулирования и управления студент разрабатывает в функциональной схеме автоматизации. Статические и динамические характеристики взяты из литературных источников [2, 3, 4].

1.1. ЛЕСОСУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

На рис.1.1 схематически изображена сушильная камера. Камера периодического действия загружается и разгружается полностью и весь материал в ней просушивается одновременно, а режим сушки изменяется во времени, оставаясь в данный момент одинаковым для всего объема камеры. По характеру сушильного агента различают камеры воздушные, газовые и работающие в среде перегретого пара (высокотемпературные). По источнику теплоснабжения камеры могут быть с паровым, электрическим и газовым обогревом. Так как камеры проектируются обычно универсальными для сушки пиломатериалов любых пород различными режимами, их рационально снабжать вентиляторами с регулируемой частотой вращения. Давление пара при входе в камеру (0,4...0,5) МПа.

Для расчета САР регулируемым параметром служит температура сушильного агента $U_0 = 80...90$ °С. По данному каналу регулирования объект условно принимается одноемкостным, с самовыравниванием и описывается дифференциальным уравнением (2.2) [5].

$$T \frac{d\varphi}{dt} + \varphi = K_{ia} \cdot \mu_{(t-\tau)}$$

Максимально допустимое динамическое отклонение в переходном процессе $X_1 = 1,5$ °С.

Допустимое остаточное отклонение регулируемого параметра $X_{ост} = \pm 0,5$ °С.

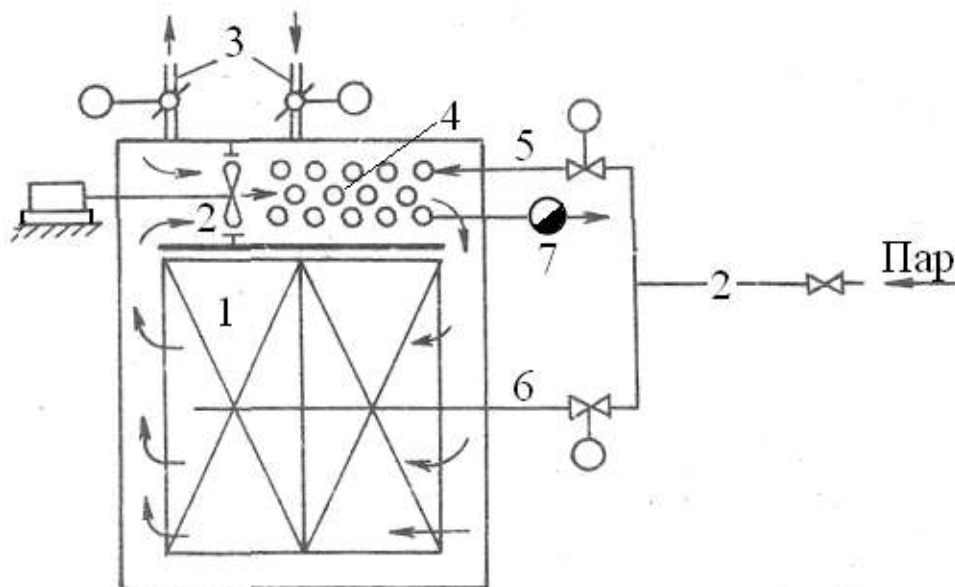


Рис. 1. 1. Схема воздушно-паровой сушильной установки периодического действия:

- 1 – штабель, 2 – вентилятор; 3– приточно-вытяжные каналы; 4 – калориферы;
5 – паровая линия (в калориферы); 6 – пропарочная линия; 7 – конденсатоотводчик

1. 2. ЛЕСОСУШИЛЬНЫЕ КАМЕРЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

В камерах непрерывного действия, загруженных постоянно, материал перемещается по мере высушивания от загрузочного к разгрузочному концу. Процесс сушки в них протекает непрерывно. В камерах непрерывного действия состояние воздуха изменяется по их длине, оставаясь в каждой зоне постоянным во времени. Характерной особенностью лесосушильных камер непрерывного действия является наличие нескольких зон, по которым перемещают штабеля пиломатериалов в процессе сушки и в которых поддерживаются различные для разных зон и не изменяющиеся во времени параметры сушильного агента (рис.1.2).

Для расчета САР регулируемым параметром служит температура сушильного агента $U_0 = 80...95$ °С. Регулирование температура и влажности сушильного агента производится по разгрузочному концу сушильной камеры (можно вести регулирование сушильного агента по зонам).

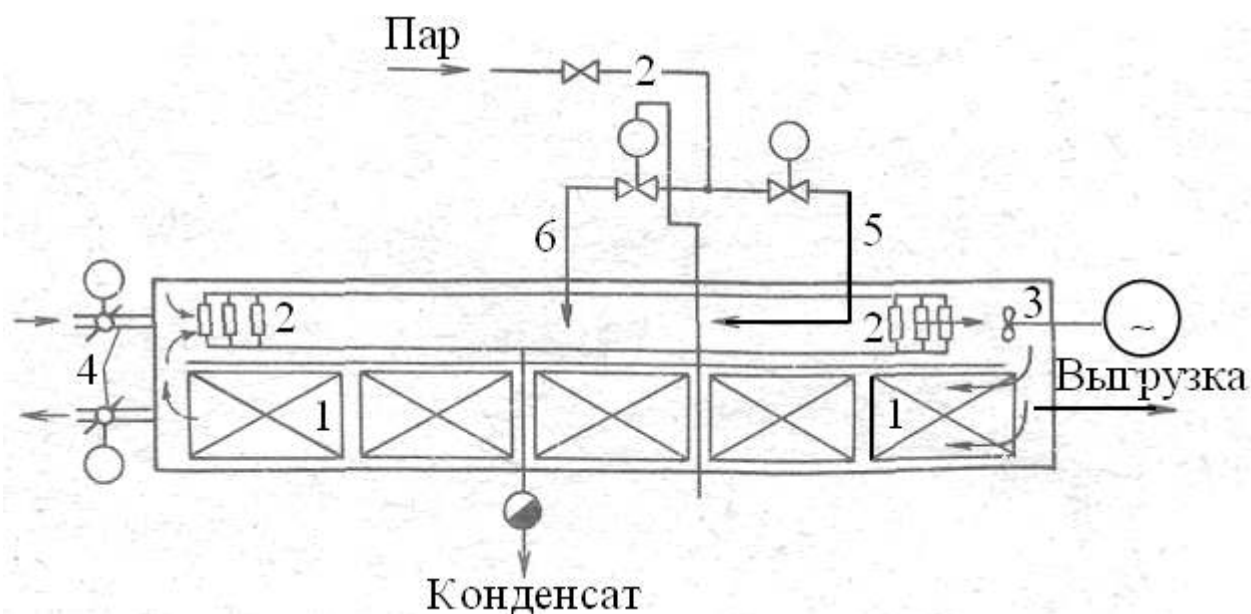


Рис. 1. 2. Схема воздушно-паровой сушильной камеры непрерывного действия:
1 – штабеля; 2 – калориферы; 3 – вентилятор; 4 – приточно-вытяжные каналы;
5 – пропарочная линия; 6 – паровая линия (в калориферы)

1. 3. ГАЗОВАЯ СУШИЛЬНАЯ КАМЕРА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

В установке (рис.1.3) сушку древесных материалов производят топочными газами, которые получаются при сжигании древесных отходов и после разбавления воздухом (в смесителе) направляются в сушильную камеру. Температура газов на входе в сушилку составляет 130...200 °С.

Для расчета САР регулируемым параметром служит относительная влажность сушильного агента до штабеля $x_0 = 0,5...0,8$. Регулирующее воздействие

производится изменением подачи распыливаемой воды в сушильную камеру. По данному каналу регулирования объект является одноемкостным без самовыравнивания (астатическим).

Объект описывается дифференциальным уравнением (2.6) [5]. Скорость разгона

$$\frac{dx}{dt} + \frac{\mu x_0}{T_a} = \frac{x_0}{\frac{d\varphi}{dt}}$$

Максимально допустимое динамическое отклонение регулируемого параметра в переходном процессе $X_1 = 3 \%$.

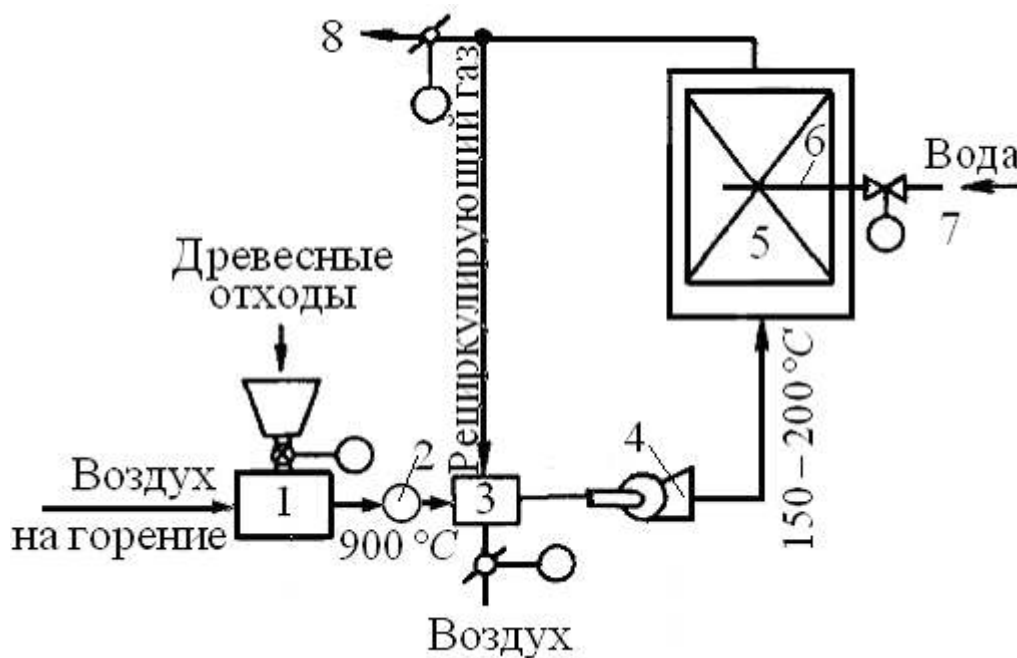


Рис. 1. 3. Схема газовой сушильной камеры периодического действия:
1 – топка; 2 – искрогасительный циклон; 3 – смеситель; 4 – вентилятор; 5 – штабель;
6 – увлажнительная труба; 7 – водопровод; 8 – сброс отработанных газов

1. 4. КОТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА, РАБОТАЮЩАЯ НА ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДАХ

Представляет собой паровой котел без пароперегревателя, но с экономайзером (рис.1.4). Топка рассчитана на сжигание древесных отходов влажностью до 50 %.

Для расчета САР регулируемым параметром служит уровень воды H в верхнем барабане котла. По данному каналу регулирования объект считается одноемкостным без самовыравнивания (астатическим). Объект описывается уравнением (2.6) [5]. $\Delta H_{\text{макс}} = 100 \text{ мм}$. Скорость разгона, м/с

$$\frac{dH}{dt} + \frac{\mu H_0}{T_a} = \frac{H_0}{dt} \cdot \frac{d\varphi}{dt}$$

Максимально допустимое динамическое отклонение регулируемого параметра в переходном процессе $X_1 = 4\%$.

