

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение**  
**Московской области**  
**«Воскресенский колледж»**

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине “Контроль и регулирование параметров технологического процесса” для студентов, обучающихся по специальности

18.02.03 «Химическая технология неорганических веществ»

Разработчик Маливанов А.И.

Воскресенск 2020

# «Разработка систем контроля параметров технологического процесса»

## ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта является заключительным этапом в изучении дисциплины «Контроль и регулирование параметров технологического процесса», и служит закреплением знаний студентов по данной дисциплине и развитием у них навыков проектирования систем контроля технологических параметров химических процессов.

При выполнении курсового проекта студент должен подробно изучить технологический процесс, обоснованно выбрать основные параметры контроля параметров процесса, разработать схему системы контроля, подобрать оборудование для решения поставленной задачи, используя данные новейшей литературы.

Основной задачей курсового проекта является развитие у студентов самостоятельности в работе с технической литературой и данными Интернета: государственными и отраслевыми стандартами, каталогами заводов-изготовителей, справочной литературой, базами данных сайтов заводов-изготовителей и фирм поставщиков.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Тема курсового проекта студента выбирается случайным образом из списка вариантов заданий. Список тем рассматривается на заседании ПЦК и утверждается заместителем директора по УР.

Название курсового проекта должно быть примерно следующим: «Разработка системы контроля технологического параметра процесса производства на аппарате», например «Разработка системы контроля расхода греющего пара для реактора с мешалкой (с паровой рубашкой)».

Курсовой проект состоит из текстовой (пояснительная записка) и графической частей. Объём текстовой части 20 - 30 страниц, графической – 1-2 листа необходимого формата А1 - А4.

При выполнении курсового проекта необходимо:

1. Тщательно изучить технологический процесс и конструкцию аппаратов и оборудования, используя имеющуюся по данной теме техническую литературу. Описать необходимость существующей системы контроля.

2. Обосновать выбор параметров контроля и обеспечивающих их технических средств автоматизации.

3. На основе анализа существующих систем контроля с учётом их достоинств и недостатков определить направление на улучшение процесса производства за счёт совершенствования систем контроля; предложить самостоятельное решение по использованию системы контроля на основе применения современных приборов.

4. Разработать схему контроля. Провести подбор приборов для реализации проекта с использованием спецификаций и справочников на средства контроля и управления, используя современные данные о средствах контроля. Предпочтение отдается приборам, входящим в ГСП

5. Рассчитать примерную стоимость затрат на реализацию проекта.

В процессе выполнения КП студент должен показать умение практически использовать знания, полученные как при изучении данной дисциплины, так и предшествующих общеобразовательных и технических дисциплин.

# СОСТАВ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка состоит из следующих частей:

- титульный лист.
- задание на курсовой проект.
- содержание с главным штампом для текстовых документов.
- основная часть;
- список использованных источников, который содержит библиографические данные по всем использованным справочникам и оформляется в порядке ссылки на литературные источники по тексту пояснительной записки.

В основную часть пояснительной записки включают следующие разделы:

- введение;
- описание технологической схемы процесса;
- выбор и обоснование параметров контроля;
- выбор и обоснование технических средств регулирования, контроля, защиты и блокировки;
- выбор первичных датчиков; их размещение; выбор преобразователей; выбор вторичного показывающего устройства;
- расчёт стоимости компонентов системы, требующихся для реализации проекта;
- эксплуатация системы контроля (включая вопросы техники безопасности и безопасной эксплуатации оборудования);
- заключение;
- список использованной литературы.

Во *введении* обосновываются актуальность и целесообразность совершенствования существующих и введения новых систем автоматизации, создания автоматизированных систем управления технологическими процессами, применение микропроцессорной техники и ЭВМ. Формулируются задачи, т.е. те действия, которые необходимо выполнить для достижения поставленной цели. Например: «Задачей КП является выбор средств автоматического контроля параметров и средств автоматизации ТП». Приводится краткое содержание проекта.

*Описание технологической схемы процесса* содержит изложение последовательности отдельных стадий технологического процесса в объёме, необходимом для постановки задачи контроля. Описывается контролируемая среда на всех стадиях указанного ТП (агрессивность, пожаровзрывоопасность, агрегатное состояние, физические и химические особенности), состояние оборудования, его функции и особенности его работы. Производится расчёт граничных значений параметров процесса, необходимых для дальнейшей реализации проекта.

