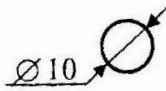
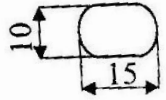


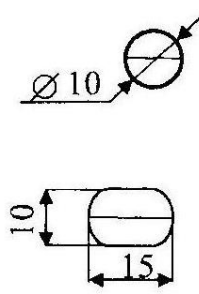
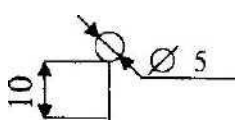
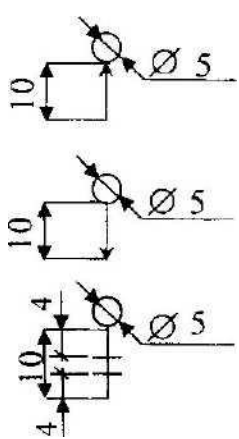
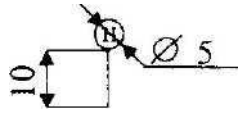
1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ В СХЕМАХ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ

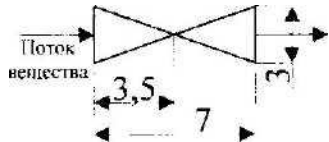
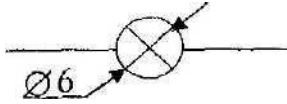
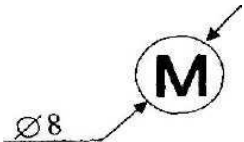
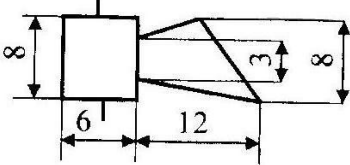
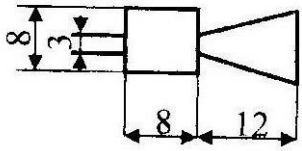

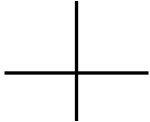
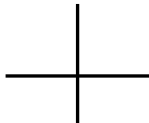
1.1. Условные обозначения

В соответствии с законом Российской Федерации «О техническом регулировании» 2002 г. все отношения при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранению, перевозке, реализации и утилизации регулируются техническим регламентом. В качестве основы для разработки технических регламентов могут использоваться полностью или частично международные стандарты и (или) национальные стандарты. В соответствии с МС ИСО 9001-94 «Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании» создаются стандарты предприятий. При создании стандартов предприятий рекомендуется соблюдать требования стандартов России и международных стандартов. Инженерам всех специальностей полезно знать о существовании следующих стандартов и нормативных документов [1 -10] . Изображение приборов и средств автоматизации на схемах технологических процессов производится в соответствии с ГОСТ 21.404-85 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» [11].

Таблица 1. Графические обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи.

Наименование	Обозначение. Размер
1. Прибор, устанавливаемый вне щита (по месту):	
а) основное обозначение	
б) допускаемое обозначение	

<p>2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте:</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	
<p>3. Исполнительный механизм. Общее обозначение</p>	
<p>4. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала:</p> <p>а) открывает регулирующий орган</p> <p>б) закрывает регулирующий орган</p> <p>в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении</p>	
<p>5. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом</p> <p>Примечание. Обозначение может применяться с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p>	

<p>6. Запорный орган; регулирующий орган (клапан и др.)</p>	
<p>7. Лампа сигнальная</p>	
<p>8. Двигатель электрический</p>	
<p>9. Гудок</p>	
<p>10. Ревун</p>	
<p>11. Линия связи. Общее обозначение</p>	
<p>12. Пересечение линий связи без соединения друг с другом</p>	
<p>13. Пересечение линий связи с соединением между собой</p>	

Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов изображают сплошной тонкой линией, соединяющей технологический трубопровод или аппарат с прибором (рис. 1). При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства (внутри контура технологического аппарата) его обозначают кружком диаметром 2 мм (рис.2).

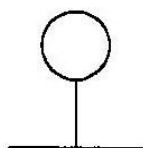


Рис.1

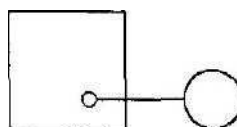


Рис. 2

Толщина линий, используемых в графических условных обозначениях на схемах, составляет:

приборы и средства автоматизации 0,5-0,6 мм.

горизонтальная разделительная черта внутри обозначения,
а также линии связи 0,2-0,3 мм.

контуры технологического оборудования и
трубопроводные коммуникации 0,6-1,5 мм.

Таблица 2.

Основные буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов.

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
A	+	—	Сигнализация	—	—
B	+	—	—	—	—

C	+	—	—	Автоматическое регулирование, управление	—
D	Плотность	Разность, перепад	—	—	—
E	Электрическая величина	—	+	—	-

F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	—
G	Размер, положение перемещение	—	+	—	—
H	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний предел измеряемой величины
I	+	-	Показание	-	-
J	+	Автоматическое переключение, обегание	-	-	-
K	Время, временная программа	-	-	+	-
L	Уровень	-	-	-	Нижний предел измеряемой величины
M	Влажность	-	-	-	-
N	+	-	-	-	-
O	+	-	-	-	-
P	Давление, вакуум	-	-	-	-
Q	Величина, характеризующая качество: состав, концентрация и т.п.	Интегрирование, суммирование	-	-	+
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-

S	Скорость, частота	-	-	Включение, отключение, переключение, блокировка	-
T	Температура	-	-	+	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
V	Вязкость	-	+	-	-
W	Масса	-	-	-	-
X	Не рекомендуемая резервная буква	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	-
Z	+	-	-	+	-

Буквенные обозначения, отмеченные знаком «+» являются резервными, а отмеченные знаком «-» - не используются.