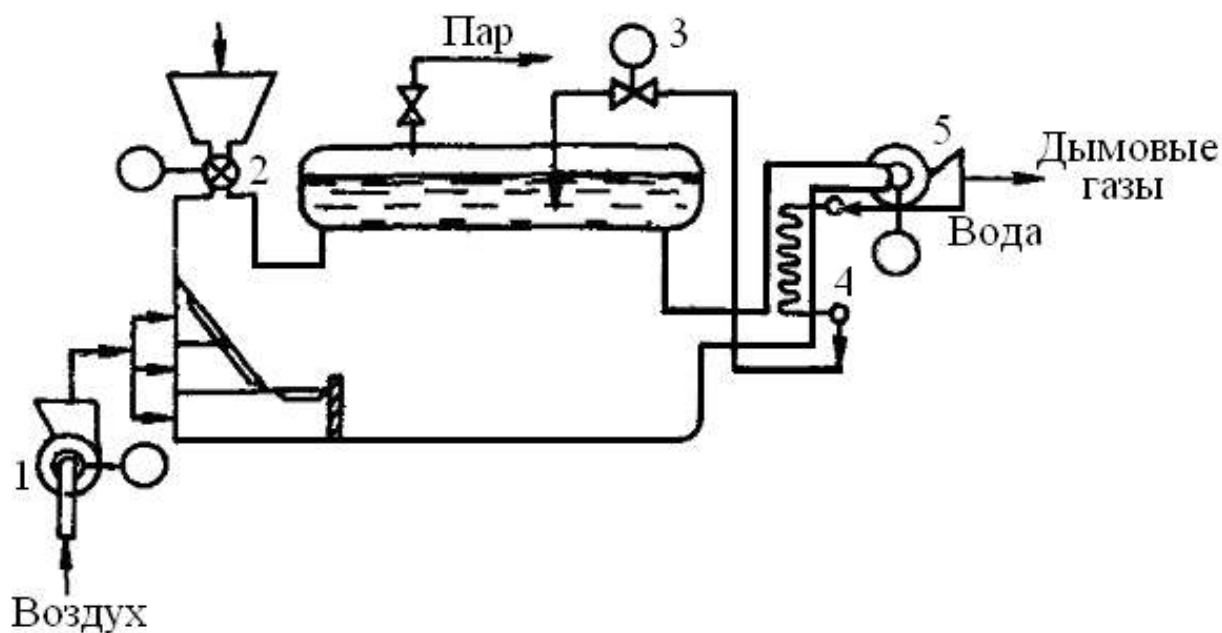


Рис. 1. 4. Схема парового котла ДКВР на древесных отходах:
1 – дутьевой вентилятор; 2 – питатель топлива; 3 – регулирующий клапан;
4 – водяной экономайзер; 5 – дымосос

1. 5. ТЕПЛОФИКАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ЛЕСПРОМХОЗА

Состоит из одного теплообменника горячего водоснабжения и двух отопительных бойлеров (рис.1. 5). Бойлер представляет собой поверхностный теплообменник, в котором за счет теплоты пара (проходящего в межтрубном пространстве) подогревается сетевая вода (проходящая внутри трубок).

Для расчета САР регулируемым параметром служит температура прямой воды после бойлера $U_0 = 90...130 \text{ }^\circ\text{C}$ (в зависимости от температур» наружного воздуха). Регулирующее воздействие производится изменением количества греющего пара, поступающего в бойлер. Объект описывается уравнением (2.7) [5].

Максимально, допустимое динамическое отклонение в переходном процессе $X_1=3 \text{ }^\circ\text{C}$. Допустимая остаточная неравномерность $X_{\text{ост}} = \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

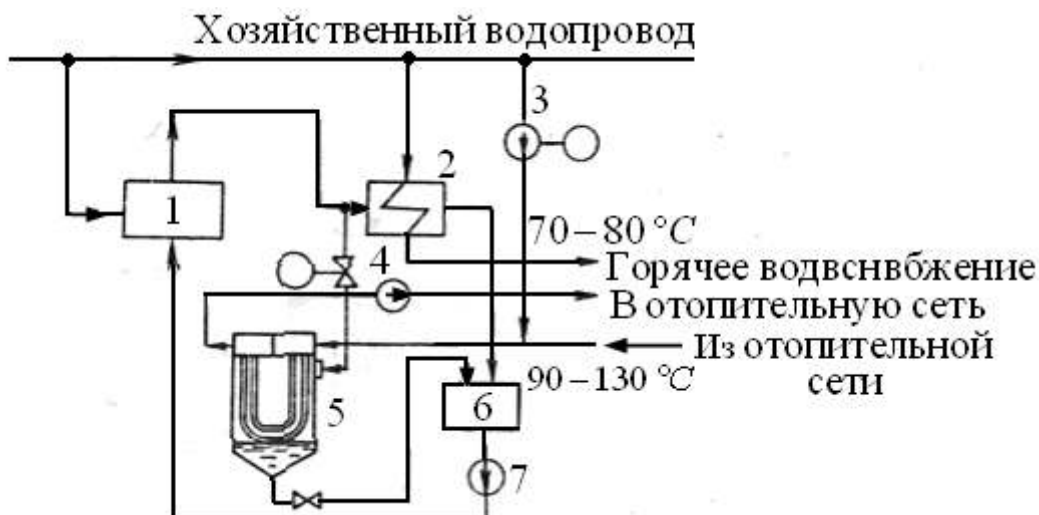


Рис. 1. 5. Схема теплофикационной установки:

1 – паровой котел; 2 – бойлер горячего водоснабжения; 3 – подпиточный насос; 4 – сетевой насос; 5 – теплофикационный бойлер; 6 – бак конденсата; 7 – конденсатный насос

1. 6. СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ СТАЦИОНАРНОГО ДИЗЕЛЯ

Для дизельной станции леспромхоза рекомендуется двухконтурная система охлаждения (рис. 1.6). Для расчета САР регулируемым параметром служит температура воды на выходе из головки дизеля $U_0 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$. Регулирующее воздействие производится изменением количества охлаждающей воды, поступающей в теплообменник из вторичного контура. Объект описывается уравнением (2.7) [5].

Максимальное динамическое отклонение параметра в переходном процессе $X_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Допустимая остаточная неравномерность $X_{\text{ост}} = \pm 1, 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

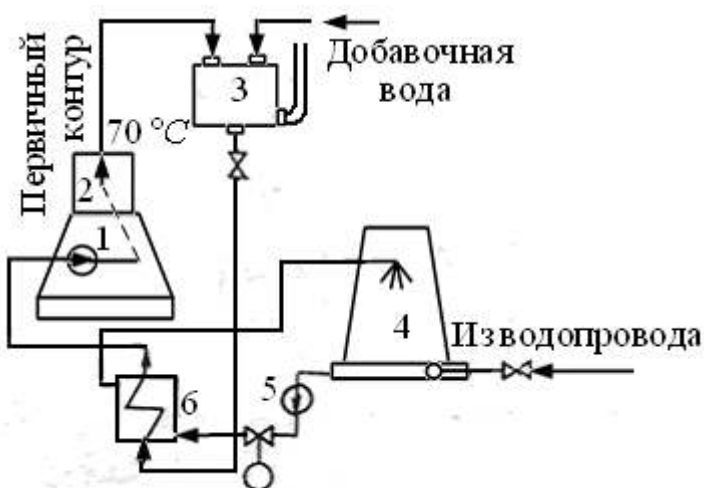


Рис. 1. 6. Схема водяного охлаждения дизеля:

1 – насос дизеля; 2 – дизель; 3 – расширительный бак; 4 – градирня; 5 – насос вторичного контура; 6 – теплообменник

1.7. СИСТЕМА МАСЛОПОДГОТОВКИ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Масло закачивается в расходный бак с помощью ручного насоса. Часть масла используется после регенерационной установки. Внешняя часть масляной системы снабжена фильтрами тонкой очистки и масляным охладителем, представляющим собою поверхностный теплообменник. Внутри трубок охладителя протекает охлаждающая вода, а с наружной стороны – масло (рис.1. 7).

Для расчета САР регулируемым параметром служит температура масла после маслоохладителя $U_0 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Объект двухемкостный с самовыравниванием, описывается уравнением (2.7) [5].

Максимально допустимое отклонение параметра $X_1 = 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Допустимое остаточное отклонение $X_{\text{ост}} = \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

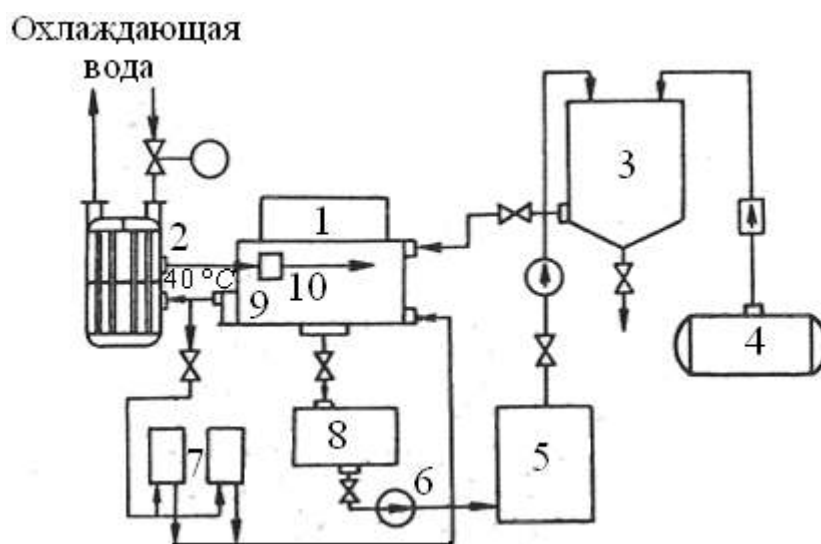


Рис. 1. 7. Схема масляной системы дизельной электростанции:

1 – дизель; 2 – маслоохладитель; 3 – расходный бак; 4 – бочка с маслом; 5 – маслорегенерационная установка; 6 – откачивающий насос; 7 – фильтры тонкой очистки; 8 – бак отработанного масла; 9 – масляный насос; 10 – фильтр первичной очистки

1. 8. МОЕЧНАЯ УСТАНОВКА РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ

Машины моют на специальной установке (рис.1.8). Вода, предварительно подогретая до температуры $65...80 \text{ }^\circ\text{C}$ и подщелоченная кальцинированной содой (до $3...5 \%$ нормального раствора), распыливается через сопла под давлением $0,4...0,5 \text{ МПа}$.

Для расчета САР регулируемым параметром служит температура подогретой воды после теплообменника $U_0 = 75 \text{ }^\circ\text{C}$. Объект описывается уравнением (2.2) [5].

Максимально допустимое отклонение регулируемого параметра $X_1=5^\circ\text{C}$.
 Допустимое остаточное отклонение $X_{\text{ост}} = \pm 2,5^\circ\text{C}$.

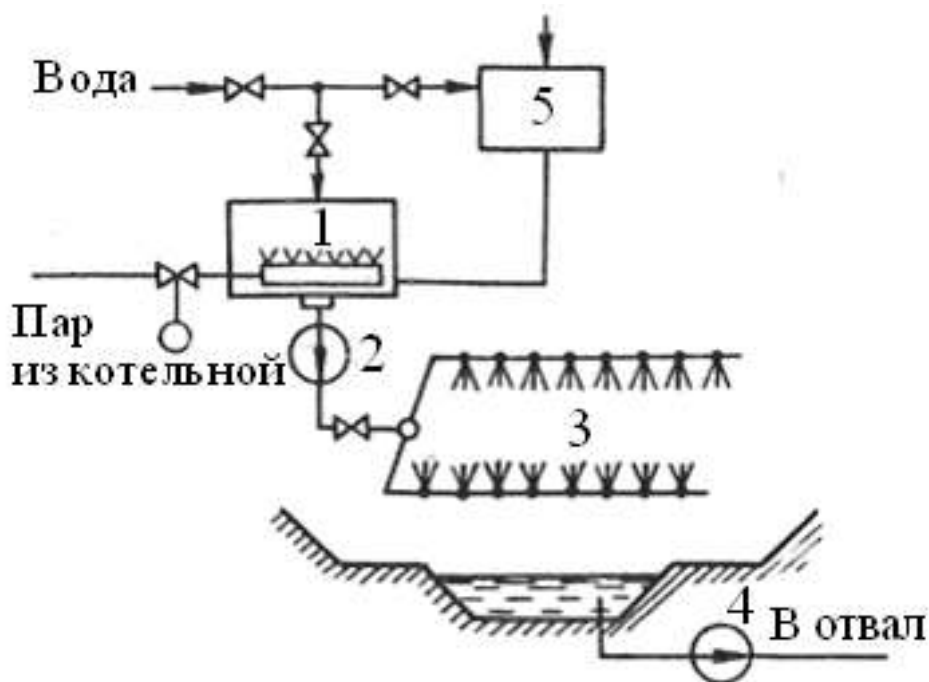


Рис. 1. 8. Схема масляной установки РММ:

- 1 – смешивающий подогреватель; 2 – водяной насос; 3 – распыливающие трубы с соплами;
- 4 – откачивающий насос; 5 – бак для раствора кальцинированной соды

1.9.ЭНЕРГОХИМИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ С ГАЗОГЕНЕРАТОРОМ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Измельченные древесные отходы поступают в газовую сушилку, в которую подаются горячие дымовые газы, приготовленные в топке-смесителе за счет сжигания генераторного газа (рис.1.9). Высушенная щепа влажностью 25 % через роторный питатель подается в газогенератор. Для осуществления процесса газификации в газогенератор вентилятором подается воздух в смеси с насыщенным паром. Парогазовая смесь из газогенератора отсасывается и направляется в химцех для улавливания химических продуктов и получения генераторного газа.

