

ной программе технологических параметров, ввод информации в УВМ и вывод рекомендаций по управлению ходом доменной печи и другие операции осуществляются с помощью технических средств централизованного контроля и управления работой доменной печи.

При разработке проектов автоматизации сложных технологических процессов с использованием агрегатированных комплексов вычислительной техники, требующих предварительного проведения научно-исследовательских экспериментальных работ в условиях действующего оборудования в период освоения проектных мощностей, следует предусматривать поэтапное выполнение монтажных работ и включение УВК в работу.

В общем случае можно рекомендовать следующее поэтапное включение УВК в работу:

1) пуск объекта с технологическим контролем и автоматическим управлением от

локальных систем регулирования; в этот период уточняются динамические и статические характеристики объекта, устраняются ошибки монтажа и проекта, возможные дефекты технологического оборудования, стабилизируется технологический процесс и т. п.; отрабатываются программы и алгоритмы на УВМ без их подключения к действующему технологическому оборудованию;

2) подключение УВМ к действующему технологическому оборудованию и включение ее в режим «советчика» с выдачей эксплуатационному персоналу рекомендаций по управлению ходом доменной печи;

3) включение УВМ в режим автоматического управления объектом через системы локального регулирования.

При необходимости в проектах автоматизации приводятся структурные схемы отдельных комплексов технических средств и средств автоматизации.

### Раздел 3

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

### 3.1. НАЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ, МЕТОДИКА И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

Функциональные схемы являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации (в том числе средствами телемеханики и вычислительной техники).

Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулирующими органами, а также энергии, сырья и других материалов, определяемых особенностями используемой технологии.

Задачи автоматизации решаются наиболее эффективно тогда, когда они прорабатываются в процессе разработки технологического процесса.

В этот период нередко выявляется необходимость изменения технологических схем

с целью приспособления их к требованиям автоматизации, установленным на основании технико-экономического анализа.

Создание эффективных систем автоматизации предопределяет необходимость глубокого изучения технологического процесса не только проектировщиками, но и специалистами монтажных, наладочных и эксплуатационных организаций.

При разработке функциональных схем автоматизации технологических процессов необходимо решить следующее:

получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;

непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им;

стабилизация технологических параметров процесса;

контроль и регистрация технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования;

Указанные задачи решаются на основании анализа условий работы технологического оборудования, выявленных законов и критериев управления объектом, а также требований, предъявляемых к точности ста-

билизации, контроля и регистрации технологических параметров, к качеству регулирования и надежности.

Функциональные задачи автоматизации, как правило, реализуются с помощью технических средств, включающих в себя: отборные устройства, средства получения первичной информации, средства преобразования и переработки информации, средства представления и выдачи информации обслуживающему персоналу, комбинированные, комплектные и вспомогательные устройства. Результатом составления функциональных схем являются:

- 1) выбор методов измерения технологических параметров;
- 2) выбор основных технических средств автоматизации, наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям и условиям работы автоматизируемого объекта;
- 3) определение приводов исполнительных механизмов регулирующих и запорных органов технологического оборудования, управляемого автоматически или дистанционно;
- 4) размещение средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах и т. п. и определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

Современное развитие всех отраслей промышленности характеризуется большим разнообразием используемых в них технологических процессов.

Практически не ограничены и условия их функционирования и требования по управлению и автоматизации. Однако базируясь на опыте проектирования систем управления и автоматизации, можно сформулировать некоторые общие принципы, которыми следует руководствоваться при разработке функциональных схем автоматизации:

- 1) уровень автоматизации технологического процесса в каждый период времени должен определяться не только целесообразностью внедрения определенного комплекса технических средств и достигнутым уровнем научно-технических разработок, но и перспективой модернизации и развития технологических процессов. Должна сохраняться возможность наращивания функций управления;
- 2) при разработке функциональных и других видов схем автоматизации и выборе технических средств должны учитываться: вид и характер технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасности, агрессивность и токсичность окружающей среды и т. д.; параметры и физико-химические

свойства измеряемой среды; расстояние от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля; требуемая точность и быстродействие средств автоматизации;

3) система автоматизации технологических процессов должна строиться, как правило, на базе серийно выпускаемых средств автоматизации и вычислительной техники. Необходимо стремиться к применению однотипных средств автоматизации и предпочтительно унифицированных систем, характеризующихся простотой сочетания, взаимозаменяемостью и удобством компоновки на щитах управления. Использование однотипной аппаратуры дает значительные преимущества при монтаже, наладке, эксплуатации, обеспечении запасными частями и т. п.

4) в качестве локальных средств сбора и накопления первичной информации (автоматических датчиков), вторичных приборов, регулирующих и исполнительных устройств следует использовать преимущественно приборы и средства автоматизации Государственной системы промышленных приборов (ГСП);

6) в случаях, когда функциональные схемы автоматизации не могут быть построены на базе только серийной аппаратуры, в процессе проектирования выдаются соответствующие технические задания на разработку новых средств автоматизации;

7) выбор средств автоматизации, использующих вспомогательную энергию (электрическую, пневматическую и гидравлическую), определяется условиями пожаро- и взрывоопасности автоматизируемого объекта, агрессивности окружающей среды, требованиями к быстродействию, дальности передачи сигналов информации и управления и т. д.;

8) количество приборов, аппаратуры управления и сигнализации, устанавливаемой на оперативных щитах и пультах, должно быть ограничено. Избыток аппаратуры усложняет эксплуатацию, отвлекает внимание обслуживающего персонала от наблюдения за основными приборами, определяющими ход технологического процесса, увеличивает стоимость установки и сроки монтажных и наладочных работ. Приборы и средства автоматизации вспомогательного назначения целесообразнее размещать на отдельных щитах, располагаемых в производственных помещениях вблизи технологического оборудования.