Таблица 3. Дополнительные буквенные обозначения функциональных признаков приборов.

Обозначение	Наименование	Назначение
<i>E</i>	Чувствительный элемент	Устройства, выполняющие первичное преобразование: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, <u>сужающие устройства расхоломеров</u>
<i>T</i>	Дистанционная передача	Приборы бесшкальные с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, <u>манометрические термометры.</u>
<i>K</i>	Станция управления	Приборы, имеющие переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного
<i>Y</i>	Преобразование, вычислительные функции	Для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств.

Таблица №4. Дополнительные буквенные обозначения для построения преобразователей сигналов, вычислительных устройств.

Обозначения	Наименование
E P G	Род энергии сигнала: Электрический Пневматический Гидравлический
A D	Виды форм сигнала: Аналоговый Дискретный
Σ k x : f^n $\sqrt[n]{}$ lg dx/dt \int x(-1) max min	Операции, выполняемые вычислительными устройствами: Суммирование Умножение сигнала на постоянный коэффициент k Перемножение двух или более сигналов друг на друга Деление сигналов друг на друга Возведение величины сигнала f в степень n Извлечение из величины сигнала корня степени n Логарифмирование Дифференцирование Интегрирование Изменение знака сигнала Ограничение верхнего значения сигнала Ограничение нижнего значения сигнала
B _i B _o	Связь с вычислительным комплексом: Передача сигнала на ЭВМ Вывод информации с ЭВМ

Буквенные символы измеряемых величин и функциональные признаки приборов таблиц 2,3,4 следует знать наизусть. Понимание происхождения символов облегчает задачу их запоминания. С целью унификации с международным стандартом ANSI ISA-S5.1-1984(R1992) [4] ,буква символа, как правило, первая буква английского слова, обозначающая параметр или соответствующую функцию:

A (Alarm)	Тревога – символ сигнализации.
C (Choice)	Выбор, отбор – функциональный признак автоматического регулирования, управления.
D (Density)	Плотность, удельный вес, символ плотности.
D (Differential)	Дифференциал, разность – дополнительное обозначение после измеряемой величины разности, перепада.
E (Electric)	Электрический - символ любой электрической величины.
E (Elementary)	Первичный – функциональный признак первичного преобразователя, сенсора.
F (Flow)	Течение, поток, струя – символ расхода.
F (Fraction)	Дробь – дополнительное обозначение после измеряемой величины соотношения, доли.
G (Gabarit)	Габарит, размер - символ измерения размера, положения, перемещения.
H (Hand)	Рука - символ ручного воздействия.
H (High)	Высокий, верхний - функциональный признак верхнего предела измеряемой величины.
I (Indicate)	Индикация, указание - функциональный признак показывающего прибора.
K (Control)	Контроль (времени) - символ времени, временной программы.

K (Control station)	Станция контроля - функциональный признак наличия переключателя для выбора вида управления (ручное, автоматическое) и устройства для дистанционного управления.
L (Level)	Уровень - символ уровня.
L (Low)	Низкий - функциональный признак нижнего предела измеряемой величины.
M (Moist)	Влажный - символ влажности.
P (Pressure)	Давление - символ давления, вакуума.
P (Pneumatic)	Пневматический, воздушный - обозначение пневматического сигнала.
Q (Quality)	Качество - символ качества (состав, концентрация и т.п.).
Q (Quantity)	Количество, сумма - дополнительный символ интегрирования, суммирования по времени.
R (Radiation)	Радияция - символ радиоактивности.
R (Record)	Записывать, регистрировать - функциональный признак регистрации информации.
S (Speed)	Скорость - символ скорости, частоты.
S (Switch)	Включение - функциональный признак формирования сигнала включения, отключения, переключения, блокировки.
T (Temperature)	Температура - символ температуры.

T (Transmit)	Передавать - функциональный признак дистанционной передачи сигнала; символ преобразователя сигнала.
U (Universal)	Универсальный - символ измерения нескольких разнородных величин.
V (Viscosity)	Вязкость - символ вязкости.
W (Weight)	Вес, груз - символ массы.

1.2. Правила построения условных обозначений

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

В верхней части графического обозначения наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение.

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

Построение условного обозначения прибора приведено на рис.3.