Для расчета САР регулируемым параметром служит температура паровоздушной смеси $U_0 = 65^\circ\text{C}$. По данному каналу регулирования объект одностепенный с самовыравниванием описывается уравнением (2.2) [5].

Максимально допустимое отклонение параметра $X_1 = 2,5^\circ\text{C}$. Допустимое остаточное отклонение $X_{\text{ост}} = \pm 1^\circ\text{C}$.

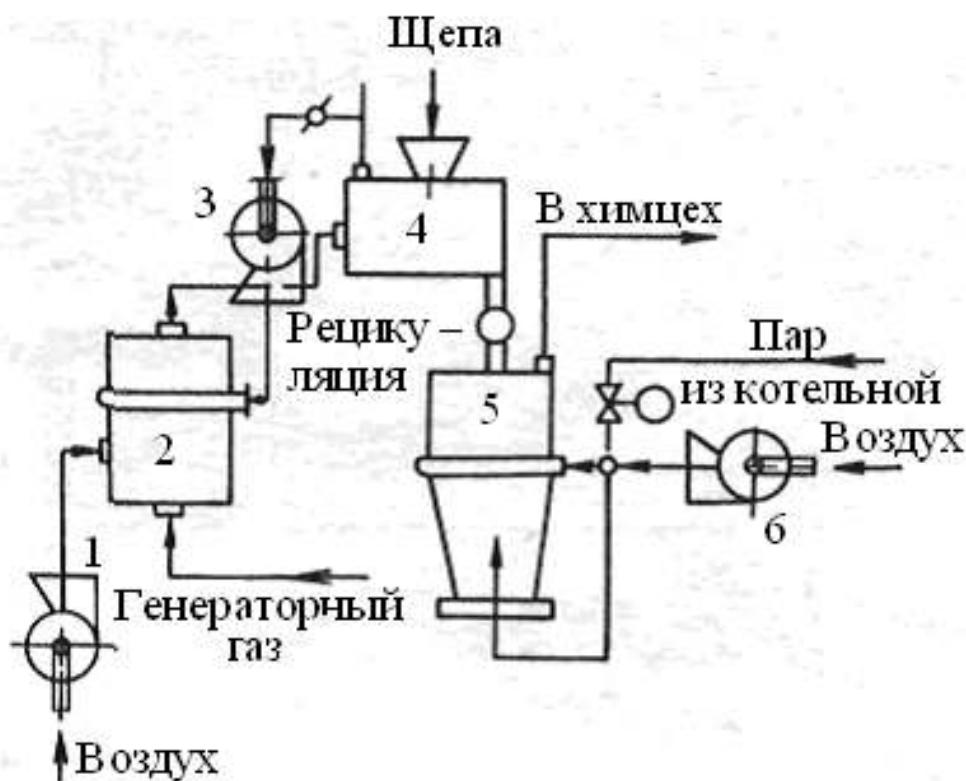


Рис. 1. 9. Схема энергохимической установки по использованию отходов:
 1 – дутьевой вентилятор; 2 – топка-смеситель; 3 – дымосос; 4 – сушилка;
 5 – газогенератор; 6 – вентилятор, подающий воздух в газогенератор

1. 10. ЦЕХ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ (ХРОМИРОВАНИЕ) РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ МАСТЕРСКОЙ

Износостойкое покрытие деталей хромом производится в хромовой электролитической ванне, толщина покрытия 0,15...0,30 мм. Главным компонентом ванны является хромовый ангидрид CrO_3 в количестве 250 г/л. Температура ванны $U_0 = 55^\circ\text{C}$. Для лучшей электропроводности электролита туда вводится серная кислота в количестве 2,5 г/л. Сила тока определяется из расчета удельной плотности 1 дм^2 поверхности покрываемых изделий и составляет 30...40 А/дм^2 . Источником постоянного тока служит мотор-генератор с силой тока 500/250 А и напряжением 6/12 В (рис.1.10).

Для расчета САР регулируемым параметром служит температура хромовой ванны $U_0 = 55^\circ\text{C}$. Вода подогревается трубчатым паровым змеевиком, проложенным в днище ванны. Объект описывается уравнением (2.7) [5].

Максимально допустимое динамическое отклонение параметра $X_1 = 3^\circ\text{C}$. Допустимая остаточная неравномерность $X_{\text{ост}} = \pm 1.5^\circ\text{C}$.

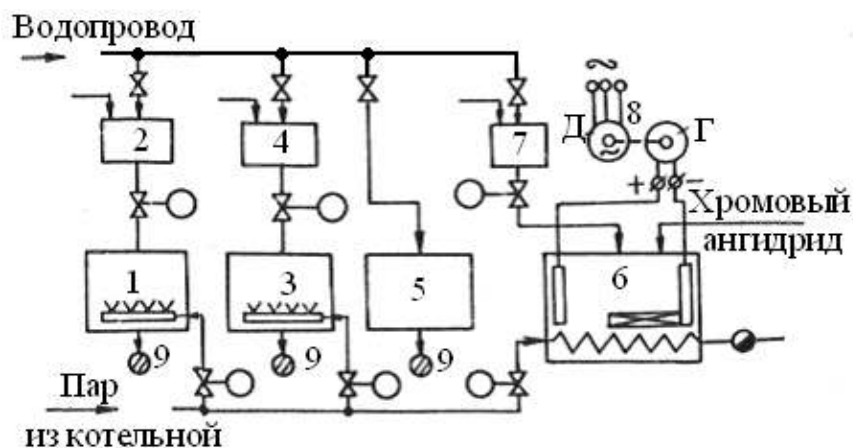


Рис. 1. 10. Схема хромирования РММ:

1 – ванна обезжиривания; 2 – бак с раствором тринатрийфосфата; 3 – ванна травильная; 4 – бак с раствором соляной кислоты; 5 – ванна промывочная; 6 – ванна хромирования; 7 – бак с раствором серной кислоты; 8 – мотор-генератор; 9 – сброс в отвал

1. 11. БАРАБАННАЯ СУШИЛКА ДЛЯ ДРЕВЕСНОЙ СТРУЖКИ

Дымовые газы, разбавленные воздухом, имеют на входе в барабан температуру около 350 °С. На выходе из барабана сушильный агент имеет температуру $U_0=120$ °С. На рис.1.11 показан принцип регулирования процесса сушки по температуре газов на выходе из барабана с регулирующим воздействием на подачу воздуха в смешительную камеру. Объект описывается уравнением (2.2) [5].

Максимально допустимое динамическое отклонение $X_1= 1,5$ °С. Допустимое остаточное отклонение $X_{ост}= \pm 0,5$ °С.

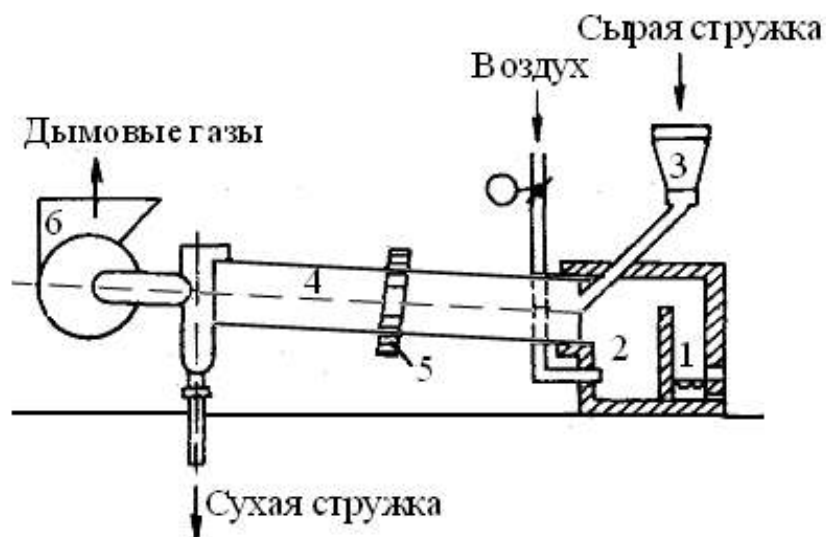


Рис. 1. 11. Барабанная сушилка для древесной стружки:

1 – топка; 2 – смеситель; 3 – загрузочное устройство; 4 – барабан; 5 – приводная шестерня; 6 – дымосос

1. 12. УСТАНОВКА ДЛЯ ВАРКИ КЛЕЯЩЕЙ СМОЛЫ

Сначала реактор с помощью мерников заполняется фенолом, формалином и катализатором (едкий натр), затем включают мешалку и подают пар в рубашку реактора, поднимая температуру реакционной смеси до $U_0=70\dots75\text{ }^\circ\text{C}$. Дальнейший подъем температуры происходит за счет экзотермической реакции, при этом температуру поддерживают в пределах $95\dots100\text{ }^\circ\text{C}$ за счет подачи охлаждающей воды в рубашку реактора. Конденсатор (холодильник) служит для конденсирования образующихся в реакторе паров (рис.1.12). Сушка смолы (удаление воды) происходит под действием вакуум-насоса (вакуум в реакторе достигает $500\dots600\text{ мм рт.ст.}$).

Реактор описывается уравнением (2.7) [5], регулируемым параметром является температура в процессе нагрева реактора, регулирующее воздействие оказывается на подачу пара в рубашку реактора.

Максимально допустимое динамическое отклонение параметра $X_1 = 2\text{ }^\circ\text{C}$. Допустимая остаточная неравномерность $X_{\text{ост}} = \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$.

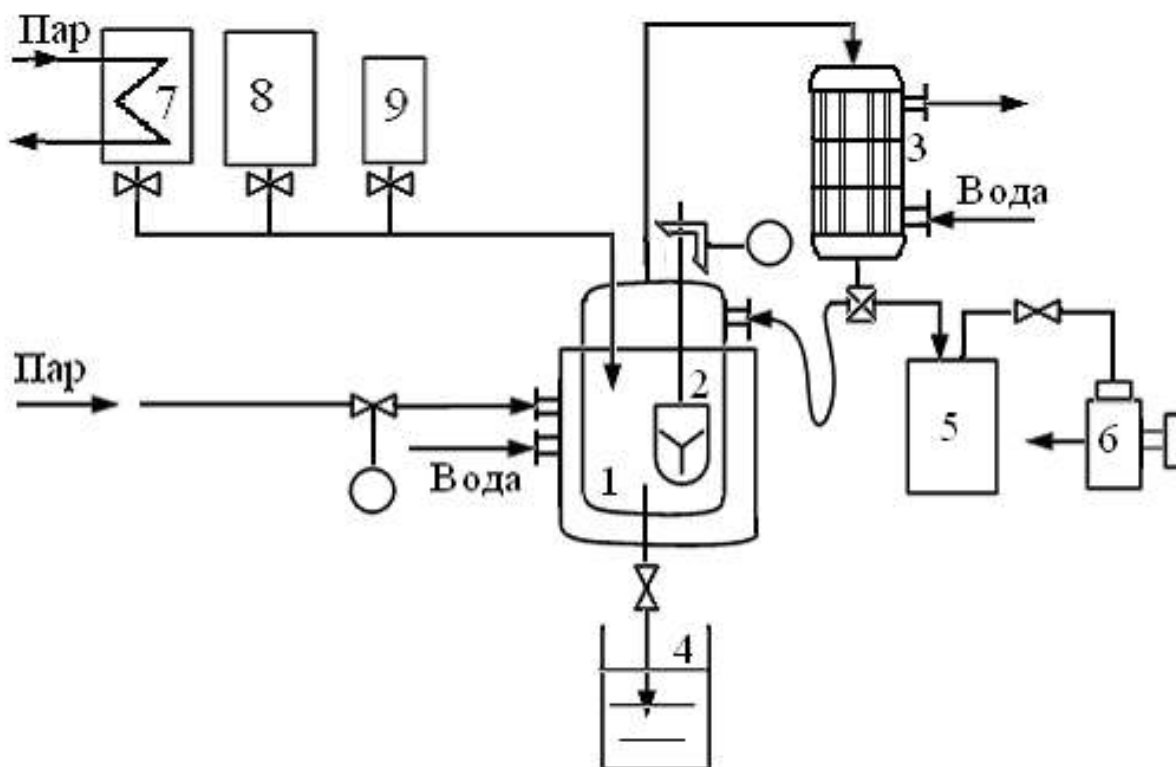


Рис. 1. 12. Установка для варки клеящей смолы:

- 1 – варочный реактор; 2 – мешалка; 3 – холодильник; 4 – емкость для смолы;
- 5 – сборник конденсата; 6 – вакуум-насос; 7 – мерник фенола;
- 8 – мерник формалина; 9 – мерник катализатора

1.13. УСТАНОВКА ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В качестве теплоносителя применяется перегретая вода с температурой $U_0 = 180...190$ °С. Подогрев воды производится в аккумуляторе за счет теплоты греющего пара, поступающего из барабана котла. В аккумуляторе поддерживается постоянный уровень воды (рис.1.13). Рассматривая аккумулятор как смешивающий теплообменник, применяем для описания уравнение (2.2) [5].