Перечисленные принципы являются общими, но не исчерпывающими для всех слу-

чаев, которые могут встретиться в практике проектирования систем автоматизации технологических процессов. Однако для каждого конкретного случая их следует иметь в виду при реализации технического задания на автоматизацию проектируемого объекта.

### 3.2. ИЗОБРАЖЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И КОММУНИКАЦИЙ

Технологическое оборудование и коммуникации при разработке функциональных схем должны изображаться, как правило, упрощенно, без указания отдельных технологических аппаратов и трубопроводов вспомогательного назначения. Однако изображенная таким образом технологическая схема должна давать ясное представление о принципе ее работы и взаимодействии со средствами автоматизации.

На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулирующую и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессом, а также запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора импульсов или поясняющие необходимость измерений.

Технологические аппараты и трубопроводы вспомогательного назначения показывают только в случаях, когда они механически соединяются или взаимодействуют со средствами автоматизации. В отдельных случаях некоторые элементы технологического оборудования допускается изображать на функциональных схемах в виде прямоугольников с указанием наименования этих элементов или не показывать вообще.

Около датчиков, отборных, приемных и других подобных по назначению устройств следует указывать наименование того технологического оборудования, к которому они относятся.

Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа изображают условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.784–70, приведенными в табл. 3.1.

Для более детального указания характера среды к цифровому обозначению может добавляться буквенный индекс, например вода чистая — 1ч, пар перегретый — 2п, пар насыщенный — 2н и т. п. Условные числовые обозначения трубопроводов следует проставлять через расстояния не менее 50 мм.

Детали трубопроводов, арматура, тепло-технические и санитарно-технические устройства и аппаратура показываются условными

Таблица 3.1. Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов по ГОСТ 2.784–70

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
Вода	-1-1-
Пар	-2-2-
Воздух	-3-3-
Азот	-4-4-
Кислород	-5-5-
Инертные газы:	
аргон	-6-6-
неон	-7-7-
гелий	-8-8-
криптон	-9-9-
ксенон	-10-10-
Аммиак	-11-11-
Кислота (окислитель)	-12-12-
Щелочь	-13-13-
Масло	-14-14-
Жидкое горючее	-15-15-
Горючие и взрывоопасные газы:	
водород	-16-16-
ацетилен	-17-17-
фреон	-18-18-
метан	-19-19-
этан	-20-20-
этилен	-21-21-
пропан	-22-22-
пропилен	-23-23-
бутан	-24-24-
бутилен	-25-25-
Противопожарный трубопровод	-26-26-
Вакуум	-27-27-

обозначениями по ГОСТ 2.785–70 и стандартам СПДС.

Для жидкостей и газов, не предусмотренных табл. 3.1, допускается использовать для обозначения другие цифры, но обязательно с необходимыми пояснениями новых условных обозначений.

Если обозначения трубопроводов на технологических чертежах не стандартизированы, то на функциональных схемах автоматизации следует применять условные обозначения, принятые в технологических схемах.

У изображения технологического оборудования, отдельных его элементов и трубопроводов следует давать соответствующие поясняющие надписи (наименование технологического оборудования, его номер, если таковой имеется, и др.), а также указывать стрелками направление потоков. Отдельные агрегаты и установки технологического оборудования можно изображать оторванно друг от друга с соответствующими указаниями на их взаимосвязь.

На трубопроводах, на которых предусматривается установка отборных устройств и регулирующих органов, указывают диаметры условных проходов.

### 3.3. ИЗОБРАЖЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Приборы, средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показываются в соответствии с ГОСТ 21.404–85 и отраслевыми нормативными документами.

При отсутствии в стандартах необходимых изображений разрешается применять нестандартные изображения, которые следует выполнять на основании характерных признаков изображаемых устройств.

ГОСТ 21.404–85 предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами (табл. 3.2).

В стандарте установлены два способа построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

Для упрощенного способа построения достаточно основных условных обозначений, приведенных в табл. 3.2, и буквенных обозначений, приведенных в табл. 3.3.



Развернутый способ построения условных графических обозначений может быть выполнен путем комбинированного применения основных (табл. 3.2 и 3.3) и дополнительных обозначений, приведенных в табл. 3.4 и 3.5.

Сложные приборы, выполняющие несколько функций, допускается изображать несколькими окружностями, примыкающими друг к другу.

Методика построения графических условных обозначений для упрощенного и развернутого способов является общей.

В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой вели-

Таблица 3.2. Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404–85

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, устанавливаемый по месту	
Прибор, устанавливаемый на щите	

Продолжение табл. 3.2











Наименование	Обозначение
Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристик и т. п.)	
Исполнительный механизм. Общее обозначение. (Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется)	
Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала)	
Регулирующий орган	
Линия связи	
Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
Пересечение линий связи с соединением между собой	