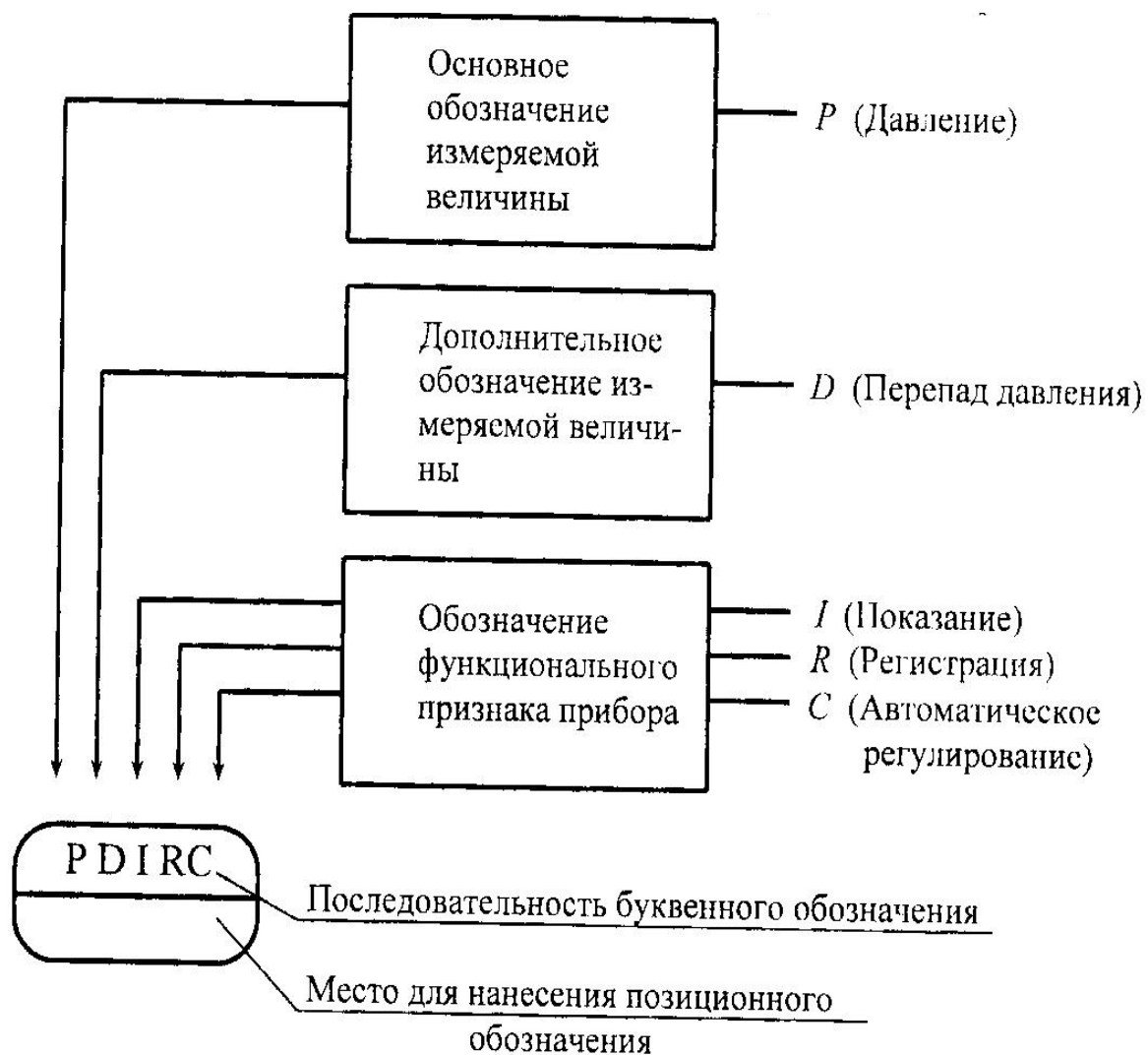


Рис.3. Принцип построения условного обозначения прибора

Порядок расположения букв в буквенном обозначении принимают следующим: основное обозначение измеряемой величины; дополнительное обозначение измеряемой величины (при необходимости); обозначение функционального признака прибора.

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме устройств ручного управления) является наименованием измеряемой комплектной величины.

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

Порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков прибора принимают с соблюдением последовательности обозначений: I, R, C, S, A.

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

Букву А применяют для обозначения функции «сигнализация» независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор.

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

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

Предельные значения измеряемых величин, по которым осуществляется, например, включение, отключение, блокировка, сигнализация, допускается конкретизировать добавлением букв Н и L. Эти буквы наносят справа от графического обозначения.








При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать наименование или символ этой величины.










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



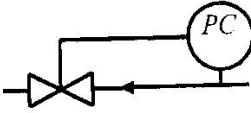





Подвод линий связи к прибору изображают в любой точке









графического обозначения (сверху, снизу, сбоку). При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки.









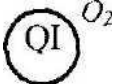

Таблица 5. Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации.



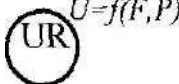




Обозначение	Наименование
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.п.
	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту. Например: термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.
	Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите. Например: милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.
	Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: термометр манометрический (или любой другой датчик температуры) бесшкальный с пневмо- или электропередачей.
	Прибор для измерения температуры одноточечный, регистрирующий, установленный на щите. Например: самопишущий милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.
	Прибор для измерения температуры с автоматическим обеганием устройством, регистрирующий, установленный на щите. Например: многоточечный самопишущий потенциометр, мост автоматический и т. п.
	Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите. Например: любой самопишущий регулятор температуры






	(термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.).
	Регулятор температуры бесшкальный, установленный по мету. Например: dilatометрический регулятор температуры.
	Комплект для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите. Например: вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт».
	Прибор для измерения температуры бесшкальный с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле температурное.
	Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите.
	Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите.
	Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. Например: любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напорометр, вакуумметр и т. п.
	Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр показывающий.
	Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: манометр (дифманометр) бесшкальный с пневмо- или электропередачей.
	Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите. Например: самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления.

	Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле давления.
	Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий с контактным устройством, установленный по месту. Например: электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.
	Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия) «до себя».
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. Например: диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.
	Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: дифманометр (ротаметр), бесшкальный с пневмо-или электропередачей.
	Прибор для измерения соотношения расходов регистрирующий, установленный на щите. Например: любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов.
	Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту. Например: дифманометр (ротаметр), показывающий.
	Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. Например: любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором.
	Прибор для измерения расхода показывающий, интегрирующий, установленный по месту.

	Например: показывающий дифманометр с интегратором.
	Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту. Например: счетчик-дозатор.
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту. Например: датчик электрического или емкостного уровня.
	Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту. Например: манометр (дифманометр), используемый для измерения уровня.
Н 	Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле уровня, используемое для блокировки и сигнализации верхнего уровня.
	Прибор для измерения уровня бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей.
Н 	Прибор для измерения уровня бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту. Например: электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква Н в данном примере означает блокировку по верхнему уровню.
	Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите. Например: вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы Н и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней.
	Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например: датчик плотномера с пневмо или электропередачей.

