

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия»

Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, АВТОМАТИКА И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ**

**Методические указания  
к выполнению курсовой работы**

для студентов технологических специальностей  
пищевой промышленности

Могилев 2014

УДК 65.011.66

Рассмотрены и рекомендованы к изданию

На заседании кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств»

Протокол № от

УМК по химико-технологическому профилю специальностей

Протокол № от

Составители:

В.И. Никулин, И.Э. Илюшин, Е.А. Колюкович

Рецензент

кандидат технических наук, доцент МГУП

М.М. Кожевников

Методические указания предназначены для использования студентами технологических специальностей пищевой промышленности дневной и заочной форм обучения при выполнении курсовой работы по дисциплине «Электротехника, автоматика и технические средства автоматизации».

Подробно изложена методика выполнения курсовой работы, приведены необходимые примеры и справочные материалы, а также дан перечень возможных тем курсовых работ.

©УО«Могилевский государственный университет продовольствия», 2014

## Содержание

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Содержание и объем курсовой работы.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Разработка функциональной схемы автоматизации.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Выбор приборов и средств автоматизации.....</b>	<b>23</b>
<b>4 Выбор электрических элементов цепи управления двигателями.....</b>	<b>26</b>
<b>5 Выбор контроллера и модулей ввода/вывода.....</b>	<b>31</b>
<b>Список рекомендуемой литературы.....</b>	<b>35</b>
<b>Приложение А. Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов.....</b>	<b>37</b>
<b>Приложение Б. Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации.....</b>	<b>38</b>
<b>Приложение В. Примеры оформления пояснительного текста и таблиц на функциональных схемах автоматизации.....</b>	<b>42</b>
<b>Приложение Г. Обозначения и классы допуска термопреобразователей....</b>	<b>43</b>
<b>Приложение Д. Маркировка взрывозащищенного электрооборудования ...</b>	<b>45</b>
<b>Приложение Е. Оформление основных надписей по ГОСТ 21.101-93 и спецификации на приборы и средства автоматизации .....</b>	<b>48</b>
<b>Приложение Ж. Возможный перечень тем на курсовую работу.....</b>	<b>50</b>

## Введение

Предлагаемые методические указания написаны в соответствии с программой дисциплины «Электротехника, автоматика и технические средства автоматизации» и предназначены для использования студентами технологических специальностей пищевой промышленности дневной и заочной форм обучения при выполнении курсовой работы.

Цель курсовой работы – ознакомить студентов с принципами построения современных систем автоматизации технологических процессов, реализованных на базе промышленных контроллеров и ЭВМ. В настоящее время такие системы широко внедряются на предприятиях пищевой промышленности. В ходе выполнения курсовой работы студентами решаются следующие задачи: 1) ознакомление с методикой разработки функциональных схем автоматизации технологических процессов на базе серийно выпускаемых приборов и промышленных контроллеров; 2) ознакомление с характеристиками современных приборов и средств автоматизации 3) изучение основных подходов к обоснованному выбору приборов и технических средств автоматизации; 4) изучение действующих стандартов и других нормативных документов регламентирующих правила оформления технической документации по автоматизации технологических процессов.

### 1 Содержание и объем курсовой работы

В качестве тем курсовой работы могут использоваться типовые темы, приведенные в приложении Ж. Также тема работы может быть сформулирована преподавателем на основе материалов из технической литературы с учетом специфики конкретной специальности (специализации), либо на основе материалов, собранных студентом в ходе производственной практики. Курсовая работа включает в себя следующие разделы.

#### 1.1 Введение

Раздел содержит цель и задачи курсовой работы.

#### 1.2 Исходные данные на проектирование

Исходные данные на проектирование включают в себя описание принципа работы технологической установки, перечень измеряемых и регулируемых переменных, их номинальные и максимальные рабочие значения, требования к точности измерения и некоторые уточняющие детали, например, производительность оборудования, вид дополнительной энергии для питания приборов, вид расходных характеристик регулирующих органов. Эти данные берутся из технологических регламентов или технической литературы либо задаются студентом по согласованию с преподавателем.