Таблица 3.3. Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404—85

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное назначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное назначение
<i>A</i>	—	—	Сигнализация	—	—
<i>B</i>	—	—	—	—	—
<i>C</i>	—	—	—	Регулирование, управление	—
<i>D</i>	Плотность	Разность, перепад	—	—	—
<i>E</i>	Любая электрическая величина	—	—	—	—
<i>F</i>	Расход	Соотношение, доля, дробь	—	—	—
<i>G</i>	Размер, положение, перемещение	—	—	—	—
<i>H</i>	Ручное воздействие	—	—	—	Верхний предел измеряемой величины
<i>I</i>	—	—	Показание	—	—
<i>J</i>	—	Автоматическое переключение, обегание	—	—	—
<i>K</i>	Время, временная программа	—	—	—	—
<i>L</i>	Уровень	—	—	—	Нижний предел измеряемой величины
<i>M</i>	Влажность	—	—	—	—
<i>N</i>	Резервная буква	—	—	—	—
<i>O</i>	Резервная буква	—	—	—	—
<i>P</i>	Давление, вакуум	—	—	—	—
<i>Q</i>	Величина, характеризующая качество, состав, концентрацию и т. п.	Интегрирование, суммирование по времени	—	—	—
<i>R</i>	Радиоактивность	—	Регистрация	—	—
<i>S</i>	Скорость, частота	—	—	Включение, отключение, переключение, сигнализация	—
<i>T</i>	Температура	—	—	—	—
<i>U</i>	Несколько разнородных измеряемых величин	—	—	—	—
<i>V</i>	Вязкость	—	—	—	—

Продолжение табл. 3.3

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное назначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное назначение
<i>W</i> <i>X</i>	Масса Нерекомендуемая резервная буква	— —	— —	— —	— —

Таблица 3.4. Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов по ГОСТ 21.404–85

Наименование	Обозначение
Чувствительный элемент (первичное преобразование)	<i>E</i>
Дистанционная передача (промежуточное преобразование)	<i>T</i>
Станция управления	<i>K</i>
Преобразование; вычислительные функции	<i>Y</i>

Таблица 3.5. Дополнительные обозначения, отражающие функциональные признаки преобразователей сигналов и вычислительных устройств по ГОСТ 21.404–85

Наименование	Обозначение
Род сигнала:	
электрический	<i>E</i>
пневматический	<i>P</i>
гидравлический	<i>G</i>
Виды сигнала:	
аналоговый	<i>A</i>
дискретный	<i>D</i>
Операции, выполняемые вычислительным устройством:	
суммирование	$\Sigma$
умножение сигнала на постоянный коэффициент <i>K</i>	<i>K</i>
перемножение двух и более сигналов	$\times$
деление сигналов друг на друга	:
возведение сигнала <i>f</i> в степень <i>n</i>	$f^n$
извлечение из сигнала <i>f</i> корня степени <i>n</i>	$\sqrt[n]{f}$
логарифмирование	$\lg$
дифференцирование	$dx/dt$
интегрирование	$\int$
изменение знака сигнала	$\times (-1)$
ограничение верхнего значения сигнала	max
ограничение нижнего значения сигнала	min

чины и функционального признака прибора.

В нижней части окружности наносится позиционное обозначение (цифровое или буквенно-цифровое), служащее для нумерации комплекта измерения или регулирования (при упрощенном способе построения условных обозначений) или отдельных элементов комплекта (при развернутом способе построения условных обозначений).

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

Функциональные признаки (если их несколько в одном приборе) также располагаются в определенном порядке.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен на рис. 3.1.

При построении условных обозначений приборов следует указывать не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме. Так, при обозначении показывающих и самопишущих приборов (если функция «показание» не ис-

пользуется) следует писать *TR* вместо *TIR*, *PR* вместо *PIR* и т. п.

При построении условного обозначения сигнализатора уровня, блок сигнализации которого является бесшкальным прибором и снабжен контактным устройством и встроенными сигнальными лампами, следует писать:

а) *LS* — если прибор используется толь-

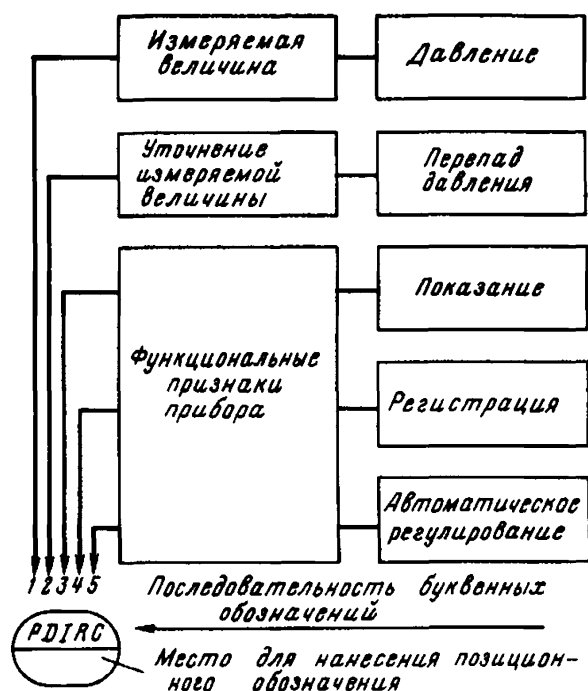


Рис. 3.1. Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления

ко для дистанционной сигнализации отключения уровня, включения, выключения насоса, блокировок и т. д.;

б) *LA* — если используются только сигнальные лампочки самого прибора;

в) *LSA* — если используются обе функции в соответствии с а) и б);

г) *LC* — если прибор используется для позиционного регулирования уровня.

Размеры графических условных обозначений по ГОСТ 21.404–85 приведены в табл. 3.6.

Условные графические обозначения на схемах должны выполняться линиями толщиной 0,5–0,6 мм.

Горизонтальная разделительная черта внутри обозначения и линии связи должны выполняться линиями толщиной 0,2–0,3 мм.

В обоснованных случаях (например, при позиционных обозначениях, состоящих из большого числа знаков) для обозначения первичных преобразователей и приборов допускается вместо окружности применять обозначения в виде эллипса.

Примеры построения условных обозначений, устанавливаемых ГОСТ 21.404–85, приведены в табл. 3.7.