Максимально допустимое динамическое отклонение параметра $X_1 = 4$ °С. Допустимое остаточное отклонение $X_{ост} = \pm 2$ °С.

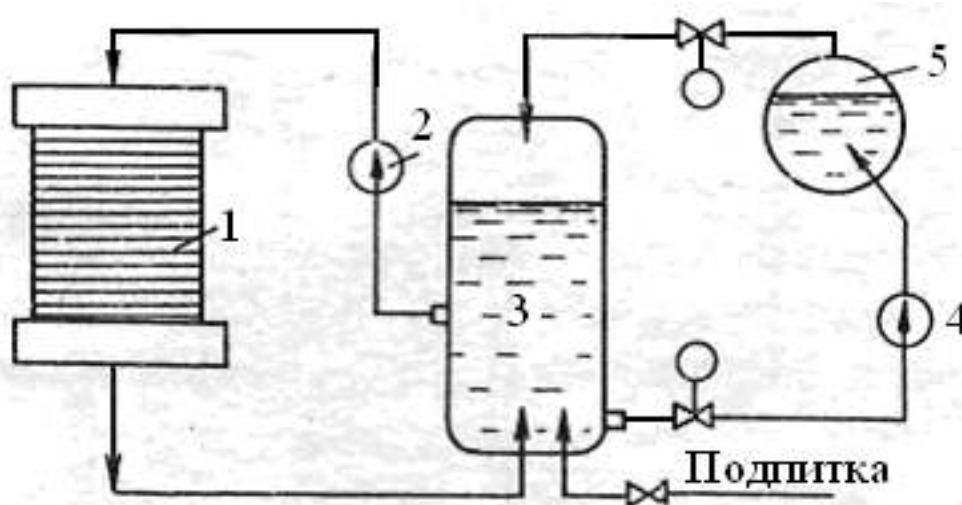


рис. 1. 13. Водоподготовительная установка для горячего пресса:

1 – пресс; 2 – насос горячей воды; 3 – аккумулятор;
4 – конденсатный насос; 5 – барабан котла

1. 14. УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВТОКЛАВЕ

Автоклав сообщается с вакуум-насосом для обеспечения эффективной пропитки древесных материалов маслянистыми антисептиками. Пропиточный раствор подогревается паром в трубчатом теплообменнике до $U_0 = 90...95$ °С (рис.1. 14). Насос служит для создания в автоклаве гидравлического давления до 0,8 МПа.

Регулируемым параметром является температура пропиточного раствора в теплообменнике, регулирующее воздействие оказывается на подачу пара. Объект описывается уравнением (2.7) [5].

Максимально допустимое динамическое отклонение параметра $X_1 = 3$ °С. Допустимое остаточное отклонение $X_{ост} = \pm 1.5$ °С.

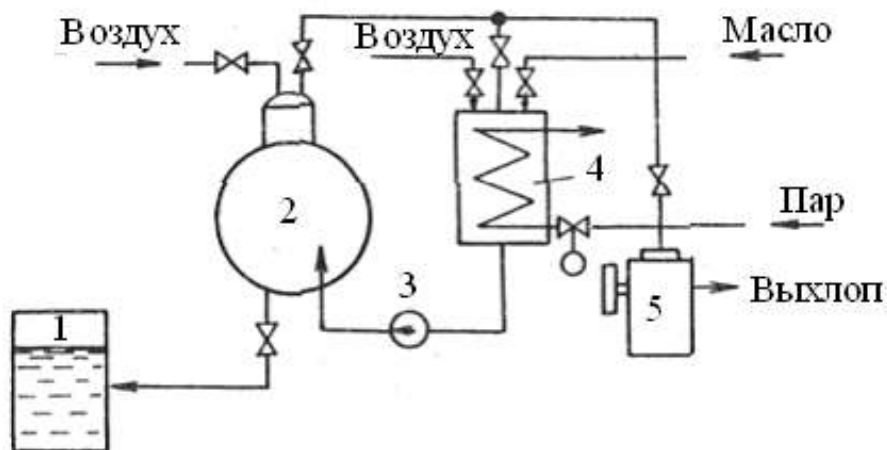


Рис. 1. 14. Установка для пропитки древесных материалов в автоклаве:
 1- бак использованной жидкости; 2 – автоклав; 3 – насос для закачки пропиточной жидкости;
 4 – подогреватель жидкости; 5 – вакуум-насос

1.15.ВАРОЧНЫЙ БАССЕЙН С МОТОВИЛОМ ДЛЯ ПРОВАРКИ ЧУРАКОВ

Насыщенный пар подается в барботажную трубу и подогревает воду до $U_0 = 60^\circ \text{C}$ (в зимнее время). Насос подает в бассейн свежую воду для поддержания заданного уровня.

Регулируемым параметром является температура воды в бассейне, регулирующее воздействие осуществляется изменением подачи пара (рис. 1.15). Объект описывается уравнением (2.2) [5].

Максимально допустимое динамическое отклонение параметра $X_1 = 5^\circ \text{C}$. Допустимое остаточное отклонение $X_{\text{ост}} = \pm 2,5^\circ \text{C}$.

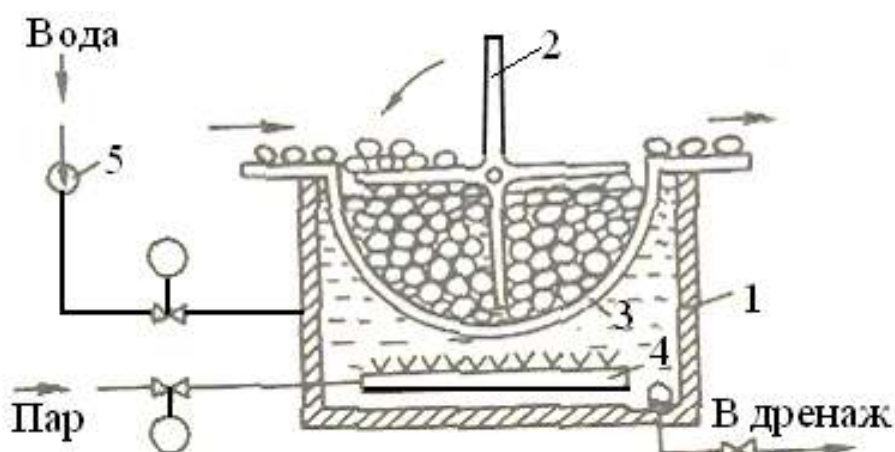


Рис. 1. 15. Варочный бассейн для пропарки чураков:
 1 – стенки бассейна; 2 – мотовило; 3 – рельсы; 4 – барботажная паровая труба;
 5 – насос для подачи воды

СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ

№ вар-та	Объект автом-ии	Канал регулирования «вход-выход»	τ_0 , мин	T_1 , мин	T_2 , мин	$K_{об}$
Лесосушильные камеры периодического действия (рис. 1. 1)						
1	СПЛК-2	Темпер-ра сушильного агента – температура пара	1, 8	4	5	0, 36 °C/°C
2	Валмет	Темпер-ра сушильного агента – температура пара	1, 2	3, 3	–	0, 44 °C/°C
3	Валмет	Темпер-ра сушильного агента – давление пара	1, 2	3, 3	–	49 °C/ МПа
4	Эжекционно-реверсивная	Темпер-ра сушильного агента – давление пара	2, 2	9, 0	–	37 °C/ МПа
5	Эжекционно-реверсивная	Темпер-ра сушильного агента – температура пара	2, 2	9, 0	–	0, 23 °C/°C
6	Сатeko высоко-котемпер-ая	Темпер-ра сушильного агента – температура пара	0, 33	1, 45	4, 5	0, 43 °C/°C
Лесосушильные камеры непрерывного действия (рис. 1. 2)						
7	Валмет	Темпер-ра сушильного агента – температура пара	0,28	1, 36	4, 3	0, 41 °C/°C
8	ЦНИИМОД-32	Темпер-ра сушильного агента – температура пара	1,6	4, 4	-	0, 38 °C/°C
9	ЦНИИМОД-32	Темпер-ра сушильного агента – давление пара	1,6	4, 4	-	39 °C/ МПа
10	Камера Латгитпрома	Темпер-ра сушильного агента – давление пара	3, 2	6	-	32 °C/ МПа
11	Камера Латгитпрома	Темпер-ра сушильного агента – температура пара	3, 2	6	-	0, 31 °C/°C
12	Газовая на древесных отходах (рис. 1. 3)	Относительная влажность сушильного агента (%) – масса воды (кг)	0, 07	$T_a = 0,52$	–	–
13	Котельная установка на древесных отходах (рис. 1. 4)	Уровень воды в верхнем барабане (м) – расход воды(кг/ч)	0, 6	$T_a = 5, 7$	–	–
14	Теплофикационная установка (рис. 1. 5)	Температура воды после бойлера – расход пара	0, 2	0, 34	1, 16	0, 62 °C/кг/ч
15	Система охлаждения дизеля (рис. 1. 6)	Температура воды из головки дизеля – расход воды	0,17	0, 34	0, 67	0, 18 °C/кг/ч

16	Система маслоподготовки дизельной э/станции (рис. 1. 6)	Температура масла после маслоохладителя – расход воды	0, 13	0, 24	0, 47	0,17 °C/кг/ч
17	Моечная установка РММ (рис. 1. 7)	Температура воды после теплообменника – расход пара	0, 4	2	–	0,5 °C/кг/ч
18	Энергохимическая установка (рис. 1. 9)	Температура паровоздушной смеси – расход пара	0, 08	0, 2	–	0,17 °C/кг/ч
19	Цех хромирования (рис. 1. 10)	Температура в ванне – расход пара	0, 17	0, 34	0, 67	0, 28 °C/кг/ч
20	Барабанная сушилка (рис. 11)	Температура агента – % хода регулирующего органа	1, 1	2, 4	–	1, 78 °C/%РО
21	Установка для варки смолы (рис. 1.12)	Температура смеси – расход пара	0, 2	0, 17	0, 54	0, 23 °C/кг/ч
22	Установка для водоподготовки (рис. 13)	Температура воды аккумулятора – расход пара	0, 5	2	–	0, 22 °C/кг/ч
23	Установка для пропитки (рис. 1. 14)	Температура пропиточного раствора – расход воды	0, 15	0, 2	0, 42	0, 24 °C/кг/ч
24	Варочный бассейн (рис. 1. 15)	Температура воды – расход пара	150	500	–	0, 30 °C/кг/ч

2. РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Перед началом работы необходимо прочитать и изучить раздел «функциональные схемы автоматизации» (ФСА) по [1,6].

Для заданного объекта управления (под объектом управления понимается совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулирующими органами, а также энергии, сырья и других материалов) разработать функциональную схему автоматизации. При изучении необходимо обратить внимание на:

- ЗАДАЧИ, решаемые при разработке ФСА;
- РЕЗУЛЬТАТ составления ФСА;
- ПРИНЦИПЫ, которыми следует руководствоваться при разработке ФСА. Пример функциональной схемы автоматизации представлен на рис. 1.