Также данный раздел должен содержать расчет диаметров технологических трубопроводов по нижеприведенной методике. Исходными данными для расчета трубопроводов задаются по согласованию с преподавателем. Результаты этого расчета используются при подборе типоразмеров регулирующих органов.

Необходимые диаметры технологических трубопроводов рассчитываются по известному расходу продукта на основе следующего выражения:

$$D = \sqrt{4Q/\pi W}, \quad (1.1)$$

где  $Q$  – расход продукта, м<sup>3</sup>/с;

$W$  – скорость продукта (жидкости), м/с;

$D$  – внутренний диаметр трубопровода, м.

Оптимальная скорость прохождения жидкости соответствует минимуму эксплуатационных расходов. Поэтому при расчете трубопроводов скорость движения ориентировочно может быть принята в интервалах, приведенных в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Скорости движения жидкости

Движение жидкости при подаче насосом, м/с	1–2,5
Движение самотеком, м/с	0,1–0,5
Для газов, м/с	5–20
Для паров, м/с	15–40

По тепловой нагрузке аппарата можно определить расход греющего пара, для этого можно воспользоваться следующим выражением, полученным из уравнения теплового баланса:

$$G_{\text{п}} = 1,08G_{\text{в}}C(t_{\text{к}} - t_{\text{н}})/r, \quad (1.2)$$

где 1,08 – постоянный коэффициент учитывающий потери тепла в окружающую среду;

$G_{\text{в}}$  – расход продукта (жидкости) через теплообменник, кг/с;

$C$  – теплоемкость продукта (жидкости), Дж/кг·К;

$r$  – удельная теплота парообразования (определяется по таблицам в зависимости от давления); Дж/кг;

$t_{\text{к}}, t_{\text{н}}$  – начальная и конечная температуры нагреваемого продукта, °С.

Разделив весовой расход пара  $G_{\text{п}}$  на его плотность  $\rho$  (определяется по таблицам в зависимости от давления), получим объемный расход. Зная объемный расход по формуле (1.1) найдем диаметр трубопровода для подачи пара.

В конце данного раздела приводится техническая характеристика технологического оборудования.

### 1.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Курсовая работа предполагает разработку функциональной схемы автоматизации на базе программируемого контроллера и ЭВМ. Схема автоматизации выполняется в соответствии с методикой, изложенной в разделе 2 данного пособия. Раздел «Разработка функциональной схемы автоматизации» включает в себя подробное описание всех измерительных и регулирующих комплектов приборов, используемых в этой схеме, а также принципы их взаимодействия с технологическим оборудованием.

### 1.4 Выбор приборов и средств автоматизации

В данном разделе приводится подробное описание выбранных приборов и средств автоматизации и их характеристик.

### 1.5 Выбор электрических элементов цепи управления электродвигателями

В данном разделе производится расчет мощности электродвигателей, а на основании результат производится обоснованный выбор элементов цепи управления (магнитных пускателей и кнопочных постов управления).

## **1.6 Выбор контроллера и модулей ввода/вывода**

Данный раздел содержит описание общих технических характеристик выбранного программируемого контроллера. В этом разделе должны быть приведены таблицы аналоговых и дискретных сигналов с символической привязкой этих сигналов к датчикам и исполнительным механизмам. На основании полученного необходимого количества аналоговых и дискретных входов и выходов, а также с учетом характеристик их сигналов, далее осуществляют выбор необходимого числа модулей ввода/вывода, указывая их назначение, входные и выходные характеристики.

## **1.7 Заключение**

Содержит перечень основных результатов курсовой работы.

## **1.8 Список использованных источников**

В список вносятся литературные источники, ссылки на которые имеются в пояснительной записке.

**1.9 Приложения** В приложения выносятся спецификация на выбранные средства автоматизации, а также другие вспомогательные (справочные) материалы.