Во *втором разделе* даётся обоснованный выбор технологических параметров, подвергающихся измерению.

В *третьем разделе* производится выбор и обоснование технических средств регулирования, контроля, защиты и блокировки, указывается целесообразность выбора.

В *четвёртом разделе* исходя из особенностей данного технологического процесса, выбираются современные приборы и средства автоматического контроля для реализации перечисленных функций. Выбирается тип, состав и месторасположения щита контроля.

В *пятом разделе* проводится расчёт стоимости компонентов системы, требующихся для реализации проекта.

В *шестом разделе* описывается эксплуатация системы контроля (включая вопросы техники безопасности и безопасной эксплуатации оборудования)

В *заключении* содержатся основные выводы по проделанной работе, определяется значение разработанной системы контроля для повышения эффективности управления технологическим процессом.

## **2 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА**

### **2.1 Чертеж основного технологического оборудования**

Чертеж основного технологического оборудования дает представление об функциональных особенностях основного оборудования, его геометрических размерах, расположении штуцеров и фланцев для установки первичных датчиков контроля.

### **2.2 Функциональная схема автоматического контроля технологических параметров (ФСК)**

Функциональная схема контроля (ФСК) является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля.

На схеме показывают с помощью условных обозначений:

- основное технологическое оборудование;
- коммуникации жидкостей, газов и пара;
- приборы и средства автоматизации по ГОСТ 21.404-85 «Обозначения условные в схемах автоматизации технологических процессов».

Изображение технологического оборудования на схеме должно соответствовать его действительной конфигурации, оно изображается упрощенно, без масштаба и второстепенных конструкций.

Датчики, отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы показываются в непосредственной близости технологического оборудования и технических трубопроводов.

При выполнении схемы упрощенным способом на ней показывают отборные устройства, первичные приборы, регулирующие устройства, исполнительные механизмы и одно условное изображение устройства контроля независимо от того, сколько блоков и устройств в него входят. На этих схемах обычно не показывают щиты контроля, операторские пункты и ЭВМ. Такие схемы создаются на начальных стадиях проектирования.

Именно такого типа схема будет выполняться в данном курсовом проекте.

Достоинством упрощенного способа является меньшая трудоёмкость составления схем автоматизации и непосредственное её совмещение со схемой технологического процесса.

На основании ФСК разрабатывается спецификация на приборы. Рекомендации по оформлению ФСК изложены в справочной литературе; для выбора приборов используются справочные материалы и заводские спецификации из сети Интернет. Пример выполнения ФСК приведен в методических указаниях по выполнению функциональной схемы котроля.

## **3 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОЦЕССА**

Для понимания задачи по проектированию системы автоматического контроля (САК) необходимо привести характеристику самого технологического процесса (включая основные материальные и тепловые потоки), основного оборудования, периодичность работы.

Привести основные технологические параметры – температуру, давление, расходы.

Указать геометрические параметры основного оборудования, на котором будут остановлены первичные датчики САК.

На данном этапе подготавливаются дополнительные исходные данные для подбора оборудования (например, производится расчет расхода греющего пара для обеспечения температурного режима реактора или высота столба жидкости в реакторе).

#### **4 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЯ**

Для реализации управления технологическим процессом необходимо задаться выбором технологических параметров, автоматический контроль которых будет осуществляться.

Основные применимые в аналогичных процессах (периодических, смешения, теплообмена) – контроль температуры, контроль уровня жидкости в аппарате, расход теплоносителя для поддержания температурного режима.

Описать основные способы автоматического измерения данного технологического параметра, реализованные в промышленных приборах.

#### **5 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАТЧИКОВ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ВТОРИЧНЫХ ПОКАЗЫВАЮЩИХ ПРИБОРОВ**

По каждому контролируемому параметру, указанному в задании, должна быть описана (с обоснованием выбора) вся цепочка (датчик, преобразователь и вторичный прибор - при их наличии).