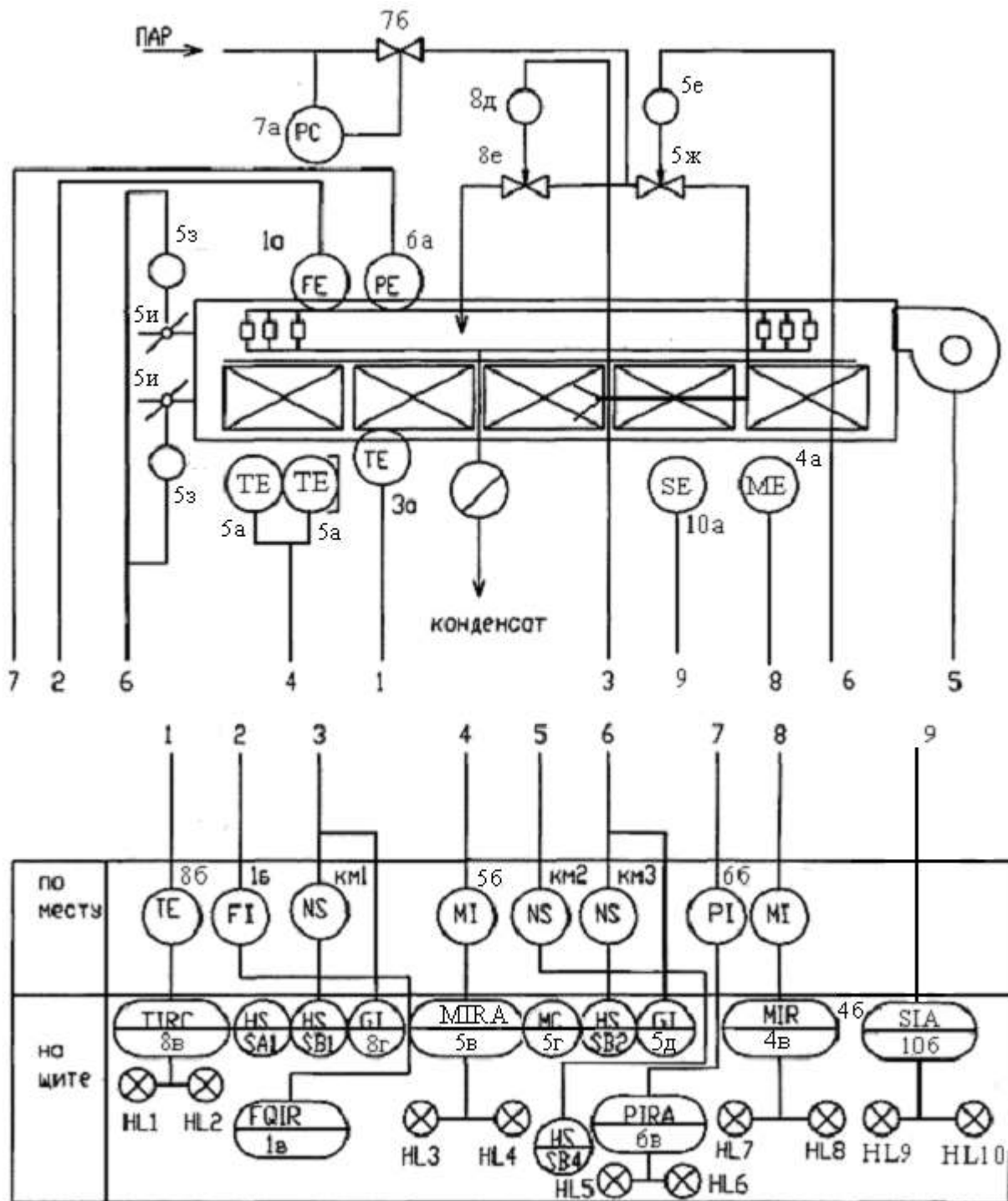


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации

2. 1. Выбор регулируемых величин

Поскольку основными устройствами автоматики, определяющими поддержание заданного технологического режима, являются регуляторы, то целесообразно, в первую очередь, наметить регулируемые параметры. В соответствии с выбранными параметрами устанавливаются каналы внесения регулирующих воздействий. Выбор регулируемых величин и каналов внесения воздействий производится на основе анализа характеристик объекта управления, его связей с другими объектами технологического процесса.

Существенным является рассмотрение возможностей стабилизации входных параметров, изменение которых вносит в объект управления наиболее сильные возмущения. Большинство установок являются многоемкостными объектами, как правило, с несколькими регулируемыми величинами, связанными между собой. В таких объектах регулирующие воздействия, направленные на устранение отклонений одной регулируемой величины, оказывают влияние на другие. В случае таких сложных объектов, желательно в качестве регулируемых выбирать параметры, которые не связаны между собой, либо вводить в цепи регулирования дополнительные воздействия, компенсирующие внешние связи между отдельными каналами регулирования.

2.2. Выбор контролируемых величин

Контролю подлежат те параметры, измерение текущих значений которых облегчает пуск, наладку и ведение технологического процесса. К их числу обычно относятся входные величины, при изменении которых в объект поступают возмущающие воздействия. При оперативном управлении возникает необходимость контролировать наиболее важные выходные величины, например, количество, качество и состав получаемого готового продукта. При необходимости проверять или регулировать текущие значения большого числа однотипных величин следует устанавливать устройство автоматики по вызову.

С целью получения данных, необходимых для хозяйственных операций и определения технико-экономических показателей, следует контролировать такие теплоэнергетические показатели, как количество потребляемой электроэнергии, тепла, пара, конденсата и т.п.

2. 3. Выбор сигнализируемых величин

К выбору сигнализируемых величин следует приступить после анализа объекта в отношении его взрыво- и пожароопасности, токсичности и агрессивности перерабатываемых продуктов и других специфических, особенностей производства.

Сигнализации подлежат все параметры, изменение которых может привести к аварии или серьезному нарушению технологического процесса. К ним относятся, например, концентрация взрывоопасных веществ в воздухе производственных помещений, уровень жидкостей или сыпучих в различного рода емкостях и аппаратах, давление или температура и т.д. Если к отклонению регулируемых или контролируемых величин предъявляются жесткие требования, то они одновременно являются и сигнализируемыми. Как правило, сигнализируются параметры регулирования в многоконтурных САР, остановка оборудования (ведущая к аварии или в моменты, не предусмотренные технологическим регламентом, вследствие ошибочных команд или отказов), достижения предельных значений параметров и т.д.

По назначению сигнализация подразделяется на несколько видов в зависимости от характера последствий изменений сигнализируемых величин. Технологическая сигнализация выполняет функции предупреждения, как о допустимых, так и аварийных значениях параметров.

Сигнализация положения информирует о состоянии контролируемых объектов и устройств; сигнализация действия защиты и автоматики – о состоянии соответствующих элементов управления.

2.4. Выбор параметров систем автоматической защиты

Специфические условия протекания многих процессов определяют возможность аварийных ситуаций, которые в случае развития аварии могут привести к последствиям различной тяжести, вплоть до разрушения оборудования, взрыва. К числу таких потенциально опасных производств относятся процессы, протекающие в условиях интенсивного тепловыделения, при высоких значениях температуры, давления.

В ходе анализа технологических процессов необходимо устанавливать возможности развития аварийных ситуаций, давать оценку их возможных последствий с целью определения наиболее показательных характеристик процесса, которые могут быть использованы для прогнозирования и предупреждения аварий. Такими характеристиками обычно является давление и температура в установках, отклонения расхода и концентрации реагентов или взрывоопасных веществ в воздухе производственных помещений от регламентных. Допустимые границы изменений указанных параметров определяют значения уставок автоматических систем защиты, в функции которых входит осуществление таких мероприятий, как прекращение подачи реагентов, способствующих развитию аварии; снижение давления или температуры; включение резервных агрегатов насосов, вентиляционных установок; включение систем пожаротушения.

2. 5. Выбор приборов и средств автоматизации

При создании современных систем автоматизации важной проблемой является выбор необходимых приборов и средств автоматизации.

Необходимо выбирать устройства, которые отвечают следующей совокупности из трех признаков [9]:

- предназначенности для использования в системе автоматизации, контроля, регулирования и управления производственными процессами;
- автоматического выполнения рабочих функций в системе без участия человека, поскольку назначение самой системы – автоматизация;
- наличия конструктивно оформленной возможности для устойчивой связи входа или выхода устройства с объектом управления, другими устройствами, оператором, что позволяет создавать законченные системы.

В основу методики выбора приборов и средств автоматизации положены функции изделий.

Удобство состоит в том, что устройства, выполняющие одинаковые функции, собраны вместе, в пределах одного элемента матрицы.

В том 1 Каталога включены приборы для измерения, контроля температуры, работа которых основана на различных методах измерения (жидкостные термометры, биметаллические термометры, термопреобразователи сопротивления, термоэлектрические преобразователи, пирометры, цифровые термометры).

Измерение температуры непосредственным сравнением с единицей измерения невозможно, и поэтому устройство приборов для измерения температуры основано на физических свойствах тел, связанных определенной зависимостью с температурой. Наиболее широко используются тепловое расширение тел; давление газов, паров и жидкостей; электрическое сопротивление проводников; термоэлектродвижущая сила; энергия излучения раскаленных тел.

На этих свойствах основан принцип действия следующих приборов:

Жидкостные стеклянные термометры относятся к приборам, принцип действия которых основан на тепловом расширении жидкости.

Биметаллические термометры имеют чувствительные элементы в виде пружин различной формы, выполненные из двух металлов с разными коэффициентами линейного расширения. Под влиянием температуры изменяется кривизна пружины. Изменение кривизны используется для перемещения измерительного устройства термометра.

Манометрические термометры относятся к приборам, принцип действия которых основан на свойстве жидких и газообразных веществ, заключенных в замкнутом объеме, изменять свое давление в зависимости от температуры. Чувствительным элементом в манометрических термометрах служат манометрические пружины. Манометрические термометры разделяются на газовые,

жидкостные и парожидкостные. В газовых термометрах замкнутый объем заполняется газом, в жидкостных – жидкостью с температурой кипения выше верхнего предела измерения, в паровых – жидкостью с температурой кипения ниже значения нижнего предела измерения температуры, причем в этом случае жидкостью заполняется, только часть чувствительного элемента – термобаллона. Чувствительным элементом кварцевых термометров является термобаллон, заполняемый жидкостью.

Термопреобразователи сопротивления (термометры сопротивления) относятся к приборам, принцип действия которых основан на свойствах металлов и сплавов изменять электрическое сопротивление в зависимости от температуры. Чувствительный элемент термометров сопротивления изготавливается из тонкой проволоки, намотанной на изоляционный материал. Для серийного изготовления термометров сопротивления применяется платиновая и медная проволока.

Термоэлектрические преобразователи (термопары) относятся к приборам, принцип действия которых основан на термоэлектрическом эффекте. Если в цепи, состоящей из двух различных проводников, концы которых соединены, нагревать одну из точек соединения, в цепи возникает термоэлектродвижущая сила (термоЭДС).

Пирометры излучения относятся к приборам, принцип действия которых основан на зависимости энергии излучения нагретых тел от температуры. К ним относятся оптические и радиационные пирометры. Оптический пирометр измеряет температуру по яркости нагретого тела и основан на принципе фотометра. Радиационный пирометр служит для измерения температуры по тепловому эффекту от излучения нагретого тела.

Цифровые термометры представляют собой комплект, состоящий из термопреобразователя и электронного блока.

По выходному сигналу приборы выпускаются с выходным унифицированным токовым сигналом и другими сигналами.

В том 2 Каталога включены приборы для измерения, контроля и сигнализации давления, перепада давления, работа которых основана на различных методах измерения и принципах действия. По принципу действия приборы разделяются на: пружинные, сильфонные, мембранные, поршневые, колокольные, электрические, ионизационные.

По способу представления информации приборы могут быть показывающие (со стрелочной или цифровой индикацией), самопишущие, с электрическим (в том числе сигнализирующие) и пневматическим выходными сигналами.

Измерительные преобразователи предназначены для получения информационного сигнала о давлении для дальнейшего использования его в системах управления. Информационный унифицированный сигнал может быть электри-

ческим в форме тока, напряжения, частоты, индуктивности, сопротивления, а также пневматическим. Преобразователи могут также иметь отсчетные устройства для представления информации оператору.

Представлены также дифференциальные манометры. Дифференциальные манометры в основном предназначены для измерения расхода жидкостей, газа и пара по перепаду давления в сужающих устройствах. Вместе с тем дифференциальные манометры могут быть использованы также и для измерения статического давления или разрежения в пределах их максимальных перепадов.