	<p>Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту.</p> <p>Например: показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты.</p>
   	<p>Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту. Например:</p> <p>Напряжение*</p> <p>Сила тока*</p> <p>Мощность*</p> <p>*Надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую электрическую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа.</p>
	<p>Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите.</p> <p>Например: командный электропневматический прибор (КЭП), многоцепное реле времени</p>
	<p>Прибор для измерения влажности регистрирующий, установленный на щите.</p> <p>Например: вторичный прибор влагомера.</p>
	<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту.</p> <p>Например: датчик pH-метра.</p>
	<p>Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту.</p> <p>Например: газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах.</p>
	<p>Прибор для измерения качества продукта регистрирующий,</p>

	<p>регулирующий, установленный на щите.</p> <p>Например: вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе.</p>
	<p>Прибор для измерения радиоактивности показывающий, с контактным устройством, установленный по месту.</p> <p>Например: прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций α- и β-лучей.</p>
	<p>Прибор для измерения скорости вращения привода регистрирующий, установленный на щите.</p> <p>Например: вторичный прибор тахогенератора.</p>
	<p>Прибор для измерения нескольких разнородных величин регистрирующий, установленный по месту.</p> <p>Например: самопишущий дифманометр – расходомер с дополнительной записью давления. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится справа от прибора.</p>
	<p>Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту, Например: вискозиметр показывающий.</p>
	<p>Прибор для измерения массы продукта показывающий, с контактным устройством, установленный по месту.</p> <p>Например: устройство электронно-тензометрическое, сигнализирующее.</p>
	<p>Прибор для контроля погасания факела в печи бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите.</p> <p>Например: вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы В должно быть оговорено на поле схемы.</p>
	<p>Преобразователь сигнала, установленный на щите. Входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический.</p> <p>Например: преобразователь измерительный, служащий для преобразования т.э.д.с. термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока.</p>

	Преобразователь сигнала, установленный по месту. Входной сигнал пневматический, выходной - электрический.
	Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения. Например: множитель на постоянный коэффициент К.
	<p>Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т. д.).</p> <p>Например: магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы.</p>
	<p>Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления (включение, выключение двигателя; открытие, закрытие запорного органа, изменение задания регулятору), установленная на щите.</p> <p>H Например: кнопка, ключ управления, задатчик.</p>
	<p>Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабжения устройством для сигнализации, установленная на щите.</p> <p>Например: кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подвеской и т. п.</p>

2. СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМ КОНТРОЛЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ, РЕГИСТРАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ.

2.1. Выбор приборов из справочника

Выбор приборов осуществляется исходя из:

1) диапазона измерения - ориентировочно верхний предел измерения определяется $N_{\text{ен}} = 1,5N_{\text{НОМ}}$. Здесь $N_{\text{НОМ}}$ - номинальное значение параметра согласно заданию. Далее из справочника берется ближайшее значение верхнего предела в сторону увеличения;

2) системы дистанционной передачи (возможны электрический токовый, по напряжению, дифференциально-трансформаторный или пневматический сигналы дистанционной передачи). Если технологический процесс пожаро - взрывоопасный, рекомендуется выбрать пневматические или безопасного исполнения электрические приборы;

3) заданной погрешности измерений.

Выбор расходомеров имеет некоторые особенности. Вначале необходимо ориентировочно определить диаметр трубопровода D по объемному расходу, скорректированному по п.1. Если в задании дан массовый расход G [кг/ч], необходимо вычислить объемный

$$Q = \frac{G}{\rho}; [\text{м}^3/\text{с}] \quad (2.1)$$

где ρ - плотность среды, определяется по рабочим значениям температуры t и давления P по справочнику теплофизических свойств.

Далее задаются среднерасходными скоростями перемещения технологических сред

газы $w = 10 \div 30$ м/с;

жидкости $w = 1 \div 3$ м/с;

вязкие жидкости $w = 0.3 \div 1$ м/с.

Ориентировочное значение диаметра трубопровода

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot w}}; \quad (2.2)$$

Далее из справочника берется ближайшее значение диаметра в сторону увеличения. Если $D < 50$ мм, рекомендуется выбирать расходомер обтекания (ротаметр). В случае $D > 50$ мм, то следует выбрать расходомер переменного перепада давления. Если в качестве расходомера выбран ротаметр (расходомер обтекания) и измеряемая среда - вода, то конкретные характеристики ротаметра определяются по верхнему пределу измерения, приведенному в справочнике. Нижние пределы измерения ротаметров в справочнике указаны отдельно, что составляет 10 % или 20 % от верхнего предела измерения.

Если измеряемая среда газ или другая жидкость кроме воды, то прибор выбирается по условному (среднерасходному) диаметру D .

Расходомер переменного перепада включает в себя сужающее устройство, дифманометр и вторичный прибор.

Сужающее устройство выбирается по условному (среднерасходному) диаметру D . Дифманометр-расходомер рекомендуется выбрать сильфонного типа по характеристикам расхода из ряда по справочнику. Нижний предел расходомера переменного давления определяется как 30 % от верхнего предела измерения.

2.2. Расчет среднеквадратичной погрешности контроля

Среднеквадратичная погрешность контроля параметра содержит основные погрешности приборов, входящих в комплект измерения

$$\delta_{\Pi} = \sqrt{\delta_1^2 + \sum \delta_i^2 + \delta_{ВП}^2}, \% \quad (2.3)$$

где δ_1 - основная погрешность (класс точности) первичного прибора, %; δ_i - основные погрешности (классы точности) промежуточных преобразователей, %; $\delta_{ВП}$ - основная погрешность (класс точности) вторичного прибора, %.