По каждому из приборов в указанной цепочке описание производится в следующей последовательности (со ссылкой на использованную литературу):

1. Назначение;
2. Принцип действия;
3. Физические законы, на которых основана работа средства измерения;
4. Работа, состав и схема (рисунок или фотография), поясняющие работу данного средства измерения, которые могут быть размещены по тексту или в приложении со ссылкой на них в тексте;
5. Основные технические и метрологические характеристики средства измерения (рабочее напряжение, условия эксплуатации, диапазон измерений, наличие выхода с унифицированным сигналом, класс точности и т. д.);
6. Достоинства и недостатки каждого из средства измерения;
7. Особенности монтажа (может подтверждаться наличием монтажного чертежа).

Основной принцип выбора прибора заключается в следующем: точность измерительного средства должна быть достаточно высокой по сравнению с требуемой точностью измерения параметра, а трудоемкость измерения и стоимость прибора должны быть возможно более низкими.

При выборе средств измерений (по диапазону и классу точности) необходимо основываться на данных параметров, указанных в задании на КП, с учетом требований по метрологии и данных из справочной литературы. Необходимо учитывать также условия работы прибора (как измеряемой среды, так и внешние), его надежность, ремонтпригодность, возможность замены, цену, эргономику, влияние на экологию, пожаровзрывозащищенность и т. п. С учетом этого необходимо выбирать и системы автоматизации: электрические или пневматические.

В данном разделе может быть (желательно) приведен расчет любого средства (из используемых в КП) и его элементов. (см приложение)

Выбор измерительных преобразователей по различным показателям для различных параметров охарактеризуем ниже.

### **Измерение температуры**

Для температуры от 0-180°C рекомендуются термопреобразователи сопротивления медные с выходным аналоговым сигналом 4-20 мА и цифровым выходом RS-485. Тепловая инерционность 8-30 с.

Для температуры от 0-500°C рекомендуются термопреобразователи сопротивления платиновые с выходами 4-20 мА и RS-485. Тепловая инерционность 40 с.

Для температуры в диапазоне 600-1000 °С рекомендуются термоэлектрические преобразователи хромель-алюмелевые с аналоговыми выходными сигналами. Тепловая инерционность 8, 20, 30, 40 с.

Для температуры в диапазоне 500-2000 °С рекомендуются оптические и одноцветные пирометры, а температуры в диапазоне 500-3000 °С - одноцветные оптоволоконные пирометры.

### **Измерение давления**

Для избыточного давления от 0,04 кПа до 100 МПа разрежения от 0,04 до 630 кПа применяются интеллектуальные пьезорезистивные ИП с выходными сигналами 4-20 мА и интерфейсом RS-485.

### **Измерение уровня**

Для измерения уровня (в пересчете на гидростатическое давление от 4 до 250 кПа) рекомендуются ИП гидростатического давления на пьезорезистивном эффекте.

При наличии на установке сжатого воздуха КИПиА, наиболее часто применяется комплект: пьезометрический уровнемер, пневматический преобразователь давления, пневмоэлектрический преобразователь.

Для измерения уровня с учетом характеристики среды применяют следующие ИП:

- ультразвуковые для диапазона 0,25-8 м, температура среды —40 ÷ + 120 °С, среда - вязкие, неоднородные, выпадающие в осадок, взрывоопасные, агрессивные жидкости, сыпучий и кусковой материал;
- радарные для диапазона 0,6-30 м, температура среды —40 ÷ + 250 °С, среда - пенообразные, аэрированные, вязкие взвеси, клеи, смолы, пасты, полимеры, сыпучие материалы;
- емкостные для диапазона 0,3-25 м, температура среды —40 ÷ + 200 °С, среда - жидкости, пульпы, сыпучие и вязкие вещества в условиях образования конденсата и высокой запыленности.

### **Измерение расхода жидких сред**

Рекомендуются следующие ИП:

- электромагнитные для электролитов, давление среды до 2,5 МПа, температура среды 5÷150 °С, скорость движения среды в трубопроводе 0,15-12 м/с, условный диаметр трубопровода  $D_y=32-200$  мм, среда - невзрывоопасная, в том числе пульпы с мелкодисперсными твердыми частицами (волокнистые суспензии);
- ультразвуковые в трубопроводе,  $D_y=10-4200$  мм, температура среды -10÷+180 °С, давление среды до 2,5 МПа, среда - нефть, нефтепродукты, масла;
- пьезорезистивные ИП перепада давлений в комплекте с диафрагмами,  $D_y=50-1200$  мм, давление среды 0,6-4 МПа, среда - насыщенный и перегретый пар.