В том 3 Каталога включены приборы для измерения расхода и количества жидкости газа, пара, а также приборы для измерения расхода тепловой энергии и параметров теплоносителя, работа которых основана на различных методах измерения и принципах действия.

Приборы для измерения расхода и количества жидкости, газа и пара по методу измерения разделяются на: ротационные, турбинные, оптические, струйные, по переменному и постоянному перепаду давления, электромагнитные, ультразвуковые, акустические, вихревые, массовые (кориолисовые и др.), разные.

Кроме того в каталог включены приборы для измерения тепловой энергии и параметров теплоносителей (теплосчетчики). Теплосчетчики конструктивно подразделяются на компактные и составные. В компактных теплосчетчиках вычисление тепла реализуется в электронике, вмонтированной в водосчетчик, который комплектуется парой термопреобразователей. В составных теплосчетчиках функции вычисления тепла реализуются в отдельном блоке – тепловычислителе. Они комплектуются преобразователями объема (расхода), температуры и давления теплоносителя.

По методу измерения расхода теплосчетчики сгруппированы по следующим разделам: турбинные, электромагнитные, ультразвуковые, вихревые, смешанные.

В каталоге выделен раздел по приборам для измерения расхода и количества газа и воды для коммунально-жилищного хозяйства (бытовые счетчики газа и водосчетчики).

В том 4 Каталога включены приборы для измерения и регулирования уровня жидкости и сыпучих материалов.

Приборы контроля уровня, серийно выпускаемые изготовителями, отличаются большим разнообразием, как по методам измерений, так и по конструктивному исполнению. Это объясняется различной спецификой контролируемых сред: степенью их агрессивности, взрывоопасности, электропроводности, плотности и другими характеристиками, условиями эксплуатации, метрологическими характеристиками и т.д.

Все приборы контроля уровня, включенные в данный каталог, в зависимости от методов измерений разбиты по следующим группам: электромеханические вибрационные, электромеханические поплавковые, гидростатические

(буйковые), электрические (емкостные, кондуктометрические, сопротивления), дифманометры-уровнемеры, радиоизотопные, электронные, оптоэлектронные, радиоэлектронные, радарные, ультразвуковые.

Также в каталог включены разделы: сигнализаторы уровня и датчики-реле уровня.

В том 5 Каталога включены приборы для определения состава и свойств газа, жидкости, твердых и сыпучих веществ, серийно выпускаемые изготовителями, отличаются большим разнообразием, как по методам измерений, так и по конструктивному исполнению. Это объясняется различной спецификой контролируемых сред: степенью их агрессивности, взрывоопасности, электропроводности, плотности и другими характеристиками, условиями эксплуатации, метрологическими характеристиками и т.д. Все приборы для определения состава и свойств газов, жидкостей, твердых и сыпучих веществ, включенные в данный каталог, в зависимости от назначения разбиты по следующим разделам: газоанализаторы; анализаторы жидкостей (рН-метры, кислородомеры, солемеры и др.); анализаторы аэрозолей, твердых и сыпучих веществ; хроматографы; влагомеры; плотномеры газов и жидкостей и др.

В каталоге выделен раздел «Приборы для определения состава и свойств газов, жидкостей; твердых и сыпучих веществ экологического контроля». Данный раздел представлен не полностью, т.к. часть приборов помещены в другие разделы данного каталога. Эти приборы могут применяться как для экологии, так и для других различных отраслей промышленности.

В том 6 Каталога включены приборы вторичные (мосты, потенциометры, вторичные приборы с входным сигналом переменного напряжения, с входными унифицированными сигналами постоянного тока и напряжения, узкопрофильные приборы и др.) отечественного и зарубежного производства.

Приборы вторичные, серийно выпускаемые изготовителями, отличаются рядом характеристик: по принципу действия, по виду показаний (показывающие или самопишущие), по виду диаграммы (ленточная, дисковая), по габаритным размерам, по конструктивному исполнению (щитовое, настенное или настольное исполнение).

В том 7 Каталога включены приборы электрические и пневматические, преобразователи электропневматические, пневмоэлектрические и электроэлектрические, приборы для сложных многоконтурных систем; механизмы исполнительные электрические однооборотные, многооборотные, прямоходные и пневматические.

В каталоге можно выбрать датчики-реле температуры, давления, перепада давления и разрежения, уровня; сигнализаторы давления, перепада давления,

уровня. Также можно выбрать устройства для управления вспомогательными механизмами, пускатели, указатели положения, перемещения, сигнализаторы конечных положений, позиционеры, панели управления, оперативные, задающие и вспомогательные устройства.

В Том 8 Каталога включены программно-логические контроллеры (ПЛК) и программно-технические комплексы (ПТК).

Программно-логические контроллеры (ПЛК), серийно выпускаемые изготовителями, отличаются большим разнообразием модулей: модули дискретных входов/выходов; коммуникационные модули; модули аналоговых входов/выходов; модули терморегуляторов; модули ПИД-регулятора; модули контроля движения и других технических характеристик (быстродействие, количество каналов ввода/вывода, уровня напряжения входа/выхода).

Учитывая специфику устройств, критерии оценки можно разделить на три группы:

- технические характеристики: количество входов/выходов; быстродействие; уровни напряжения входов/выходов; напряжение изоляции;
- эксплуатационные характеристики: диапазон рабочих температур; относительная влажность воздуха;
- потребительские свойства: производительность; надежность; затраты; масса и габариты.

Объем технических данных, представленных в каталоге для каждого типа контроллера, не является исчерпывающим, однако он содержит достаточно данных для выбора ПЛК. Единая форма таблицы технических данных для всех типов контроллеров представляет возможность сравнительного анализа ПЛК различных фирм по основным техническим показателям.

Выбор технических средств автоматизации можно производить в Интернете изготовителей и дистрибьюторов. Список изготовителей и дистрибьюторов приведен в приложении 1.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Перед выполнением необходимо проработать [5]. Для заданного объекта, на основании исходных данных, построить кривде разгона объекта [7, рис.2. 2].

В разделе 5 [5] выбрать тип регулятора по виду выходного сигнала (релейный, непрерывный, импульсный). По графикам рис.5.1 или табл. 5.1 [5] определить для заданного оптимального процесса регулирования (апериодический, 20%-е перерегулирование, минимальная площадь квадратичного отклонения) закон регулирования (И-, П-, ПИ-, ПД-, ПИД-).

Для выбранного регулятора (закона регулирования) по табл. 5.2 [5] опре-

делить оптимальные настройки регулятора, реализующие заданные оптимальные процессы регулирования.

В релейных P_c -регуляторах настройками является зона нечувствительности 2δ и $T_{им}$ – время полного хода исполнительного механизма: определяют их по рис.5.4 [5]. Показатели качества (X_1 – динамическое отклонение и t_p – время регулирования) для этих регуляторов определяет по рис.5.5 [5].

В двухпозиционных регуляторах настройкой является только зона нечувствительности, которую определяют по рис.5.6,а [5]. При известной зоне нечувствительности параметры автоколебаний – амплитуду a и период колебаний T_k определяют также по рис.5.6 [5].

Для регуляторов П-, ПД – определяется статическая ошибка $\rho_{ст}$ ($X_{ост}$) по рис. 5. 8 [5].

Определив настройки и показатели качества регулирования, выбирают промышленный серийный регулятор по [7,8] или по отраслевым каталогам ИНФОРМПРИБОРа.

4. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

В схемах автоматического регулирования с помощью условных графических обозначений изображают все элементы систем автоматизации, с помощью которых осуществляется автоматическое регулирование параметров: датчики и первичные приборы (по ГОСТ 21. 404-85), преобразующие измеряемый параметр в электрический (или пневматический) сигнал, регулирующие приборы, задатчики, усилители, преобразователи, модули, осуществляющие логические операции; аппаратура управления и сигнализации (ГОСТ 2.755-87; 2.756-76; 2.732-68; 2.741-68).

Аппаратуру для ручного управления, исполнительные механизмы и линии связи между ними показывают в многолинейном изображении.

Сложные комбинированные приборы и регулирующие устройства изображают в виде прямоугольников с пронумерованными в соответствии с заводской маркировкой внешними зажимами (штуцерами). Иногда для пояснения принципа действия схемы внутри прямоугольников изображает только выходные контакты приборов и регуляторов и упрощенные принципиальные электрические схемы отдельных блоков. Обычно в прямоугольниках показывают только колодки зажимов, штепсельные разъемы и обозначают тип средств автоматизации.

Электрические схемы исполнительных механизмов изображают в развернутом или упрощенном виде, а кинематические – в упрощенном.

Пример выполнения принципиальной электрической схемы показан на рис. 2.

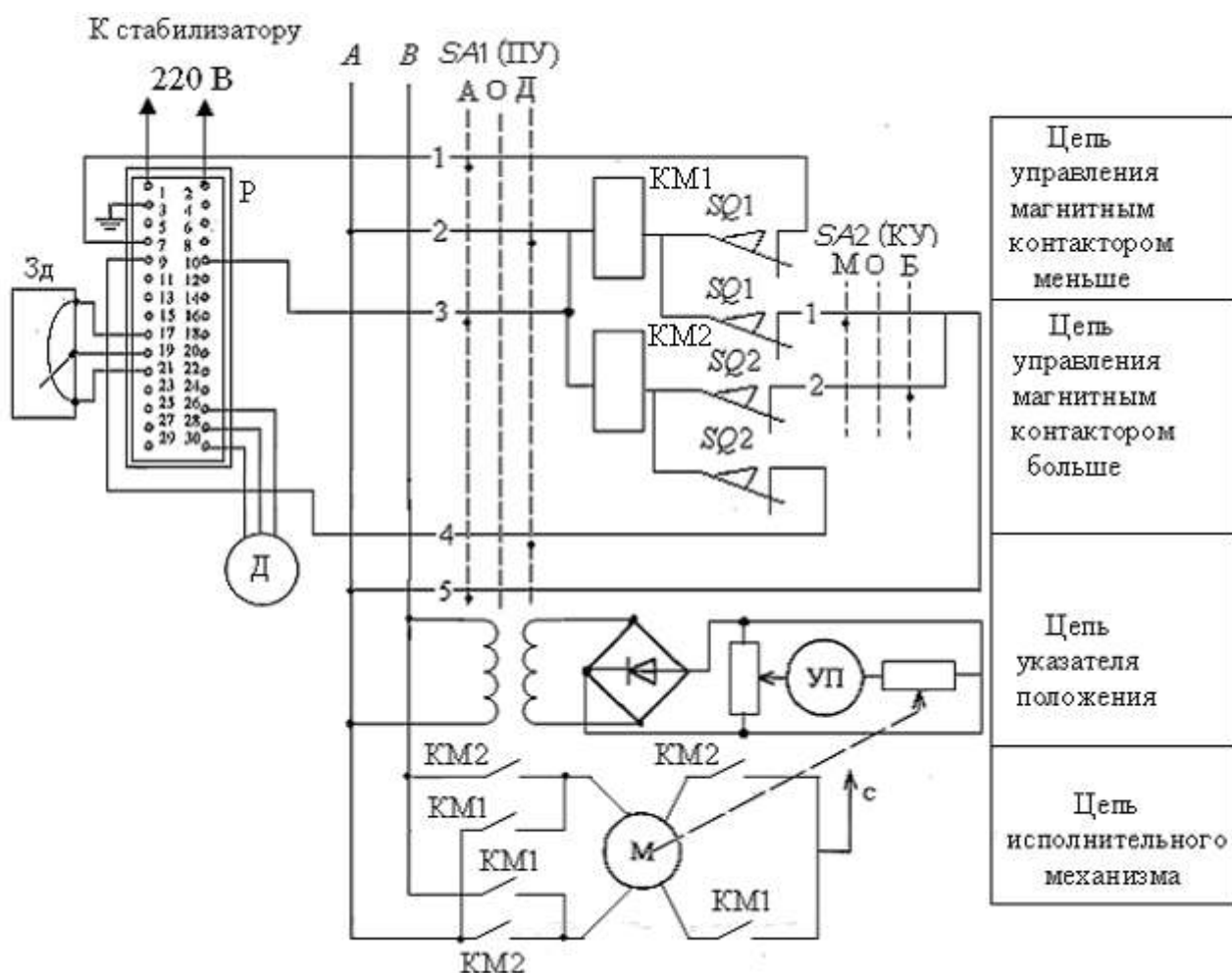


Рис. 2. Принципиальная схема автоматического регулирования
 Д – датчик (первичный измерительный преобразователь), Зд – задатчик, Р – регулятор,
 ПУ – переключатель управления, КУ – ключ управления, УП – указатель положения,
 М – исполнительный механизм

Для пояснения работы переключателя управления и ключа управления необходимо показать диаграмму включений переключателя управления и ключа управления (рис. 3 и 4) а также таблицу работы цепей схемы (рис. 2).