При использовании условных обозначений по ГОСТ 21.404–85 необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) буква *A* (см. табл. 3.3) применяется для обозначения функции сигнализации при упрощенном способе построения условных

Таблица 3.6. Размеры графических условных обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404–85

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор (контролирующий, регулирующий): базовое обозначение	
допускаемое обозначение	
Отборное устройство	
Исполнительный механизм	
Регулирующий орган	

обозначений, а также при развернутом способе, когда для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор. Во всех остальных случаях для обозначения контактного устройства прибора применяется буква *S* и при необходимости символ лампы, гудка, звонка.

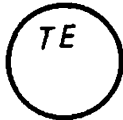

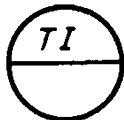
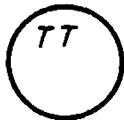
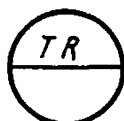

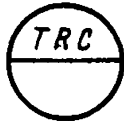
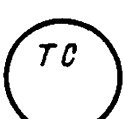
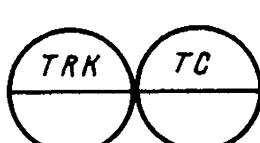
Сигнализируемые предельные значения измеряемых величин следует конкретизировать добавлением букв *H* и *L*. Эти буквы наносятся вне графического обозначения, справа от него (см. табл. 3.7, пп. 31, 32).

Букву *S* не следует применять для обозначения функции регулирования (в том числе позиционного);

2) для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора (справа от него) необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например «напряжение», «ток», pH, O<sub>2</sub> и т. д. (см. табл. 3.7, пп. 41–43);

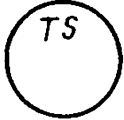
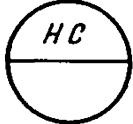
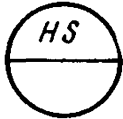
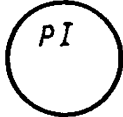


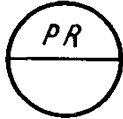
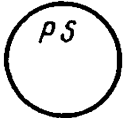

3) в случаях необходимости около изображения прибора допускается указывать вид

Таблица 3.7. Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404–85

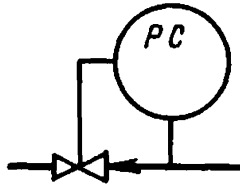
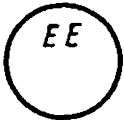

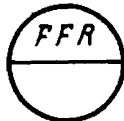
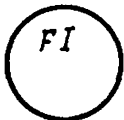

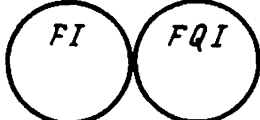

№ пп.	Наименование	Обозначение
1	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термометр термоэлектрический, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.)	
2	Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту (термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.)	
3	Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
4	Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
5	Прибор для измерения температуры, одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
6	Прибор для измерения температуры с автоматическим обеганием устройством, регистрирующий, установленный на щите (потенциометр многоточечный самопишущий, мост автоматический и т. п.)	
7	Прибор для измерения температуры, регистрирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
8	Регулятор температуры, бесшкальный, установленный по месту (например, dilatометрический регулятор температуры)	
9	Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»)	



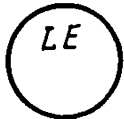
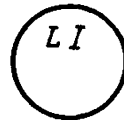
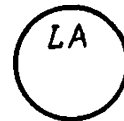
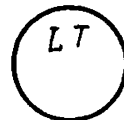
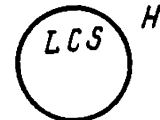
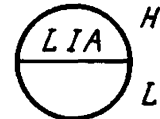
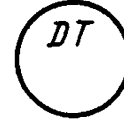
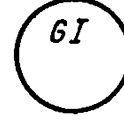

Продолжение табл. 3.7

№ пп.	Наименование	Обозначение
10	Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное)	
11	Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите	
12	Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых воздушных линий, установленных на щите	
13	Прибор для измерения давления (разрежение), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т. п.)	
14	Прибор для измерения перепада давления, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр показывающий)	
15	Прибор для измерения давления (разрежения), бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
16	Прибор для измерения давления (разрежения), регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления)	
17	Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления)	
18	Прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.)	

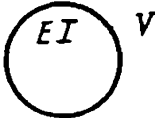
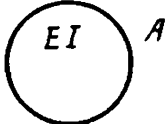

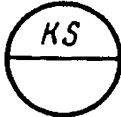
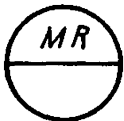
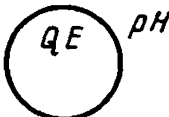
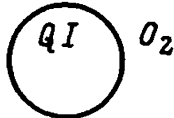


Продолжение табл. 3.7

№ пп.	Наименование	Обозначение
19	Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия), «до себя»	
20	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.)	
21	Прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей)	
22	Прибор для измерения соотношения расходов, регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов)	
23	Прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр или ротаметр показывающий)	
24	Прибор для измерения расхода, интегрирующий, установленный по месту (например, любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором)	
25	Прибор для измерения расхода, показывающий, интегрирующий, установленный по месту (например, показывающий дифманометр с интегратором)	
26	Прибор для измерения расхода, интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор)	

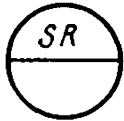
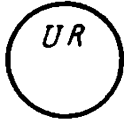


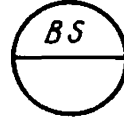
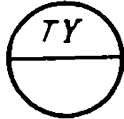
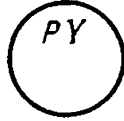
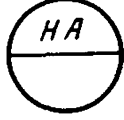