## **6 РАСЧЁТ СТОИМОСТИ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ, ТРЕБУЮЩИХСЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА**

Для выполнения данного раздела КП необходимо собрать информацию о стоимости приборов, входящих в комплект, принятый студентом для выполнения задач КП. Информация получают из запросов коммерческих предложений от фирм-производителей специализированного оборудования. При расчете необходимо учитывать затраты на линии связи (если они применяются) от датчиков до показывающих приборов.

## **7 ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ**

**(включая вопросы техники безопасности и безопасной эксплуатации оборудования)**

При выполнении данного раздела КП нужно описать особенности эксплуатации выбранной схемы контроля, включая вопросы техники безопасности и безопасной эксплуатации оборудования, учитывая особенности технологического процесса.

## **8 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключении отражаются общие результаты выполненной работы по контролю данного ТП, согласно поставленной цели. Указывается объем и перечень решенных задач, выполненных для достижения цели.

## **9 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Выполняется в порядке ссылок на них в КП.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример подборки приборов для системы автоматического контроля температуры.

Наименование прибора	Тип	Назначение	Диапазон измерений, %	Абсолютная погрешность, $\Delta_{\text{си}}$	Требуемая точность измерений	Рабочий диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$
Преобразователь термоэлектрический	ТХК	Для непрерывного измерения температуры в реакторе	0-150	$\pm 2,16^{\circ}\text{C}$	$\pm 3^{\circ}\text{C}$	20-110
Преобразователь измерительный	Ш-78	Для непрерывного измерения температуры в реакторе	0-150	-	кл.т 1.0	20-110
Контроллер микропроцессорный, входной	МФС сигнал: 0 - 5 мА	Для непрерывного измерения температуры в реакторе	0-150	$\pm 2,71^{\circ}\text{C}$	кл.т. 0,15	20-110
ПВЭМ ОС Windows 8 и выше		Для непрерывного измерения температуры в реакторе				



### Расчет расхода пара на нагрев среды в реакторе

В каждом конкретном случае тепловая нагрузка аппарата (затраченное тепло) может быть определена из теплового баланса процесса. Например, тепло, затраченное на нагрев продукта от начальной ( $t_n$ ) до конечной ( $t_k$ ) температуры для аппарата периодического действия, определяют по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = m \cdot c \cdot (t_k - t_n), \text{ кДж}$$

где  $m$  – масса продукта, кг;

$c$  – удельная теплоемкость продукта при его средней температуре, кДж/кг·К;

$t_k$  – конечная температура воды, °С;

$t_n$  – начальная температура воды, °С;

Теплоемкость продукта выбирают либо по известным справочникам, либо рассчитывают по принципу аддитивности для многокомпонентных систем (теплоемкость воды (4,19 кДж/кг К)).

Время для разогрева продукта до требуемой температуры в реакторе принимает 0,5 часа.

Тогда максимальный расход тепла должен составлять:

$$Q_{\text{общ}} = 1,15 \cdot Q_{\text{пр}} / 1800, \text{ кДж/с}$$

где 1,15 – коэффициент, учитывающий потери тепла в окружающую среду, при теплопередаче через стенки реактора и режим работы мешалки.

Для аппаратов непрерывного действия рассчитывают расход тепла за единицу времени (Дж/с (Вт) – тепловой поток), а для аппаратов периодического действия – за цикл работы (Дж). Чтобы определить расход тепла за смену (сутки), необходимо умножить тепловой поток на время работы аппарата в смену, сутки или на число циклов работы аппарата периодического действия и количество подобных аппаратов.

При нагревании «глухим» паром, тепло передается жидкости через разделяющую их стенку. Пар, соприкасаясь с более холодной стенкой конденсируется на ней, и пленка конденсата стекает по поверхности стенки, отдавая тепло

Тепло, передаваемое паром через паровую рубашку реактора складывается из тепла полученного при конденсации пара и тепла, полученного при остывании конденсата:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пар}} + Q_{\text{конд.}}$$

$$Q_{\text{конд.}} = D_{\text{конд.}} \cdot c \cdot (t_k - t_n)$$

где  $D_{\text{конд.}}$  – количество конденсата, равное количеству сконденсировавшегося водяного пара, кг