Пояснительная записка объемом 15–20 страниц оформляется на стандартных листах бумаги формата А4 в соответствии с требованиями СТП СМК 4.2.3-01-2011 регламентирующими оформление текстовых документов в УО МГУП. Спецификация на выбранные средства автоматизации оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-93 «Правила выполнения рабочей документации по автоматизации технологических процессов» и ГОСТ 21.110-95 «Правила выполнения спецификации оборудования изделий и материалов», а также рекомендациями, изложенными в разделе 3 данных методических указаний. Примеры заполнения основных надписей на спецификации в соответствии с перечисленными стандартами приведены в приложении Е (таблицы Е.2, Е.3 и рисунок Е.3).

Функциональная схема автоматизации оформляется на стандартном листе формата А2 в соответствии с требованиями ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации на схемах», ГОСТ 21.408-93 «Правила выполнения рабочей документации по автоматизации технологических процессов», ГОСТ 21.101-93 «Основные требования к рабочей документации», а также рекомендациями, изложенными в разделе 2 данного методического пособия. Примеры оформления основных надписей по ГОСТ 21.101-93 для функциональной схемы автоматизации приведены в приложении Е (таблица Е1, рисунки Е1, Е2).

## **2 Разработка функциональной схемы автоматизации**

Функциональные схемы автоматизации 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 микропроцессорной 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. При разработке функциональных схем автоматизации технологических процессов необходимо решить следующие задачи: 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.

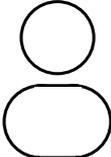
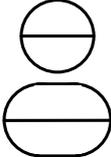
Эти задачи автоматизации, как правило, реализуются с помощью технических средств, включающих в себя: отборные устройства, средства получения первичной информации, средства преобразования и переработки информации, средства представления и выдачи информации обслуживающему персоналу, комбинированные, комплектные 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., а также определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

Схемы автоматизации выполняются в соответствии с ГОСТ 21.404-85 «Автоматизация технологических процессов» и ГОСТ 21.408-93 «Правила выполнения рабочей документации по автоматизации технологических процессов». На схеме автоматизации изображают технологическое и инженерное оборудование и коммуникации (трубопроводы, газоходы, воздухоходы) автоматизируемого объекта; технические средства автоматизации или контуры контроля, регулирования и управления; линии связи между отдельными техническими средствами автоматизации или контурами.

### **2.1 Изображение технологического оборудования и коммуникаций**

Технологическое оборудование на схемах автоматизации рекомендуется изображать в соответствии с технологической схемой. При этом допускается упрощать изображения технологического оборудования, не показывая на схеме оборудование, коммуникации и их элементы, которые не оснащаются техническими средствами автоматизации и не влияют на работу систем автоматизации. На технологических трубопроводах показывают ту регуливающую и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессом.

Таблица 2.1 – Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации

Обозначение	Наименование
	Прибор, устанавливаемый вне щита (по месту): – основное обозначение – допускаемое обозначение
	Прибор, устанавливаемый на щите, пульте: – основное обозначение – допускаемое обозначение
	Исполнительный механизм. Общее обозначение. Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется
	Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала открывает регулирующий орган
	Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала закрывает регулирующий орган
	Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении
	Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом
	Линия связи (общее обозначение)
	Пересечение линий связи без соединения друг с другом
	Пересечение линий связи с соединением между собой
	Регулирующий орган

Технологические аппараты и трубопроводы вспомогательного назначения показывают только в случаях, когда они механически соединяются или взаимодействуют со средствами автоматизации. У изображения технологического

оборудования и трубопроводов следует давать соответствующие поясняющие надписи (наименование технологического оборудования, его номер, если таковой имеется, и др.), а также указывать стрелками направление потоков.