2.3. Определение абсолютной и относительной погрешностей

Абсолютная погрешность измерения параметра определяется по формуле

$$\Delta\Pi = \frac{\delta_{\Pi}(N_K - N_H)}{100\%}, \text{ ед. изм. параметра,} \quad (2.4)$$

где N_K - верхний предел измерения комплекта приборов; N_H - нижний предел измерения комплекта приборов.

Следует отметить, что диапазон измерения комплекта приборов определяется прибором, имеющим самый узкий диапазон.

Относительная погрешность измерения параметра определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Pi}{N} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

где N - отметка, на которой определяется относительная погрешность.

Пример расчета погрешностей

Комплект измерения температуры состоит из термоэлектрического термометра типа ТХК-0179 с пределами измерения $-50 \div +600^\circ\text{C}$, с погрешностью 0,6%, нормирующего преобразователя типа НП-5Б1 с диапазоном измерения $0 \div 200^\circ\text{C}$, основной погрешностью 1,5% и вторичного прибора типа КСУ-2 с классом точности 0,5 % и диапазоном изменения выходного сигнала $0 \div 5$ мА. Относительную погрешность определить на отметке 84°C .

Среднеквадратичная погрешность контроля

$$\delta_T = \sqrt{0.6^2 + 1.5^2 + 0.5^2} = 1.7\% \quad (2.6)$$

Абсолютная погрешность

$$\Delta T = \frac{1.7(200 - 0)}{100\%} = 3.38^\circ \text{C} \quad (2.7)$$

Относительная погрешность на отметке 84°C

$$\varepsilon_T = \frac{3.38}{84} \cdot 100\% = 4\% \quad (2.8)$$

2.4. Составление функциональной схемы регулирования параметра

Функциональную схему автоматической системы регулирования (АСР) рекомендуется выполнять также по ГОСТ 21.404-85. Особое внимание следует уделить к местоположению регулирующего клапана, т.е. изменением какого параметра будет поддерживаться на заданном значении регулируемый параметр. Например, уровень в емкости можно регулировать путем изменения расхода как на притоке, так и на стоке. Конкретная схема зависит от динамических характеристик канала воздействия и условий безопасности технологии.

Пример выполнения схемы приведен на рис. 9.

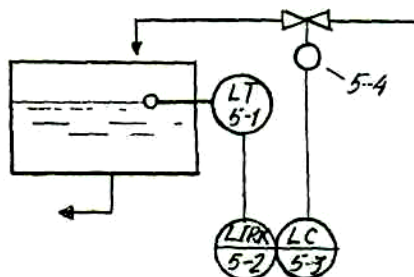


Рис. 2.

Рис. 9. АСР

уровня.

В качестве прибора для измерения уровня поз. 5-1 может быть использован уровнемер с пневматическим выходным сигналом типа УБ-П. Вторичный пневматический прибор поз. 5-2 марки ПВ10.1Э. Регулятором поз. 5-3 может служить пневматический П-регулятор марки ПР2.5. Устройством поз. 5-4 является регулирующий клапан 32Ч32НЖ. При выборе вторичного прибора следует обратить особое внимание на исполнение регулятора. В случае выбора регулятора приборного типа необходимо предусмотреть в составе АСР специальное устройство для перехода с автоматического режима на ручное управление и обратно - байпасную панель дистанционного управления. Схема АСР с использованием такого варианта представлена на рис. 10.

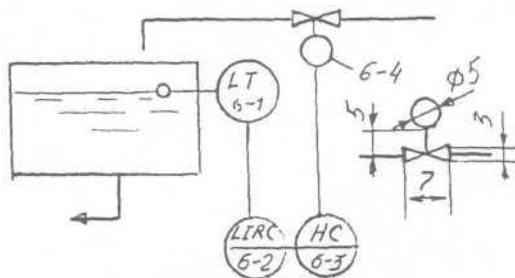


Рис. 3.

Рис. 10. АСР уровня.

В данном случае в качестве прибора поз. 6-1 используется уровнемер типа УБ-Э с токовым выходным сигналом, прибором поз. 6-2 является автоматический миллиамперметр с встроенным пневматическим ПИ-регулятором КСУ-4, устройством для перехода с ручного управления на режим автоматического регулирования служит пневматическая панель управления П12.2.

2.5. Выбор типа и расчет настроечных параметров регулятора

Упрощенный метод выбора и расчета регуляторов основывается на возможности представления динамических характеристик объектов управления тремя параметрами - временем запаздывания τ , постоянной времени T и коэффициентом усиления $k_{об}$. В таком случае, задаваясь типовым переходным процессом (апериодический, с 20 % перерегулированием, с минимальной интегральной ошибкой), можно определить тип регулятора (позиционный, непрерывный) и рассчитать настроечные характеристики выбранного регулятора. Согласно методике [19], вначале рассчитывается параметр τ/T , называемый условным запаздыванием. Если этот параметр $\tau/T < 0.2$, выбирается позиционный регулятор, при $\tau/T > 0.2$ регулятор будет непрерывным. Закон регулирования непрерывных регуляторов зависит от свойств объектов регулирования (емкости, запаздывания, самовыравнивания), характера возмущений и показателей качества переходного процесса:

- пропорциональный, П - закон - для одноемкостных объектов и при медленных возмущениях;
- интегральный, И - закон - для объектов с большим самовыравниванием, малым запаздыванием, при медленных возмущениях;
- пропорционально-интегральный, ПИ - закон - для объектов с любыми запаздываниями, емкостями, самовыравниваниями, при медленных возмущениях;
- пропорционально-дифференциальный, ПД - закон - для объектов с большими запаздываниями, при быстрых, но малых возмущениях;
- пропорционально-интегрально-дифференциальный, ПИД - закон

- универсальный, для любых объектов и при любых возмущениях.
- Формулы для расчета параметров настройки приведены в таблице 6.