$c$  – удельная теплоемкость воды при его средней температуре, кДж/кг·К; (4,19 для воды)

$t_k$  – конечная температура конденсата, (50°С);

$t_n$  – начальная температура конденсата, (100°С);

Расход насыщенного водяного пара как теплоносителя при условии его полной конденсации определяют по уравнению:

$$Q_{\text{пар}} = D \cdot r$$

где  $D$  – количество греющего водяного пара, кг (или расход, кг/с);

$r$  – удельная теплота парообразования, кДж/кг (2260 для воды)

Общее количество переданного тепла:

$$Q_{\text{общ}} = D_{\text{конд.}} \cdot c \cdot (t_k - t_n) + D \cdot r$$

Так как  $D_{\text{конд.}} = D$ , расход греющего пара можно представить в виде формулы:

$$D = \frac{Q_{\text{общ}}}{c \cdot (t_k - t_n) + r}$$

Полученное значение применяется при подборе прибора для измерения расхода пара.

## Методические указания по выполнению функциональной схемы контроля

ФСК является документом, определяющим функциональную структуру и характер автоматизации ТП, оснащение его средствами измерения. На ней условными изображениями показывается оборудование ТП, коммуникации и линии связи их со средствами измерения.

Основные условные обозначения приборов приведены в таблице 1, основные буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков средств измерения приведены в таблице 2, а принцип построения условного обозначения средств измерения измеряемых параметров приведен на рисунках 1 и 2.

При построении условных обозначений средств измерения указываются только те их функциональные признаки, которые используются в данной схеме измерения.

Связи между этими приборами и первичными измерительными преобразователями, установленными на технологическом оборудовании, показываются тонкими линиями.

Пример построения ФСК для реактора с паровым обогревом

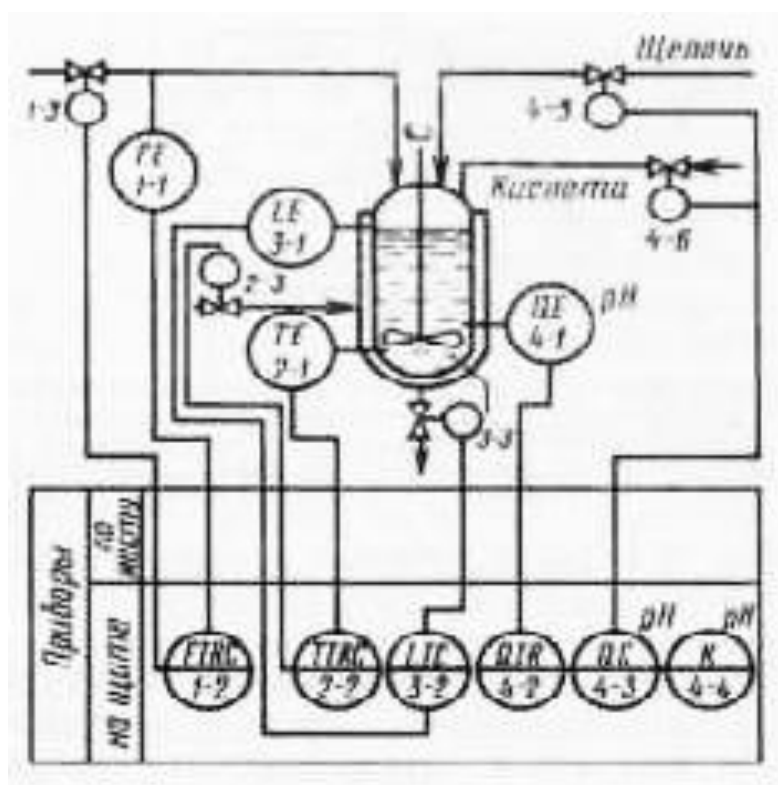


Таблица 1

**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	
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	

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

В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора.