Трубопроводные коммуникации в зависимости от транспортируемых сред изображают в соответствии с приложением 3 к ГОСТ 14202-69. Цифровые обозначения трубопроводов наиболее распространенных веществ в соответствии с данным стандартом приведены в приложении А, таблица А.1. Трубопроводы, идущие от конечных аппаратов или подходящие, на схеме обрываются и заканчиваются стрелкой, показывающей направление потока, а также снабжаются поясняющей надписью, например: «От фильтра», «К конденсатору» и т.п. На линиях пересечения трубопроводов, изображающих их соединение, ставится точка. Отсутствие точки в месте пересечения линий означает отсутствие соединения трубопроводов.

Контуры технологического оборудования, а также трубопроводные коммуникации на схеме автоматизации выполняют линиями толщиной 0,6 – 1,5 мм.

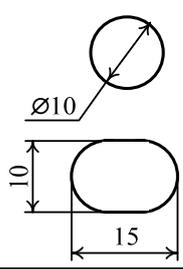
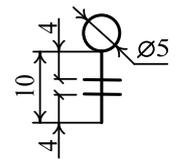
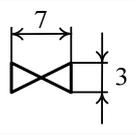
## **2.2 Изображение приборов, средств автоматизации и линий связи**

Условные графические и буквенные обозначения приборов и контуров контроля и управления выполняют в соответствии с ГОСТ 21.404-85. Данный стандарт предусматривает систему построения графических и буквенных условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами. Графические обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи приведены в таблице 2.1. Размеры этих обозначений приведены в таблице 2.2. Условные графические обозначения на схемах должны выполняться сплошной основной линией (рекомендуемая толщина 0,5–0,6 мм). Горизонтальная разделительная черта внутри обозначения прибора и линии связи должны выполняться сплошной тонкой линией (толщиной 0,2 – 0,3 мм) по ГОСТ 2.303-68. Шрифт буквенных обозначений принимают по ГОСТ 2.304-81 размером равным 2,5 мм. Подвод линий связи к прибору изображают в любой точке графического обозначения (сверху, снизу, сбоку). При необходимости оказания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки. Линии связи должны наноситься на чертежи по кратчайшему расстоянию и проводиться с минимальным числом пересечений. При одинаковой толщине линий различного назначения их рекомендуется вычерчивать (для выделения) по толщине в противоположных (большем и меньшем) пределах.

Отборные устройства для всех постоянно подключаемых приборов изображают сплошной тонкой линией, соединяющей технологический трубопровод или аппарат с прибором (рисунок 2.1, а). При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства (внутри контура технологического аппарата) его обозначают кружком диаметром 2 мм (рисунок 2.1, б).

Данная курсовая работа предполагает использование развернутого метода построения обозначений приборов по ГОСТ 21.404-85. Условные обозначения приборов и средств автоматизации включают графические, буквенные и цифровые обозначения. Принцип построения условного обозначения прибора приведен на рисунке 2.2. В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение. Эти обозначения приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.2 – Размеры условных обозначений приборов и средств автоматизации

Обозначение	Наименование
	<p>Прибор:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основное обозначение</li> <li>– допускаемое обозначение</li> </ul>
	Исполнительный механизм
	Регулирующий орган
	Сигнальная лампа

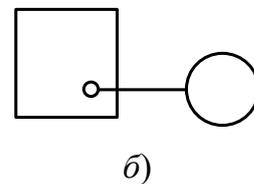
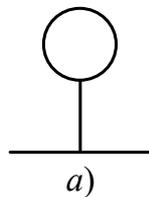