Таблица включений переключателя управления
(ПУ) ПМОФ 45° - 222222/11 - Д₉
(четыре пакета не показаны)

Условное обозначение	Вид фланца (спереди) и схема пакетов (сзади) в положении "выключено"	41 47 45 42 43 46			
		А В Д	1 4 3	2	5 8 7 6
—	Тип рукоятки и пакета	11Д ₉	2		2
—	№ контакта	—	1-3	2-4	5-7 6-8
Д	Дистанционно	↗	X	—	X —
В	Выключено	↑	—	—	—
А	Автоматика	↖	—	X	— X

Рис. 3. Диаграмма включений переключателя управления

Таблица включений ключа управления
(КУ) ПМОФ 45° - 222222/11 - Д₉
(пять пакетов не показаны)

Условное обозначение	Вид фланца (спереди) и схема пакетов (сзади) в положении "выключено"	47 44 А	
		А В Д	1 4 3 2
—	Тип рукоятки и пакета	11Д ₉	2
—	№ контакта	—	1-3 2-4
Б	Больше	↗	X —
В	Выключено	↑	— —
М	Меньше	↖	— X

Рис. 4. Диаграмма включений ключа управления

5. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЙ ОБЩЕГО ВИДА ЩИТЙ (ПУЛЬТА)

Перед разработкой необходимо проработать разделы по [1]: щиты и пульты (конструкция щитов и пультов, монтажные зоны, расположение приборов и аппаратуры на фасадных панелях щитов и пультов) и проектную документацию на щиты и пульты.

Типы и основные размеры щитов и пультов определены ОСТ 36.13-90. По конструктивному оформлению щиты делятся на шкафные полногабаритные, панельные полногабаритные и малогабаритные, пульты — приставные и отдельностоящие. Щиты шкафные и панельные полногабаритные имеют высоту 2200 мм, а ширина их различна: 600, 800, 1000, 1200 мм. Щиты малогабаритные панельные имеют следующие размеры: 1000×800, 1000×600, 600×400, 400×300.

Приборы и аппаратуру на фасадных сторонах панелей щитов рекомендуется устанавливать в пределах следующих расстояний по высоте от основания щита (мм):

- показывающие приборы и сигнальная аппаратура 800—1900;
- самопишущие и регулирующие приборы 900—1800;
- вспомогательная аппаратура контроля и управления (переключатели, ключи, кнопки) 800—1600;
- мнемосхемы 1000—1900.

Компоновку приборов на фасадных сторонах панелей щитов, а также выбор расстояний между осями приборов по высоте и по ширине щита следует производить с учетом свободного открывания крышек приборов и для возможности прокладки и присоединения электрических и трубных проводок, а также исключения возможности взаимного повреждения приборов.

Щиты и пульты систем автоматизации предназначены для размещения на них контрольно-измерительных приборов, регуляторов, сигнальных устройств, аппаратуры управления, защиты, блокировки, линий связи между ними.

ВНИМАНИЕ! щиты и пульты систем автоматизации выбирать только по ОСТ 36.13-90 (дата введения с 1 июля 1991 г.) и ОСТ 36.ЭД1-13-90.

При разработке должны быть решены следующие вопросы:

- выбраны типы и размеры шкафов, панелей с каркасом, корпусов пультов, стоек;
- определены монтажные зоны щитов шкафных, панельных с каркасом и малогабаритных стивов, пультов. Размеры монтажных зон приведены на рисунках [1];
- компоновка приборов и аппаратуры на фасаде щитов шкафных, панельных с каркасом и малогабаритных, стивов, пультов. Компоновка приборов и аппаратуры на фасадных панелях выполняется с учетом размеров и конфигурации монтажных зон.

Чертежи общих видов щитов, стивов, пультов разрабатывают на еди-

ничные и составные щиты. Под единичным щитом понимается щит, пульт, статив по номенклатуре, предусмотренной ОСТ 36.13-90.

Под составным понимается щит, образующийся в результате сборки при монтаже из единичных щитов и вспомогательных.

Чертеж общего вида должен содержать: вид спереди; таблицу надписей; перечень составных частей.

ВИД СПЕРЕДИ. На виде спереди единичного щита показывают приборы, средства автоматизации, элементы мнемосхем, изделия для нанесения надписей о назначении того или иного прибора. На виде спереди проставляют габаритные размеры щита, размеры символов мнемосхем (технологического обозначения, линий, стрелок) и размеры, координирующие установку на нем всех приборов, средств автоматизации, аппаратуры управления и сигнализации, символов мнемосхем.

Размеры проставляют от следующих базовых линий:

1) размеры по вертикали – от нижнего края фасадной панели щита, столешницы пульта или двери малогабаритного щита;

2) по горизонтали – от вертикальной оси симметрии фасадной панели, столешницы пульта или двери малогабаритного щита (рис. 5).

На виде спереди для приборов, аппаратов и вводов под полкой линии-выноски, на которой проставлен номер позиции, указывают обозначение установочного чертежа (типового или разрабатываемого в проекте).

ТАБЛИЦА НАДПИСЕЙ. Таблицу надписей, наносимых на изделиях для надписей (табло, рамках), выполняют на отдельных листах. В курсовом проекте можно выполнить на свободном поле чертежа. Таблица должна иметь тематический заголовок по типу "Надписи на табло в рамках". Каждой надписи на чертеже присваивают номер, начиная с единицы, указывая его внутри контура изделия для надписей. Надписям присваивают номера слева направо, сверху вниз (сначала надписям на табло, а затем – в рамках).

В таблицу сначала включают надписи на табло в порядке возрастания номеров, а затем надписи в рамках. Текст надписей должен быть кратким. Форма таблицы и пример ее заполнения приведены в [1] табл. 1.

СПЕЦИФИКАЦИЯ. В этот раздел включают все приборы, аппараты (в том числе стандартные) и монтажные изделия группами и в последовательности:

1) приборы и средства автоматизации в порядке их расположения на чертеже слева направо, сверху вниз: сначала — по виду спереди, затем — по виду с внутренней стороны;

2) электроаппаратура по функциональным признакам:

пусковая и защитная аппаратура (кнопки, переключатели, выключатели, пускатели, рубильники, предохранители, щитки электропитания);

сигнальная аппаратура (арматура сигнальных ламп, табло, звонки, сире-

ны);

преобразователи и источники электропитания (трансформаторы, стабилизаторы, выпрямители, прерыватели);

реле;

резисторы, конденсаторы, диоды;

3) трубопроводная арматура (вентили, краны, блоки вентилей запорных);

4) монтажные изделия:

для электромонтажа (блоки зажимов, зажимы наборные, колодки маркировочные, упоры, перемычки);

для монтажа трубных проводок (соединители переходные, переборочные, тройниковые, для подключения к приборам и т. п.);

для нанесения надписей.

Примечание: для курсового проекта только по виду спереди. Пример спецификации приведен в табл. 2.

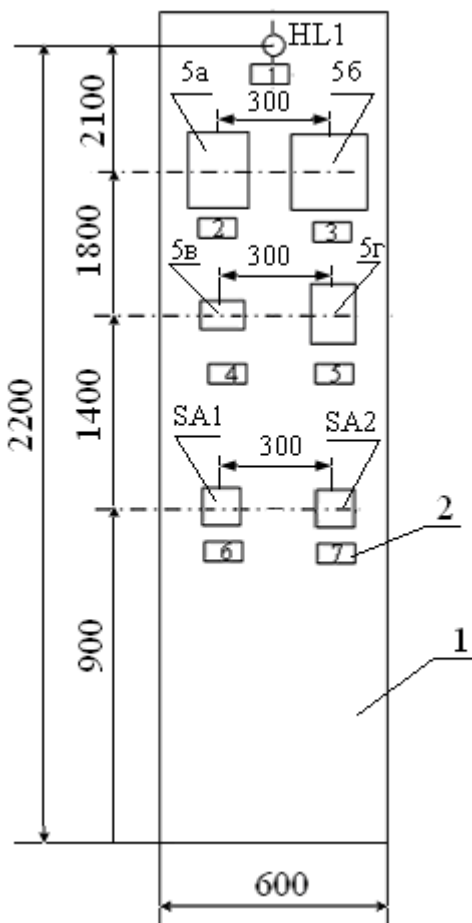


Рис. 5. Общий вид щита

Таблица 1

№ п/п	Текст надписи	Кол-во
1	Наличие напряжения в щите	1
2	Показание и регистрация темпер-ры	1
3	Регулирование температуры	1
4	Задание температуры	1
5	Указатель положения РО %	1
6	Переключатель режимов	1
7	Ключ управления	1

Таблица 2

№ п/п	Поз. обоз.	Наименование	Тип	Кол-во	Характеристика
1	1	Щит шкафной с задней дверью	ЩШЗД	1	2200×600×600
2	2	Рамка для надписей	РП 66	7	66×26
3	Н1 1	Сигнальная лампа	ENS - 22	1	∅ 28
4	5а	Цифровой показывающий и регистрирующий	Диск 250	1	322×322×117
5	5б	Регулятор микропроцессорный	РП-5	1	96×96×175
6	5в	Задатчик	ЗУ-50	1	80×60×210
7	5г	Указатель положения	ДУП-М	1	80×120×105
8	SA1 SA 2	Переключатель управления Ключ управления	ПМОФ-45	2	100×100

6. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПИТАНИЯ

В зависимости от выбранных приборов и средств автоматизации по роду используемой энергии, разрабатываются электрические или пневматические схемы питания.

Перед разработкой электрической схемы питания необходимо проработать по [1] разделы: принципиальные электрические схемы (общие требования, правила выполнения схем, условные графические обозначения, позиционные обозначения), принципиальные электрические схемы питания (назначение и общие требования; выбор напряжения, схемы электропитания и резервирования; выбор аппаратуры управления и защиты, сечений проводов и жил кабелей). В этой части курсового проекта необходимо;

- 1) выбрать аппараты управления и защиты;
- 2) выбрать сечения жил проводов и кабелей;
- 3) изобразить на чертеже питающую и распределительную сети;
- 4) составить перечень (спецификацию) элементов.

ВЫБОР аппаратов управления и защиты производится [1]:

- а) по номинальному напряжению сети;
- б) по длительному расчетному (номинальному) току цепи.

ВЫБОР сечений проводов и жил кабелей производится по условиям нагрева электрическим током и механической прочности по таблицам [1].

ЧЕРТЕЖИ питающей и распределительной сетей.

В схемах электропитания систем автоматизации различают два основных звена:

- 1) питающую сеть – сеть от источников питания до щитов и сборок питания;

2 распределительную сеть – сеть от щитов и сборок питания до электроприемников.

Схемы питающей и распределительной сетей рекомендуется изображать на отдельных листах (в курсовом проекте можно на одном).

Схема питающей сети выполняется в однолинейном изображении. На схеме показывают аппараты управления и защиты, устанавливаемые как со стороны источника питания, так и со стороны щитов питания.

Схема распределительной сети выполняется в многолинейном изображении. На схеме показывают: аппараты управления (рубильники, выключатели, переключатели, тумблеры); аппараты защиты (автоматы, предохранители); преобразователи (выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы); лампы освещения, штепсельные розетки, схемы автоматического резерва.

На схемах, у изображения аппаратов управления и защиты должны быть указаны позиционные обозначения. Все участки цепей должны иметь маркировку в соответствии с ГОСТ 2.709-89.

ПЕРЕЧЕНЬ элементов оформляется в виде таблицы. Элементы (аппараты управления и защиты) в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если источником энергии для приборов и средств автоматизации является сжатый воздух, то разрабатываются пневматические схемы питания. В этом случае необходимо по [1] проработать разделы: принципиальные пневматические схемы; принципиальные пневматические схемы питания (требование к качеству сжатого воздуха, выбор схемы пневмопитания, методика оформления и пример выполнения принципиальных пневматических схем питания).