Продолжение табл. 3.7

№ пп.	Наименование	Обозначение
27	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера)	
28	Прибор для измерения уровня, показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня)	
29	Прибор для измерения уровня, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле уровня)	
30	Прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
31	Прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту (например, электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква <i>H</i> в данном примере означает блокировку по верхнему уровню)	
32	Прибор для измерения уровня, показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы <i>H</i> и <i>L</i> означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней)	
33	Прибор для измерения плотности раствора, бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей)	
34	Прибор для измерения размеров, показывающий, установленный по месту (например, показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты)	
35	Прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный по месту (надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа) (см., например, пп. 36—38)	


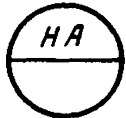
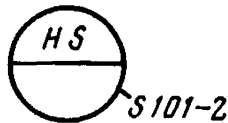
Продолжение табл. 3.7

№ пп	Наименование	Обозначение
36	Вольтметр	
37	Амперметр	
38	Ваттметр	
39	Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный электропневматический прибор КЭП, многоцепное реле времени и т. п.)	
40	Прибор для измерения влажности, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера)	
41	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра)	
42	Прибор для измерения качества продукта, показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах)	
43	Прибор для измерения качества продукта, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе)	
44	Прибор для измерения радиоактивности, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций $\alpha$ - и $\beta$ -лучей)	

Продолжение табл. 3.7

№ пп.	Наименование	Обозначение
45	Прибор для измерения частоты вращения привода, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора)	
46	Прибор для измерения нескольких разнородных величин, регистрирующий, установленный по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры пара. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится либо справа от прибора, либо на поле схемы в примечании)	 $U=f(F, P, T)$
47	Прибор для измерения вязкости раствора, показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий)	
48	Прибор для измерения массы продукта, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно-тензометрическое или сигнализирующее)	
49	Прибор для контроля погасания факела в печи, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы <i>B</i> должно быть оговорено на поле схемы)	
50	Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический, например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования термо-ЭДС термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока)	 $E/E$
51	Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной — электрический)	 $P/E$
52	Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения на постоянный коэффициент <i>K</i>	
53	Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы должно быть оговорено на поле чертежа схемы)	

Продолжение табл. 3.7

№ пп.	Наименование	Обозначение
54	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления, задатчик и т. п.)	
55	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. п.)	
56	Ключ управления, предназначенный для выбора режима управления, установленный на щите (например, приведен для иллюстрации случая, когда позиционное обозначение велико и поэтому наносится вне окружности)	

радиоактивности, например  $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучение (см. табл. 3.7, п. 44);

4) буква *U* может быть использована для обозначения прибора, измеряющего несколько разнородных величин. Подробная расшифровка измеряемых величин должна быть приведена около прибора или на поле чертежа (см. табл. 3.7, п. 46);

5) для обозначения величин, не предусмотренных данным стандартом, могут быть использованы резервные буквы. Многократно применяемые величины следует обозначать одной и той же резервной буквой.

Для одноразового или редкого применения может быть использована буква *X*. При необходимости применения резервных буквенных обозначений они должны быть расшифрованы на схеме. Не допускается в одной и той же документации применение одной резервной буквы для обозначения различных величин;

6) для обозначения дополнительных значений прописные буквы *D*, *F*, *Q* допускается заменять строчными *d*, *f*, *q*;

7) в отдельных случаях, когда позиционное обозначение прибора не помещается в окружность, допускается нанесение его вне окружности;

8) буква *E* (см. табл. 3.7) применяется для обозначения чувствительных элементов, т. е. устройств, выполняющих первичное преобразование. Примерами первичных преобразователей являются термометры термоэлектрические (термопары), термометры сопротивления, датчики пирометров, сужающие

устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и т. п.;

9) буква *T* означает промежуточное преобразование — дистанционную передачу сигнала. Ее рекомендуется применять для обозначения приборов с дистанционной передачей показаний, например бесшкальных манометров (дифманометров), манометрических термометров с дистанционной передачей и т. п.

10) буква *K* применяется для обозначения приборов, имеющих станцию управления, т. е. переключатель выбора вида управления (автоматическое, ручное);

11) буква *Y* рекомендуется для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств;

12) порядок построения условных обозначений с применением дополнительных букв следующий: на первом месте ставится буква, обозначающая измеряемую величину, на втором — одна из дополнительных букв *E*, *T*, *K* или *Y*.

Например, первичные измерительные преобразователи температуры (термометры термоэлектрические, термометры сопротивления и др.) обозначаются *TE*, первичные измерительные преобразователи расхода (сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и др.) — *FE*; бесшкальные манометры с дистанционной передачей показаний — *PT*; бесшкальные расходомеры с дистанционной передачей — *FT* и т. д.;

13) при применении обозначений из

табл. 3.5 надписи, расшифровывающие вид преобразования или операции, выполняемые вычислительным устройством, наносятся справа от графического изображения прибора;

14) в обоснованных случаях во избежание неправильного понимания схемы допускается вместо условных обозначений приводить полное наименование преобразуемых сигналов. Также рекомендуется обозначать некоторые редко применяемые или специфические сигналы, например кодовый, время-импульсный, число-импульсный и т. д.;

15) при построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого прибора, входящего в комплект, является наименованием измеряемой комплектом величины. Например, в комплекте для измерения регулирования температуры первичный измерительный преобразователь следует обозначать *ТЕ*, вторичный регистрирующий прибор — *TR*, регулируемый блок — *ТС* и т. п.