Рисунок 2.1– Изображение отборных устройств

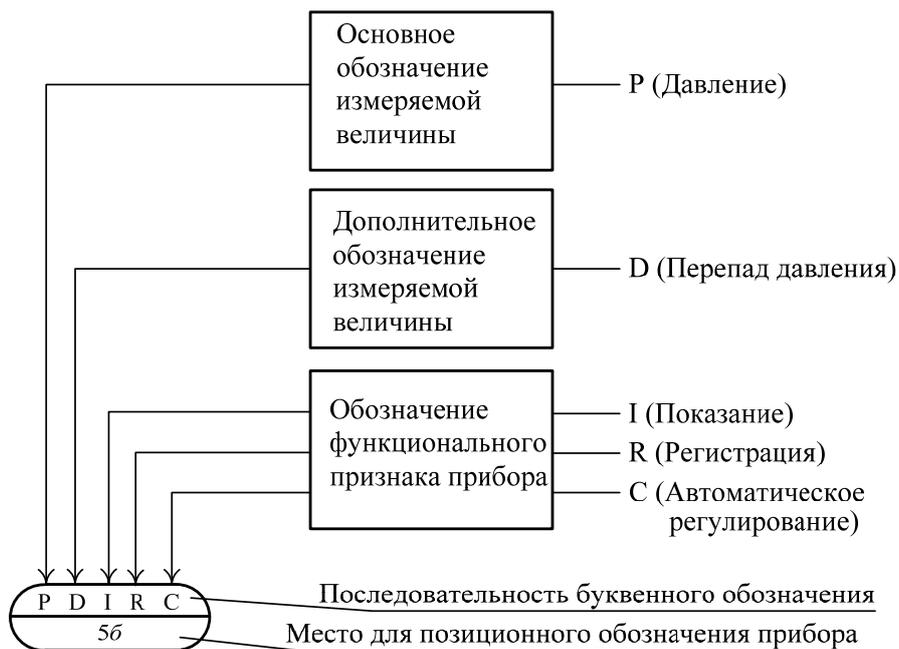


Рисунок 2.2 – Принцип построения условного обозначения приборов

Буквенные обозначения, отмеченные в этой таблице знаком «+», являются резервными, а отмеченные знаком «-» не используются. Порядок расположения буквенных обозначений (слева направо) должен быть следующим: обозначение основной измеряемой величины; обозначение, уточняющее (если необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора. В нижней части окружности наносится позиционное обозначение, служащее для нумерации отдельных элементов комплекта измерения. Примеры условных обозначений средств автоматизации приведены в приложении Б (таблицы Б.1–Б.4).

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме устройств ручного управления) является наименованием измеряемой комплектом величины. Например, в комплекте для измерения и регулирования температуры первичный измерительный преобразователь следует обозначать ТЕ, вторичный регистрирующий прибор – ТR, регулирующий блок – ТC и т. п. Буквенные обозначения устройств, выполненных в виде отдельных блоков и предназначенных для ручных операций, независимо от того, в состав какого комплекта они входят, должны начинаться с буквы Н. Например, переключатели электрических цепей измерения (управления), переключатели газовых (воздушных) линий обозначаются НS, байпасные панели дистанционного управления – НC, кнопки (ключи) для дистанционного управления, задатчики – Н и т. п.

Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов, приведены в таблице 2.4. Порядок построения условных обозначений с применением дополнительных букв следующий: на первом месте ставится буква, обозначающая измеряемую величину, на втором – одна из дополнительных букв Е, Т, К или У. Например, первичные измерительные преобразователи температуры (термометры термоэлектрические, термометры сопротивления и др.) обозначаются ТЕ, первичные измерительные преобразователи расхода (сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и др.) – РЕ; бесшкальные манометры с дистанционной передачей показаний – РТ; бесшкальные расходомеры с дистанционной передачей – РТ и т. д..

Порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков прибора принимают с соблюдением последовательности обозначений: I, R, C, S, A. При построении буквенных обозначений указывают не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используют в данной схеме. Так, например, при обозначении сигнализатора уровня, блок сигнализации которого является бесшкальным прибором и снабжен контактным устройством и встроенными сигнальными лампами, следует писать:

а) LS – если прибор используется только для 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.

Букву А применяют для обозначения функции «сигнализация» независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор. Букву S применяют для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки.