Таблица 2

**Основные буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков средств измерения**

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	—	—	—	—
<i>W</i>	Масса	—	—	—	—
<i>X</i>	Нерекомендуемая резервная буква	—	—	—	—

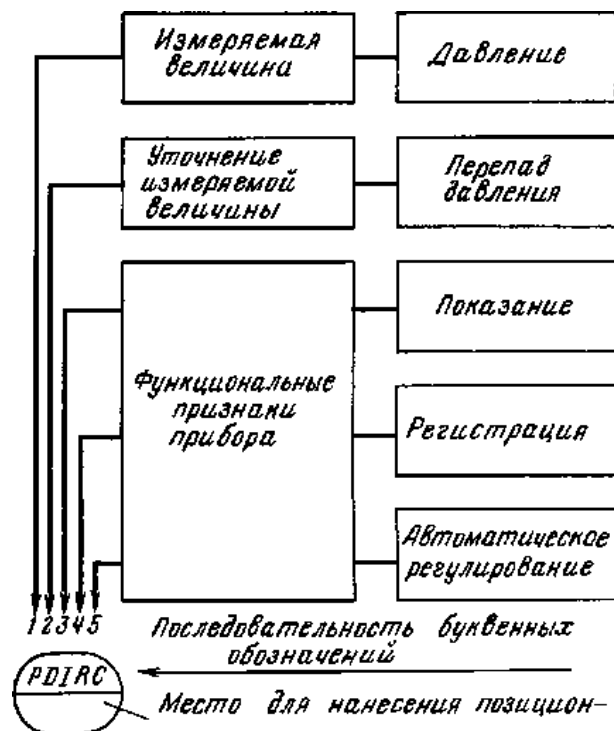


Рисунок 1 Принцип построения условного обозначения прибора

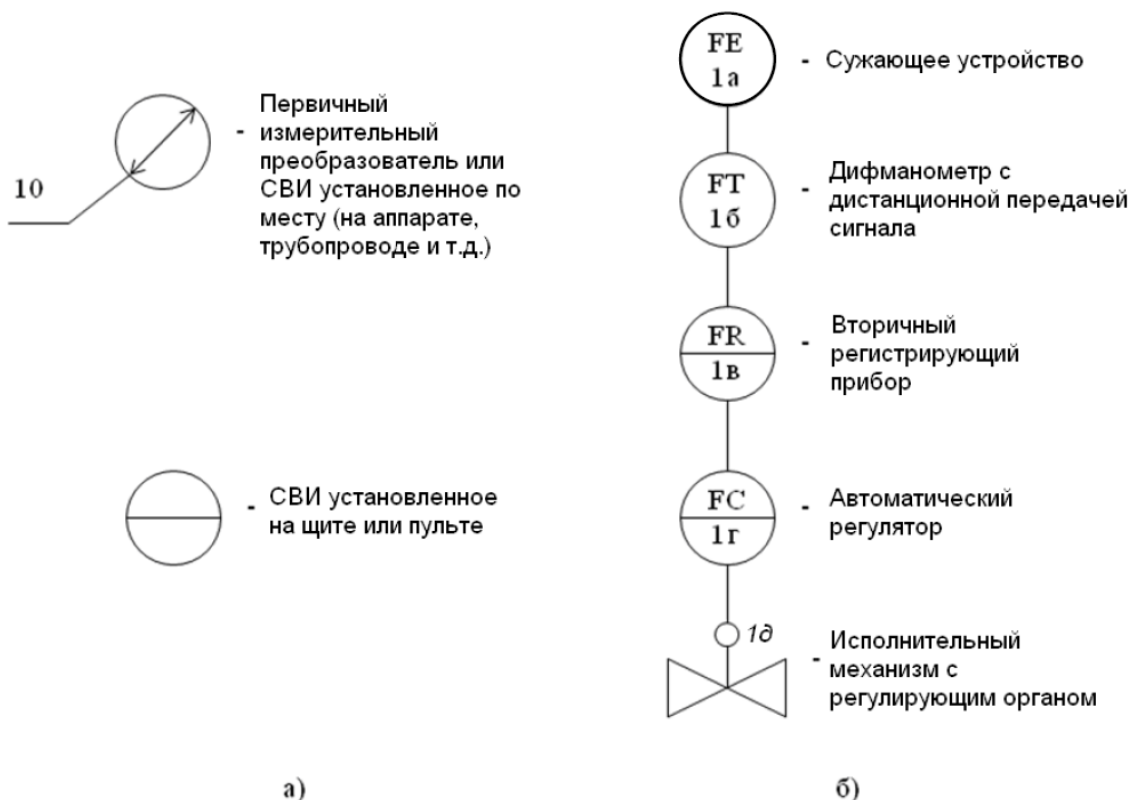




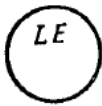








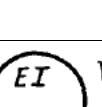
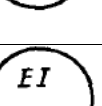
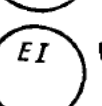
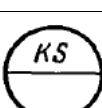
Рисунок 2 Примеры условного графического обозначения приборов  
 а) на функциональной схеме  
 б) комплекта приборов измеряющих и регулирующих расход