Таблица 6

Закон регулирования	Типовой процесс регулирования	
	Апериодический	С 20 % - ным перерегулированием
П - регулятор	$k_p = 0.3 / (k_{об} \cdot \tau / T)$	$k_p = 0.7 / (k_{об} \cdot \tau / T)$
ПИ - регулятор	$k_p = 0.6 / (k_{об} \cdot \tau / T);$ $T_u = 0.6 \cdot T$	$k_p = 0.7 / (k_{об} \cdot \tau / T);$ $T_u = 0.7 \cdot T$
ПИД - регулятор	$k_p = 0.95 / (k_{об} \cdot \tau / T);$ $T_u = 2.4 \cdot \tau; T_d = 0.4 \cdot \tau$	$k_p = 1.2 / (k_{об} \cdot \tau / T);$ $T_u = 2 \cdot \tau; T_d = 0.4 \cdot \tau$

Таблица 1

2.6. Функциональная и принципиальная электрическая схемы управления приводом

Функциональная схема управления электроприводом согласно ГОСТ 21.404-85 показана на рис. 11.

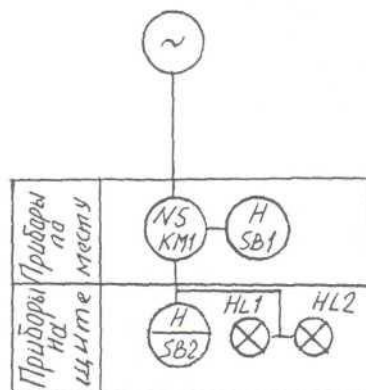
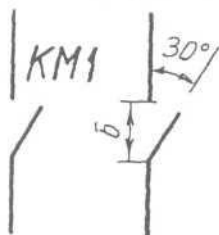


Рис. 4.

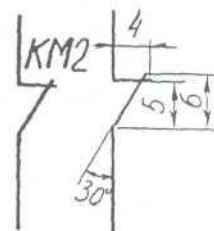
Рис.11.

Здесь устройство поз. KM1 - магнитный пускатель, SB1, SB2 - кнопочные посты управления.

Контакты коммутационных устройств



Замыкающий контакт
(нормально разомкнутого типа)



Размыкающий контакт
(нормально замкнутого типа)

Рис. 5.

Кнопочные ручные выключатели



Замыкающий



Размыкающий

Рис. 6.

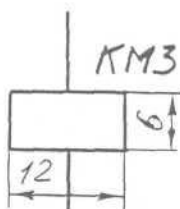


Рис. 7. Катушка реле

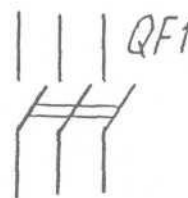


Рис. 8. Замыкающий много-
полюсный выключатель

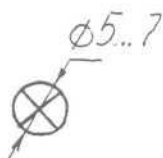


Рис. 9. Источник света



Рис. 10. Плавкий предо-
хранитель

Электрические принципиальные схемы условно изображаются согласно ГОСТ 2.755-87 и составляются на основании функциональной схемы. Условные обозначения некоторых элементов представлены на рис. 12-17.

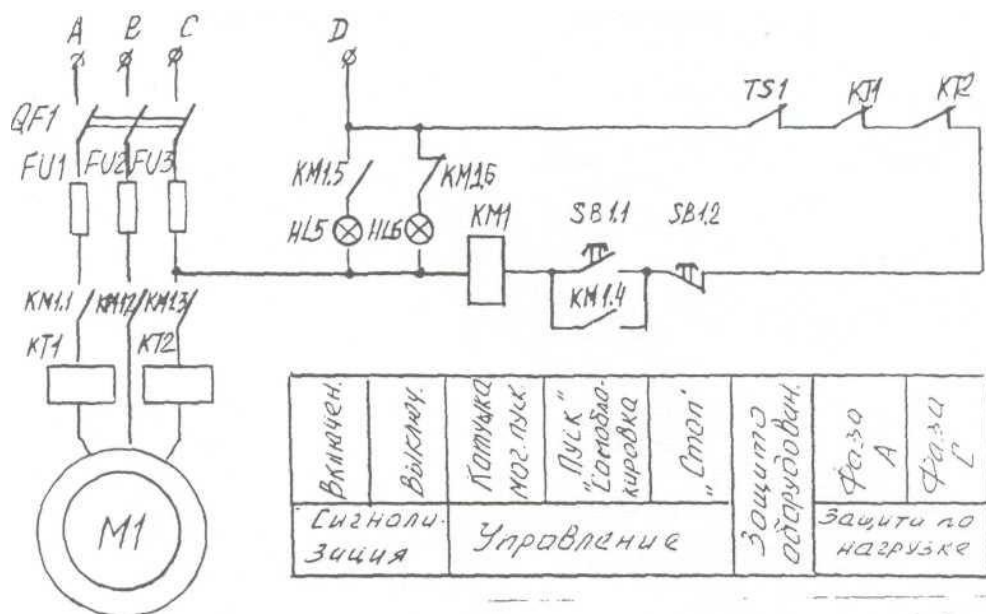


Рис. 11

Рис.18. Принципиальная электрическая схема нереверсивного управления асинхронным двигателем