При построении условных обозначений по ГОСТ 21.404–85 предусматриваются следующие исключения:

1) все устройства, выполненные в виде отдельных блоков и предназначенные для ручных операций, должны иметь на первом месте в обозначении букву *Н* независимо от того, в состав какого измерительного комплекта они входят, например, переключатели электрических цепей измерения (управления), переключатели газовых (воздушных) линий обозначаются *НС*, байпасные панели дистанционного управления — *НС*, кнопки (ключи) для дистанционного управления, задатчики — *Н* и т. п.;

2) при обозначении комплекта, предназначенного для измерения нескольких различных величин, первичные измерительные преобразователи (датчики) следует обозначать в соответствии с измеряемой величиной, вторичный прибор — *УР*;

3) в отдельных случаях при построении обозначений комплектов, предназначенных для измерения качества косвенным методом, первая буква в обозначении датчика может отличаться от первой буквы в обозначении вторичного прибора (например, для измерения качества продукта пользуются методом температурной депрессии). Датчиками температуры при этом являются термометры сопротивления, вторичным прибором — автоматический мост. Обозначение такого комплекта при развернутом способе будет следующим: датчики — *ТЕ*, вторичный прибор — *QR* (см. табл. 3.7, п. 43).

Щиты, стивы, пульта управления на

функциональных схемах изображаются условно в виде прямоугольных произвольных размеров, достаточных для нанесения графических условных обозначений устанавливаемых на них приборов, средств автоматизации, аппаратуры управления и сигнализации по ГОСТ 21.404–85.

Комплектные устройства (машины централизованного контроля, управляющие машины, полукомплекты телемеханики и др.) обозначаются на функциональных схемах также в виде прямоугольников.

Функциональные связи между технологическим оборудованием и установленными на нем первичными преобразователями, а также со средствами автоматизации, установленными на щитах и пультах, на схемах показываются тонкими сплошными линиями. Каждая связь обозначается одной линией независимо от фактического числа проводов или труб, осуществляющих эту связь. К условным обозначениям приборов и средств автоматизации для входных и выходных сигналов линии связи допускается подводить с любой стороны, в том числе сбоку и под углом. Линии связи должны наноситься на чертежи по кратчайшему расстоянию и проводиться с минимальным числом пересечений.

Допускается пересечение линиями связи изображений технологического оборудования и коммуникаций. Пересечение линиями связи условных обозначений приборов и средств автоматизации не допускается.

### 3.4. ПОЗИЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на функциональных схемах, присваиваются позиционные обозначения (позиции), сохраняющиеся во всех материалах проекта.

На стадии проекта позиционные обозначения выполняют арабскими цифрами в соответствии с нумерацией и заявочной ведомостью приборов, средств автоматизации и электроаппаратуры.

На стадии рабочей документации при одностадийном проектировании позиционные обозначения приборов и средств автоматизации образуются из двух частей: обозначение арабскими цифрами номера функциональной группы и строчными буквами русского алфавита номеров приборов и средств автоматизации в данной функциональной группе.

Буквенные обозначения присваиваются каждому элементу функциональной группы в порядке алфавита в зависимости от последовательности прохождения сигнала — от устройств получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс (например, приемное устройство — датчик, вторичный преобразователь — задатчик — регулятор — указатель положения — исполнительный механизм, регулирующий орган).

Позиционные обозначения отдельных приборов и средств автоматизации, таких как регулятор прямого действия, манометр, термометр и др., состоят только из порядкового номера.

Позиционные обозначения должны присваиваться всем элементам функциональных групп, за исключением:

- а) отборных устройств;
- б) приборов из средств автоматизации, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием;
- в) регулирующих органов и исполнительных механизмов, входящих в данную систему автоматического управления, но заказываемых и устанавливаемых в технологических частях проекта.

Обозначения на функциональных схемах электроаппаратуры на стадии рабочей документации или при одностадийном проектировании должны соответствовать обозначениям, принятым в принципиальных электрических схемах.

При определении границ каждой функциональной группы следует учитывать следующее обстоятельство: если какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает дополнительные воздействия под другим параметром (например, корректирующий сигнал), то все элементы схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую они оказывают воздействие.

Регулятор соотношения, в частности, входит в состав той функциональной группы, на которую оказывается ведущее воздействие по независимому параметру. То же относится и к прямому цифровому управлению, где входным цепям контура регулирования присваивается одна и та же позиция.

В системах централизованного контроля с применением вычислительной техники, в схемах телеизмерения, в сложных схемах автоматического управления с общими для разных функциональных групп устройствами все общие элементы выносятся в самостоятельные функциональные группы.

Позиционные обозначения в функцио-

нальных схемах проставляют рядом с условными графическими обозначениями приборов и средств автоматизации (по возможности с правой стороны или над ними).

### 3.5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ

Функциональная схема выполняется в виде чертежа, на котором схематически условными изображениями показывают: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации с указанием связей между технологическим оборудованием и средствами автоматизации, а также связей между отдельными функциональными блоками и элементами автоматики.

Функциональные схемы автоматизации могут разрабатываться с большей или меньшей степенью детализации. Однако объем информации, представленный на схеме, должен обеспечить полное представление о принятых основных решениях по автоматизации данного технологического процесса и возможность составления на стадии проекта заявочных ведомостей приборов и средств автоматизации, трубопроводной арматуры, щитов и пультов, основных монтажных материалов и изделий, а на стадии рабочего проекта — всего комплекса проектных материалов, предусмотренных в составе проекта.

Функциональную схему автоматизации выполняют, как правило, на одном листе, на котором изображают средства автоматизации и аппаратуру всех систем контроля, регулирования, управления и сигнализации, относящуюся к данной технологической установке. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, реле, автоматы, выключатели и предохранители в цепях питания, соединительные коробки и другие устройства и монтажные элементы, на функциональных схемах не показывают.