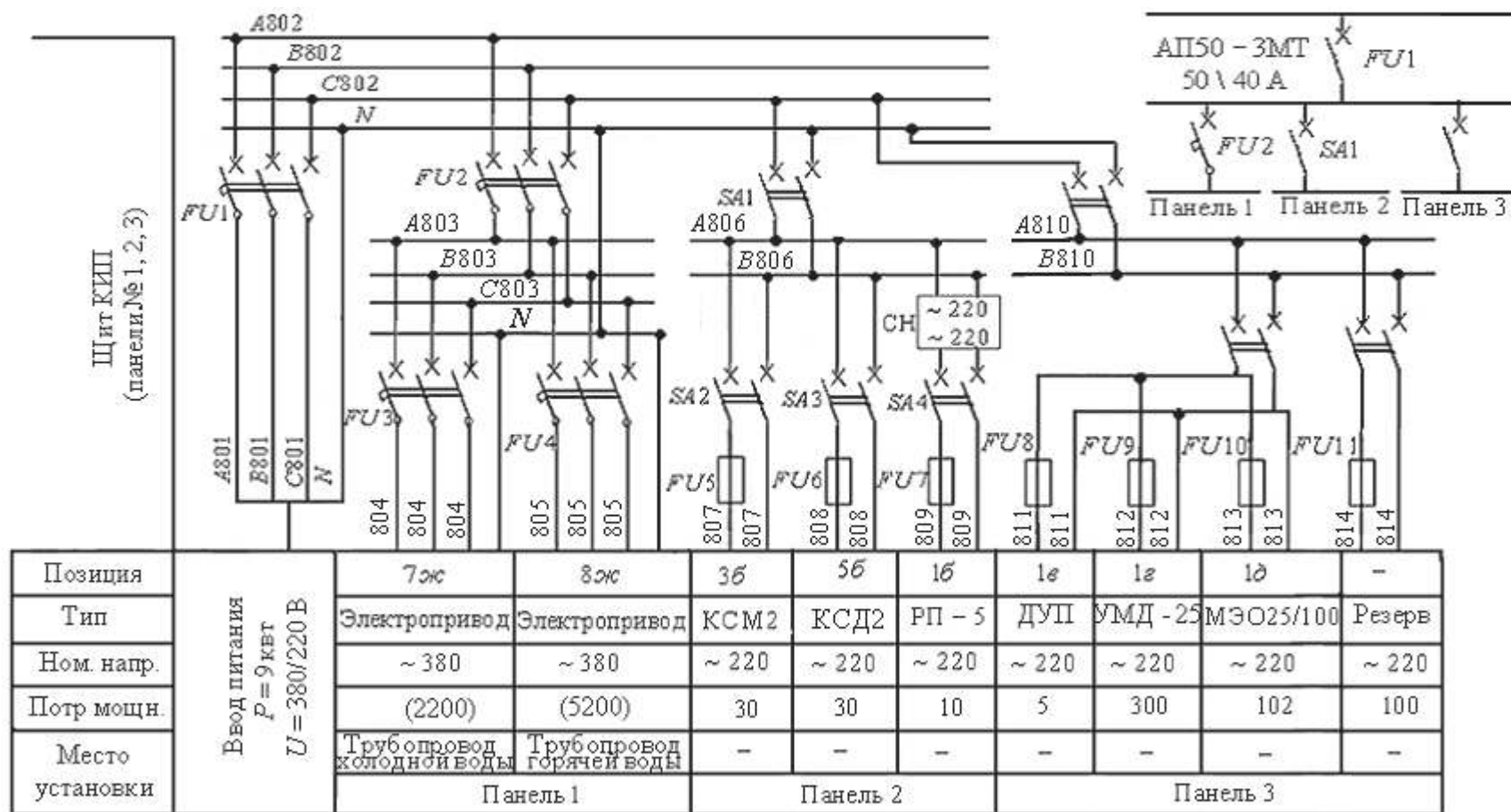


Рис. 6. Пример выполнения принципиальной электрической схемы питающей и распределительной сети системы электропитания

№ п/п	Наименование завода-изготовителя
1.	«Armstrong International Inc.», США (представительство в Москве и Санкт-Петербурге, фирма «АППЭК» ООО)
2.	«Burkert Easy Fluid Control Systems», Германия (представительство ЗАО «Эф-Си-Эс автоматика»)
3.	«EMERSON PROCESS MANAGEMENT» (Fisher-Rosemount)
4.	«HONEYWELL», США (представительство в России)
5.	«KONICS CO., LTD», Южная Корея. Эксклюзивный представитель в России ОАО «Челябинский завод «Теплоприбор»
6.	«OMRON», Япония, (дистрибьютор: ООО НПФ «Ракурс»)
7.	«SIEMENS», Германия (представительство в Москве)
8.	«VALCOM», Италия (представительство «Валком», ООО)
9.	«YOKOGAWA», Япония (представительство в России ООО «Йокогава Электрик»)
10.	«АВТОМАТИКА» ОАО
11.	«АГРОСТРОЙ», ЗАО НПФ
12.	«АЛЬБАТРОС» ЗАО
13.	«АПЛИСЕНС», ООО
14.	«АРЗАМАССКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД» ОАО
15.	«БАСТОР» ЗАО
16.	«ВАРТА» НПК
17.	«ВЗЛЕТ» ЗАО
18.	«ВИКА МЕРА» ЗАО
19.	«ВЛАДИМИРСКИЙ ЗАВОД «ЭТАЛОН» ОАО
20.	«ВИИИТФА»

21.	«ГАЗАППАРАТ» ОАО
22.	«ГИДРОМЕТПРИБОР» Сафоновский завод ФГУП
23.	«ДАНА ТЕРМ», ЗАО НПП
24.	«ДАНФОСС» ЗАО
25.	«ДУНАЕВЕЦКИЙ АРМАТУРНЫЙ ЗАВОД» АО
26.	«ЕНИСЕЙЗОЛОТОАВТОМАТИКА» ООО
27.	«ЗАВОД «ПРОМАВТОМАТИКА» АООТ
28.	«ЗАВОД СТАРОРУСПРИБОР» ОАО
29.	«ЗАВОД ЭЛЕКТРОНИКИ и МЕХАНИКИ» ОАО
30.	«ИЗОТОП» ВО ГУП
31.	«ИНТОР» НПП
33.	«КАНЕКС Кроне Инжиниринг» ЗАО
34.	«КАТРАБЕЛ» СП
35.	«КОНСТЭЛ» компания
36.	«КОНТАКТ-1», Приборостроительное предприятие
37.	«КонтрАвт» ООО НПФ
38.	«КРУГ» НПФ
39.	«ЛАЙФ-НОВОСИБИРСК» ЗАО НПО
40.	«ЛП-Вега дистрибьюшн» 000 (дистрибьютор в России и Белоруссии)
41.	«МАНОМЕТР» ЗАО
42.	«МАЯК» ПО
43.	«МЗТА» (Московский завод тепловой автоматики) ОАО
44.	«МИДАУС» ЗАО

45.	«МИКОН», ООО
46.	«МИКРОНИКС» 000 НПФ
47.	«МИКРОЛ», предприятие
48.	«МИР» НПП 000
49.	«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ» ФГУП
50.	«НЕФТЕАВТОМАТИКА» ОАО
51.	«НЕФТЕАВТОМАТИКА» опытный завод
52.	«НЕФТЕАВТОМАТИКА» АО
53.	«НЕФТЕХИМАВТОМАТИКА» ГП НПО
54.	«НЕФТЕХИММАШСИСТЕМЫ» ОАО РНТП
55.	«НПП АВТОМАТИКА» ЗАО
56.	«ОВЕН», компания
57.	«ОРЛЭКС» ЗАО
58.	«ПАСКАЛЬ» 000
59.	«ПЛК Системы» 000
60.	«ПРИБОР» ОАО
61.	«ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ» 000 СКБ
62.	«ПРОМАРМАТУРА» Завод
63.	«ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРУППА «МЕТРАН» ЗАО
64.	«ПЬЕЗОЭЛЕКТРИК» ООО
65.	«ПЯТИГОРСКИЙ ЗАВОД «ИМПУЛЬС» ОАО
66.	«САМСОН КОНТРОЛС» ООО
67.	«САРАНСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

68.	«САРАТОВГАЗПРИБОРАВТОМАТИКА» ФИРМА ООО
69.	«СЕНСОР» ЗАО
70.	«СЕНСОРИКА», НПФ
71.	«СИГМА-С», НПП
72.	«СИГМ ПЛЮС» ООО, Москва, (BRONKHORST HIGH-TECH)
73.	«СИГНАЛ» ООО, ЭПО
74.	«СИГНУР» ИПП
75.	«СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ» ООО НПП
76.	«СКБ СПА» ОАО
77.	«СОЮЗЦВЕТМЕТАВТОМАТИКЛ» ОАО
78.	«СТАРТ» ФГУП ПО
79.	«СТЭНЛИ» ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
80.	«ТЕПЛОАВТОМАТ» АО
81.	«ТЕПЛОКОНТРОЛЬ», ГУП
82.	«ТЕПЛОКОНТРОЛЬ» ОАО
83.	«ТЕПЛО ЛЮКС-М» («СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ») ООО»
84.	«ТЕПЛОПРИБОР» ОАО
85.	«ТЕПЛОПРИБОР», ОАО
86.	«ЗАВОД «ТЕПЛОПРИБОР-КОМПЛЕКТ» ЗАО
87.	«ТЕРМОАВТОМАТИКА» ОКБ ЗАО
88.	«ТехноАС» ООО
89.	«ТИК НПП» ООО
90.	«ТОРЭКС» НПФ ООО
91.	«УЛЬЯНОВСКОЕ КБ «ПРИБОРОСТРОЕНИЕ» ОАО

92.	«ШИББОЛЕТ» ООО
93.	«ЭЛЕКТРОПРИВОД» ОАО
94.	«ЭЛЕМЕР». НПП
95.	«ЭНЕРГО - СОЮЗ», ООО (ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО В РФ «ТОРГ- ЭНЕР-ГО» ООО)
96.	«ЭТАЛОН ПРИБОР»
97.	«ЭТАЛОН» НПК
98.	«ЭТАЛОН», Омский опытный завод, ФГУП
99.	«ЮМО» фирма ООО

Библиографический список

1. Клюев А.С. и др. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ. пособие. М.: Энергоатомиздат, 1990. 393 с. (можно 1980 г.)
2. Богданов Е.С. и др. Справочник по сушке древесины. М.: Лесная промышленность, 1981. 191 с.
3. Богданов Е.С. Автоматизация процессов сушки пиломатериалов. М.; Лесная промышленность, 1979. 175 с.
4. Балмасов Е.Я. Автоматика и автоматизация процессов производства древесных пластиков и плит: Учебное пособие. М.: Лесная промышленность, 1977.
5. Втюрин В.А. Проектирование систем автоматизации в лесной и деревообрабатывающей промышленности. Расчет систем автоматического регулирования технологических процессов: Лекции. ЛТА. Л., 1984. 53 с.
6. Втюрин В.А. Проектирование систем автоматизации в лесной и деревообрабатывающей промышленности. Функциональные схемы автоматизации: Лекции. ЛТА. Л. 1983.
7. Кошарский Б.Д. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы: Справочное пособие. Л.: Машиностроение, 1976.
8. Промышленные приборы и средства автоматизации/ Под ред. В.В.Черенкова. А.: Машиностроение, 1987.
9. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Ч. 1-4. М. 1989-91.
10. Втюрин В.А. Проектирование систем автоматизации. Принципиальные схемы автоматического регулирования: Альбом/ ЛТА. Л., 1984.

9. Каталог «Приборы и средства автоматизации». М.: ООО Издательство «НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ», 2004.

В Каталоге собран весь спектр приборов и средств автоматизации. Приборы объединены в группы по измеряемым параметрам и размещены в следующих томах:

1. Приборы для измерения температуры.
2. Приборы для измерения давления, перепада давления и разрежения.
3. Приборы для измерения расхода жидкости, газа, пара и сыпучих сред.
4. Приборы для измерения уровня.
5. Приборы для определения состава и свойств веществ.
6. Приборы отображения информации (вторичные приборы: потенциометры, мосты, электроизмерительные приборы и др.).
7. Регуляторы, регулирующие устройства электрические, пневматические датчики-реле, сигнализаторы.
8. Программно-логические контроллеры (ПЛК) и программно-технические комплексы (ПТК).