Таблица 3


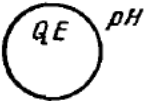
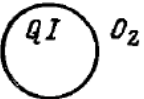


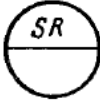
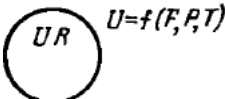


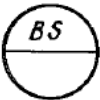
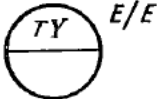
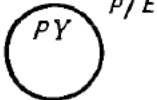
## Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404—85

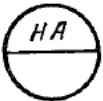



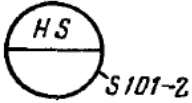
№ пп.	Наименование	Обозначение
1	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термометр термоэлектрический, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.)	
2	Прибор для измерения температуры, 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 обегаящим 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»)	
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, напорометр, 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.)	
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)	

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 Н 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 Н и L 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)	
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 ос- и Р-лучей)	
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)	
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 В 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)	
51	Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной — электрический)	

52	Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения на постоянный коэффициент К	
53	Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы должно быть оговорено на поле чертежа схемы)	
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)	

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.;

Образец титульного листа  
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Московской области  
**«Воскресенский колледж»**

Специальность: 18.02.03 Химическая технология  
неорганических веществ

## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по МДК03.02 Контроль и регулирование параметров технологического  
процесса

на тему: «Разработка системы контроля расхода греющего пара для реактора  
с мешалкой (с паровой рубашкой)»

Пояснительная записка  
КП.ДТХ.17.02.01.ПЗ.

Принял: Маливанов А.И.  
(Ф.И.О. руководителя)

Выполнил: Васильев А.Д.  
студент группы ДТХ-4

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(оценка)

Воскресенск  
2020 г

## Рекомендуемая литература

- 1 Ключев, А. С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. С. Ключев [и др.] - М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
- 2 ГОСТ 21.408 - 93.Правила выполнения рабочей документации технологических процессов. - Введ. 1.07.1995. - Минск: МНТКС, 1995. - 40с.
- 3 ГОСТ 21.404 - 85.Автоматизация ТП. Обозначения условных приборов и средств автоматизации на схемах. - Введ. 18.04.1985. - М.: Издательство стандартов, 1985. - 16 с.
- 4 Автоматика, автоматизация производственных процессов и АСУТП: метод. указания/В.И.Никулин [и др.]. - Могилев: МГУП, 2005. - 40 с.
- 5 Автоматика, автоматизация производственных процессов и АСУТП: метод. указания к выполнению курсовой работы/В.И.Никулин [и др.]. - Могилев: МГУП,2003. - 36 с.
- 6 Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации производственных процессов. Учебник для ВУЗов/Под ред. И.К.Петрова. - М.: ВШ, 1986. - 352 с.
- 7 ГОСТ 2.105 - 95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
- 8 ГОСТ 19.404 - 79.ЕСКД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.
- 9 Фарзани, Н.Г. Технологические измерения и приборы / Н.Г. Фарзани, Л.В. Илясов, А.Ю. Азим - Заде. - М.: Высшая школа, 1989. - 456 с.
- 10 Кулаков, М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В. Кулаков - М.: ИДАльянс,2008. - 424с.
- 11 Монтаж приборов и средств автоматизации. Справочник / К.А. Алексеев [и др.]; под ред. А. С. Ключева. - 2-е изд. - М.: Энергия, 1979. - 728 с.
- 12 Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник / Под ред. В.В. Черенкова. - Л.: Машиностроение, 1987. - 647 с.
- 13 Шувалов, В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / В.В. Шувалов, Г. А. Огаджанов, В.А. Голубятников. - 3-е изд. - М.: Химия 1991. - 480 с.
- 14 РД - 50 - 213 - 80. Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. - М.: Издательство стандартов, 1982- 120 с.