Сложные технологические схемы рекомендуются расчленять на отдельные технологические узлы и выполнять функциональные схемы этих узлов в виде отдельных чертежей на нескольких листах или на одном.

Для технологических процессов с большим объемом автоматизации функциональные схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического контроля и управления. Например, отдельно выполняются схемы автоматического управления, контроля и сигнализации и т. п.



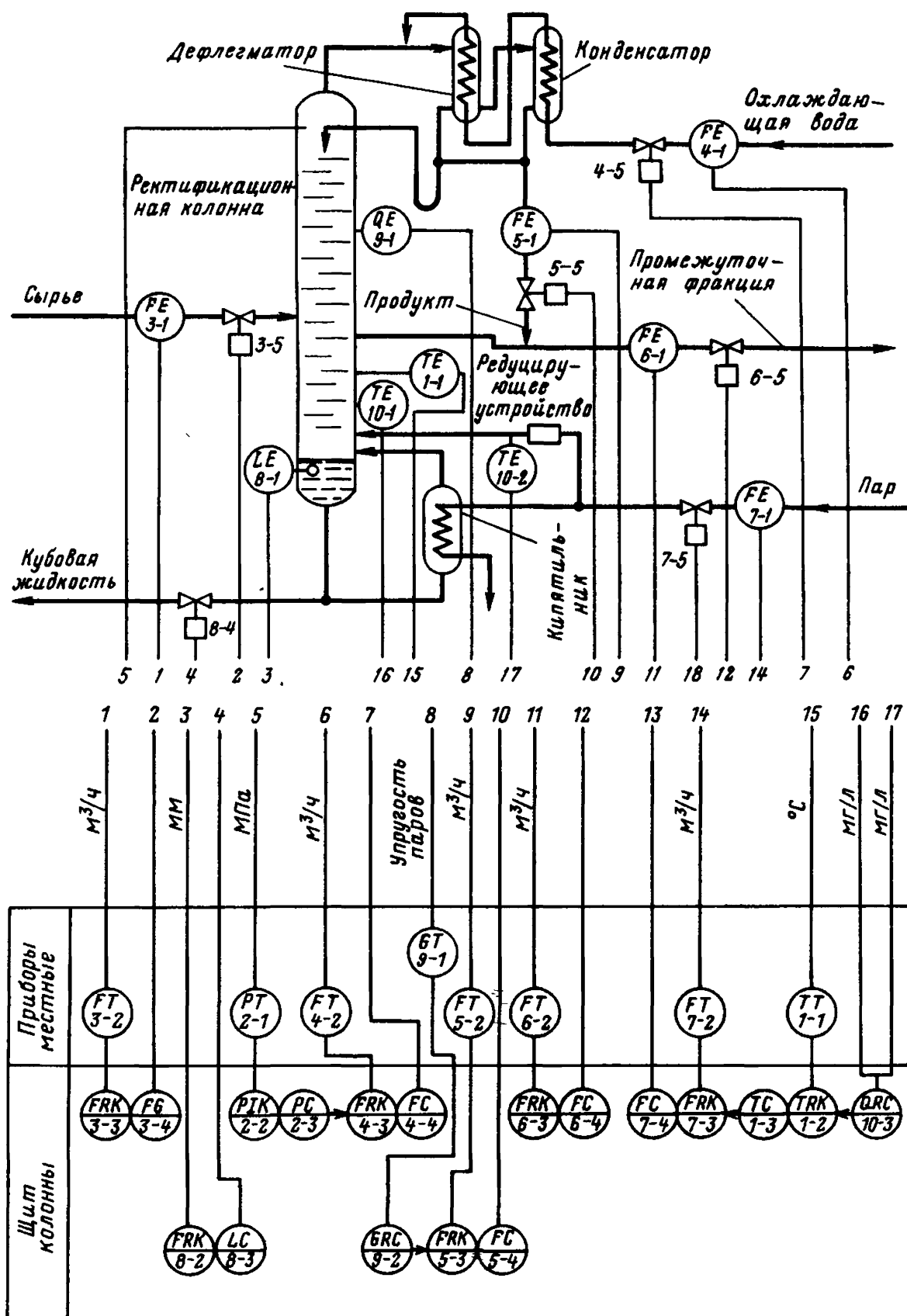


Рис. 3.2. Пример выполнения функциональных схем по первому способу

Функциональные схемы автоматизации могут быть выполнены двумя способами: с условным изображением щитов и пультов управления в виде прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в которых показываются устанавливаемые на них средства автоматизации; с изображением средств автоматизации на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств, без построения прямоугольников, условно изображающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

При выполнении схем по первому способу на них показываются все приборы и средства автоматизации, входящие в состав функционального блока или группы, и место их установки. Преимуществом этого способа является большая наглядность, в значительной степени облегчающая чтение схемы и работу с проектными материалами.

Пример выполнения функциональных схем по первому способу дан на рис. 3.2.

При построении схем по второму способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объема документации. Чтение функциональных схем, выполненных таким образом, затруднено, не отображают организацию пунктов контроля и управления объектом.

Примеры выполнения функциональных схем по второму способу даны на рис. 3.3.

Как уже указывалось, приборы и средства автоматизации при выполнении функциональных схем как первым, так и вторым способом могут быть изображены развернуто, упрощенно или комбинированно.

При развернутом изображении на схемах показывают: отборные устройства, датчики, преобразователи, вторичные приборы, исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы, аппаратуру управления и сигнализации, комплектные устройства (машины централизованного контроля, телемеханические устройства) и т. д.