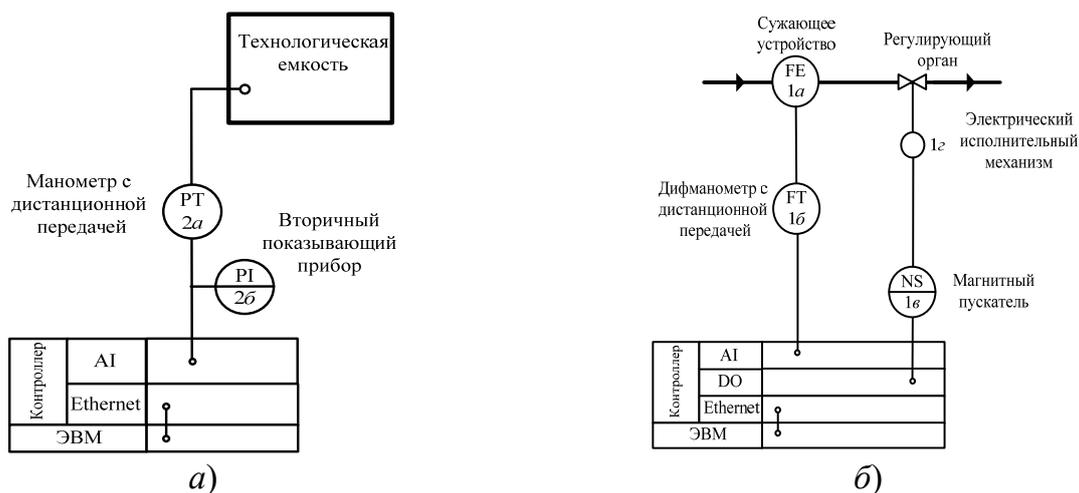


Рисунок 2.3 – Пример изображения комплекта приборов для измерения и регистрации на ЭВМ давления в технологической емкости (а), пример изображения комплекта приборов для контроля на ЭВМ и регулирования расхода в трубопроводе (б)

При применении контактного устройства прибора, для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора используют обе буквы: S и A. Предельные значения измеряемых величин, по которым осуществляется, например, включение, отключение, блокировка, сигнализация, допускается конкретизировать добавлением букв H и L. Эти буквы наносят справа от графического обозначения. При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать наименование или символ этой величины, например, «напряжение», «ток», pH, O<sub>2</sub> и т. д.. Для обозначения величин, не предусмотренных ГОСТ 21.404-85, допускается использовать резервные буквы. Применение резервных букв должно быть расшифровано на схеме. При построении обозначений преобразователей сигналов справа от его графического обозначения указываются дополнительные буквенные обозначения в соответствии с таблицей 2.5.

Щиты, стивы, пульты 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. Рекомендуемая высота прямоугольников щитов и пультов – 40 мм. Рекомендуемая толщина линий прямоугольников 0,6 – 1,5 мм. Комплектные устройства (машины централизованного контроля, управляющие машины, контроллеры и др.) обозначаются на функциональных схемах также в виде прямоугольников произвольных размеров. Примеры изображения комплектов приборов приведены на рисунке 2.3.

### 2.3 Требования к оформлению функциональных схем автоматизации

Функциональные схемы автоматизации оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-93. Этот стандарт определяет два способа выполнения схем автоматизации: 1) развернутый, при котором на схеме изображают состав и место расположения технических средств автоматизации каждого контура контроля и управления; 2) упрощенный, при котором на схеме изображают основные функции контуров контроля и управления (без выделения входящих в них отдельных технических средств автоматизации и указания места расположения).



Рисунок 2.4 – Изображение приборов, встраиваемых в технологические коммуникации (а), и приборов, устанавливаемых на технологическом оборудовании с помощью закладных устройств (б)

В данной курсовой работе необходимо использовать развернутый способ выполнения схем автоматизации. При развернутом способе технологическое оборудование изображают в верхней части схемы. Приборы, встраиваемые в технологические коммуникации, показывают в разрыве линий изображения коммуникаций в соответствии с рисунком 2.4, а. Например: измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики. Приборы, устанавливаемые на технологическом оборудовании с помощью закладных устройств (бобышек, штуцеров, гильз и т.п.) показывают рядом с этим оборудованием – в соответствии с рисунком 2.4, б. Например: термометры расширения, термоэлектрические преобразователи, термопреобразователи сопротивления, отборные устройства давления, уровня, состава.