Принадлежность изображаемых контактов, обмоток и других частей к одному и тому же устройству устанавливается по позиционным обозначениям, проставленными вблизи изображений всех частей одного и того же устройства. Так, на рис. 18 у контактов магнитного пускателя (силовых KM1.1, KM 1.2, KM1.3 и вспомогательных KM1.4, KM1.5 и KM1.6), а также вблизи изображения катушки магнитного пускателя показывается буквенно-цифровое обозначение KM1. Это означает, что все эти контакты срабатывают от катушки реле KM1, называемого магнитным пускателем. Буквенно-цифровые позиционные обозначения проставляются согласно ГОСТ 2.710 -81. Принципиальная электрическая схема нереверсивного управления асинхронным двигателем представлена на рис. 18. Здесь входной выключатель QF1 служит для защиты электрооборудования от токов короткого замыкания. Группа контактов KM1.1, KM1.2 и KM1.3 срабатывают от катушки магнитного пускателя KM1 и включают обмотки статора электродвигателя к трехфазной сети. Тепловые реле KT1 и KT2 служат для защиты электродвигателя от перегрузки путем отключения посредством контактов KT1 и KT2. Сигнальные лампы HL1 и HL2 необходимы для световой сигнализации состояния привода. Включение HL1 с зеленой линзой указывает на рабочее (вал вращается), а свечение HL2 с красной линзой на нерабочее состояние (вал неподвижен) электродвигателя.

Для технологической защиты оборудования необходим размыкающий контакт TS1, который обесточивает катушку магнитного пускателя KM1 при срабатывании. Контакт TS1 может принадлежать сигнализирующему (двух-трехпозиционному регулирующему) прибору или датчику-реле параметра,

превышение или понижение величины которого должно вызывать срабатывание защиты.

Таблица 7

Перечень элементов

Таблица 2

Позици- онное обозна- чение	Наименование	Тип	Ко- личе- ство	Техниче- ская харак- теристика
По месту				
KM1	Пускатель магнитный нереверсивный с тепловым реле ТРН25 и катушкой на 220 В	ПМЕ22 2 6р, 2з	1	550 В, 25 А
SB1	Кнопочная станция с двумя кнопочными элементами, в защищенном исполнении	КУ122- 2М	1	380 В, 4 А
Пульт управления				
SB2	Кнопочная станция с двумя кнопочными элементами, в защищенном исполнении	КУ122- 2М	1	380 В, 4 А
HL1, HL2	Лампа в арматуре АС-200 с зеленой и красной линзами	Ц-220- 210	2	220 В, 10 Вт
QF1	Выключатель автоматический	АП50- 3МТ	1	500 В, 1 втс=16 А
FU1, FU2	Предохранитель	ПР2	3	220 В, 1 втс=6 А

Один из возможных вариантов функциональной схемы без показания технологических аппаратов представлен на рис. 19.

Для технологической защиты оборудования необходим размыкающий контакт TS1, который обесточивает катушку магнитного пускателя KM1 при срабатывании. Контакт TS1 может принадлежать сигнализирующему (двух-трехпозиционному регулирующему) прибору или датчику-реле параметра, превышение или понижение величины которого должно вызывать срабатывание защиты.

2.7. Составление спецификации на приборы и средства автоматизации

Спецификацию приборов и средств автоматизации составляют в определенной форме согласно ГОСТ (приложение 1), состоящей из

следующих граф:

1. Номера позиций. Указывают номера позиций, присвоенные данному прибору и аппаратуре по функциональной схеме. Вспомогательная аппаратура, не показанная на функциональной схеме, может быть добавлена либо в комплекте соответствующего прибора с последующим цифровым индексом, либо в конце спецификации с новым последующим номером позиции.

2. Наименование измеряемого (или регулируемого) параметра, среды и место отбора импульса. Указываются наименование параметра (температура, давление, расход, концентрация), среды (пар, вода, масло, дымовые газы) и место отбора импульса. Запись может иметь следующий вид: "Температура пара перед подогревателем № 3" или "Уровень мазута в емкости Е - 1".