При упрощенном изображении на схемах показывают: отборные устройства, измерительные и регулирующие приборы, исполнительные механизмы и регулирующие органы. Для изображения промежуточных устройств (вторичных приборов, преобразователей, аппаратуры управления и сигнализации и т. п.) используются общие обозначения в соответствии с действующими стандартами на условные обозначения в схемах автоматизации.

Комбинированное изображение предполагает показ средств автоматизации в основном развернуто, однако некоторые узлы изображают упрощенно.

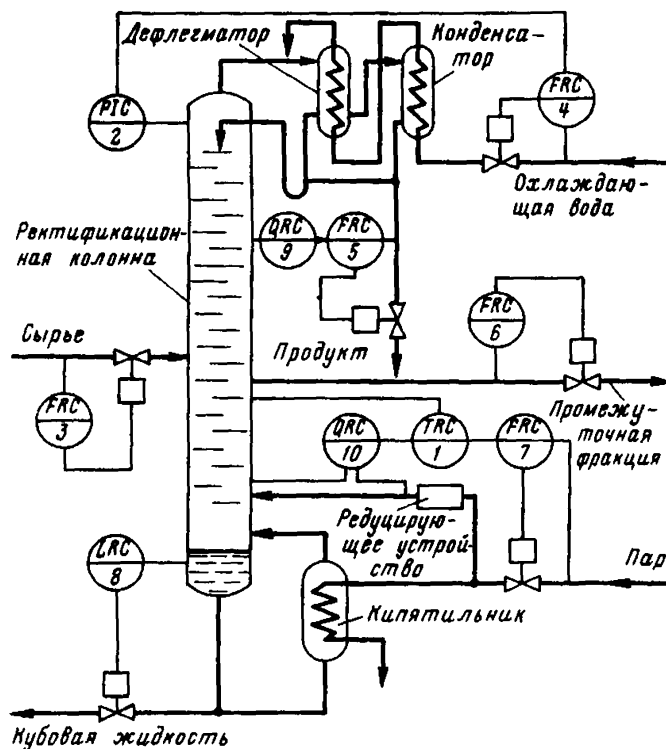


Рис. 3.3. Пример выполнения функциональных схем по второму способу

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким средствам автоматизации относятся: отборные устройства давления, уровня, состава вещества, датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулирующих величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики, термометры расширения и т. п.), исполнительные механизмы, регулирующие и запорные органы.

Для датчиков и приборов, указывающих положение регулирующих органов, исполнительных механизмов и т. п., необходимо показывать существующую механическую связь (см. табл. 3.2).

Прямоугольники щитов и пультов следует располагать в такой последовательности, чтобы при размещении в них обозначений приборов и средств автоматизации обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи.

В прямоугольниках можно указывать номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показы-

вают в прямоугольнике «Приборы местные».

При вычерчивании функциональной схемы следует избегать дублирования одинаковых ее частей, относящихся как к технологическому оборудованию, так и к средствам автоматизации.

На чертежах функциональных схем должны быть приведены пояснения, на основании каких документов они разработаны. Допускается также на свободном поле схемы давать краткую техническую характеристику автоматизируемого объекта, поясняющие таблицы, диаграммы и т. п.

Для облегчения понимания сущности автоматизируемого объекта, возможности выбора диапазонов измерения и шкал приборов, уставок регуляторов на функциональных схемах указывают предельные рабочие (максимальные или минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы (см. рис. 3.2).

Эти значения в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений указываются на линиях связи от отборных устройств датчиков до приборов. Для приборов, встраиваемых непосредственно в технологическое оборудование или трубопроводы (термометры расширения, расходомеры постоянного перепада и т. п.) и располагаемых вне прямоугольников, предельные значения величин указывают под позиционными обозначениями приборов или вблизи обозначений.

Над основной надписью, по ее ширине сверху вниз, на первом листе чертежа располагают таблицу не предусмотренных стандартами условных обозначений, принятых в данной функциональной схеме; при необходимости эти таблицы можно выполнять на отдельных листах.

Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

Контуры технологического оборудования на функциональных схемах рекомендуется выполнять линиями толщиной 0,6–1,5 мм; трубопроводные коммуникации 0,6–1,5 мм; приборы и средства автоматизации 0,5–0,6 мм, линии связи 0,2–0,3 мм; прямоугольники, изображающие щиты и пульты, 0,6–1,5 мм.

При выполнении функциональных схем обоими способами с изображением приборов по ГОСТ 21.404–85 отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов не имеет специального обозначения, а представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический трубопровод или аппарат с первичным измерительным преобразователем или прибором (см. рис. 3.2).

При необходимости указания точного места расположения отборного устройства или точки измерения (внутри контура технологического аппарата) в конце тонкой линии изображается окружность диаметром 2 мм (см. прибор 8-1 на рис. 3.2).

Допускается запорную и регулирующую арматуру (например, задвижки, заслонки, шиберы, направляющие аппараты и т. п.), участвующую в системах автоматизации и заказываемую по технологической части проекта, изображать на функциональных схемах в соответствии с действующими стандартами.

Подвод линий связи к символу прибора допускается изображать в любой точке окружности (сверху, снизу, сбоку).

При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи допускается наносить стрелки (см. линии связи между приборами 10, 1 и 7 на рис. 3.3).

## Раздел 4

# ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

## 4.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Принципиальные электрические схемы определяют полный состав приборов, аппаратов и устройств (а также связей между ними), действие которых обеспечивает решение задач управления, регулирования, за-

щиты, измерения и сигнализации. Принципиальные схемы служат основанием для разработки других документов проекта: монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений и др.

Эти схемы служат также для изучения принципа действия системы, они необходимы