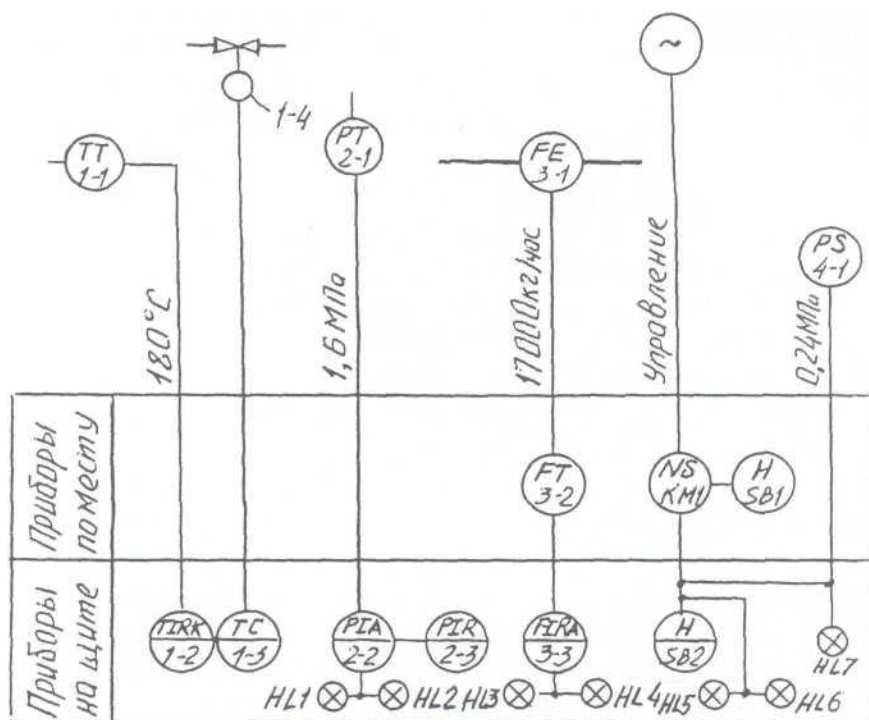


Рис. 12

Рис. 19. Функциональная схема контроля и автоматизации

3. Характеристика измеряемой (или регулируемой) среды. Указывают предельные рабочие значения параметров, необходимых для выбора шкал приборов, или заданные значения параметров и их допустимые отклонения - для выбора типа регулятора, а также особые свойства среды (вязкость, агрессивность по отношению к каким-либо материалам, взрывоопасность и т.п.), влияющие на выбор соответствующей аппаратуры.

Размерности величин параметров в этой графе должны иметь четкое стандартное написание, например: для температуры - 240°C; для давления - 32 МПа; для расхода - 80 м³/ч и т.д., а для электрических величин - 150 Ом, 220 В, 2 А и т.п.

4. Место установки приборов и аппаратуры. Указывают конкретное место установки первичного прибора, регулятора или вспомогательного оборудования, приводят размеры трубопроводов, каналов, а для сужающих устройств расходомеров - действительный внутренний диаметр труб и т.п., указывают также, на каком щите или пульте установлен прибор, уточняют его расположение (например, внутри щита).

5. Наименование и характеристика приборов и аппаратуры. Это важная графа спецификации. Она должна быть составлена с полнотой, достаточной для оформления заказа снабженческими и сбытовыми организациями. Если, например, специфицируется термоэлектрический преобразователь, то помимо его типа, отмеченного в графе 6, обязательно записывается материал термоэлектродов, указывается глубина погружения, материал защитного чехла и его форма. Запись в графе 5 может выглядеть примерно так: "Термоэлектрический преобразователь хромель - алюмелевый, без штуцера, рабочая длина 800 мм, в составном сваренном защитном чехле без муфты, с наконечником из стали 1Х18Н9Т".

Так же подробно специфицируются и другие приборы. При этом, если для термопреобразователя сопротивления достаточно указать "Термопреобразователь сопротивления платиновый, с неподвижным штуцером, в защитной наружной арматуре из стали 1Х18Н9Т, с максимальной глубиной погружения 200 мм, на условное давление 4 МПа, со средней инерционностью, градуировка гр.22", то для других приборов указывают подробно такие данные: полное название, способ отсчета (показывающий, самопишущий и т.п.), размеры корпуса, пределы измерений (с размерностью), основная погрешность и другие специфические данные. Например, для манометра: "Манометр технический обыкновенный с трубчатой пружиной, показывающий, в корпусе диаметром 160 мм, расположение штуцера радиальное, на пределы измерения 25 МПа, класс точности 1.5".

6. Тип или шифр прибора указывают по каталогу. Например, для термоэлектрического преобразователя необходимо указать в графе 6 "ТХА - ХШ". Полное наименование в графе 5 контролируется обозначением типа в графе 6, что исключает случайные ошибки.

7, 8. Количество приборов и аппаратуры. Так как функциональная схема часто составляется на один агрегат, установку или участок, то сначала необходимо указать в графе 7 число приборов на один агрегат, а затем в

зависимости от числа параллельно работающих агрегатов необходимо указать в графе 8 число строго одинаковых во всем совпадающих приборов на все агрегаты.

9. Указывают завод-изготовитель или его код ОКПУ приборов и аппаратуры.

10. Примечание. Указываются условия поставки или изготовления, например, "изготовить по специальному заказу" и т.п.

Электрические элементы, входящие в принципиальную электрическую схему, представляются в перечне элементов. Пример заполнения перечня элементов приведен в таблице 2.

Выбрать конкретные промышленные устройства контроля и управления, которыми может быть реализована каждая позиция контура можно изучив современную номенклатуру приборов и средств автоматизации по каталогам заводов-изготовителей, адреса которых сети «Интернет» приведены ниже:

1. Группа предприятий «Метран». Россия, г. Челябинск, <http://www.metran.ru>

2. АО «Теплоприбор». Россия, г. Рязань, <http://www.teplopribor.ryazan.ru>

3. Завод электроники и механики. Россия, г. Чебоксары, <http://www.zeim.ru>

4. Саранский приборостроительный завод. Россия, г. Саранск, <http://pribor.moris.ru>

5. ПТТФ «ЛГавтоматика». Россия, г. Москва, <http://www.klapan.ru>

6. ЗАО «РУСТ-95». Россия, г.г. Москва, Санкт-Петербург, <http://www.roost.ru>

7. Завод «ТИЗПРИБОР», Россия, г. Москва, <http://www.tizpribor.ru>

8. ОАО Арзамасский приборостроительный завод. Россия, г. Арзамас, <http://www.oaoarz.com>

9. Фирма «YOKOGAWA». Япония, <http://www.yokogawa.ru>

10. Фирма «VEGA». Техника измерения уровня и давления. Германия, <http://www.vega.com>; <http://www.vega-rus.ru>

11. Фирма «EMERSON». США, Сент-Луис, Миссури, <http://www.EmersonProcess.ru>

12. Фирма «SAMSON». Германия, Франкфурт на Майне, <http://www.samson.ru>

13. ООО Фирма «ЮМ0». Германия, www.jumo.de