Остальные технические средства автоматизации показывают условными графическими обозначениями в прямоугольниках, расположенных в нижней части схемы. Каждому прямоугольнику присваивают заголовки, соответствующие показанным в них техническим средствам. Первым располагают прямоугольник, в котором показаны внешние приборы, конструктивно не связанные с технологическим оборудованием, с заголовком «Приборы местные», ниже – прямоугольники, в которых показаны щиты и пульты, а также комплексы технических средств АСУТП. Заголовки прямоугольников, предназначенных для изображения щитов и пультов, принимают в соответствии с наименованиями, принятыми в эскизных чертежах общих видов, для комплексов технических средств АСУТП – в соответствии с их записью в спецификации оборудования. Например: «Центральный щит», «Щитовая установки», «Пульт управления», «Стойка нормирующих преобразователей», «Контроллер ADAM 5000», «ЭВМ». Рекомендуемая ширина прямоугольника для заголовка 15 мм.

Программируемый контроллер и ЭВМ изображаются в соответствии с требованиями РМ4-2-96 «Схемы автоматизации. Указания по выполнению». Графическое изображение модулей ввода/вывода управляющего контроллера рекомендуется дополнять буквенными обозначениями, отражающими вид входных и выходных сигналов используя следующие обозначения: AI – входной аналоговый сигнал (унифицированный); AO – выходной аналоговый сигнал (унифицированный); DI – входной дискретный сигнал; DO – выходной дискретный сигнал. Данная система обозначений входных/выходных сигналов широко используются в каталогах продукции большинства производителей промышленных контроллеров (Siemens, Advantech, Omron и др.). Справа от изображения модулей приводится сводная таблица, содержащая общее количество каналов ввода/вывода, необходимая для определения количества однотипных модулей. Фрагмент схемы автоматизации, построенный в соответствии с данными рекомендациями, приведен на рисунке 2.5.

Всем приборам и средствам автоматизации присваиваются позиционные обозначения. Буквенно-цифровые обозначения приборов указывают в нижней части

окружности (овала) или с правой стороны от него, обозначения электроаппаратов – справа от их условного графического обозначения. При этом обозначения технических средств присваивают по спецификации оборудования и составляют из цифрового обозначения соответствующего контура и буквенного обозначения (прописными буквами русского алфавита) каждого элемента, входящего в контур (в зависимости от последовательности прохождения сигнала). Например: датчик (1а), вторичный прибор(1б), регулятор (1в), исполнительный механизм (1г). Позиционные обозначения отдельных приборов и средств автоматизации, таких как манометр, термометр, ротаметр и.др., состоят только из порядкового номера. При большом количестве приборов допускается применять обозначения, в которых первый знак соответствует условному обозначению измеряемой величины, последующие знаки – порядковому номеру контура в пределах измеряемой величины.

Электроаппараты, входящие в систему автоматизации (звонки, сирены, сигнальные лампы, табло, электродвигатели и др.) показывают на схеме графическими условными обозначениями по ГОСТ 2.722-68, ГОСТ 2.732-68, ГОСТ 2.741-68 и присваивают им буквенно-цифровые обозначения по ГОСТ 2.710-81. Например: сигнальная лампа – НЛ1, электродвигатель М.

Линии связи допускается изображать с разрывом при большой протяженности и (или) при сложном их расположении. Места разрывов линий связи нумеруют арабскими цифрами в порядке их расположения в прямоугольнике с заголовком «Приборы местные». Допускается пересечение линий связи с изображениями технологического оборудования. Пересечение линий связи с обозначениями приборов не допускается. На линиях связи указывают предельные (максимальные или минимальные) рабочие значения измеряемых (регулируемых) величин по ГОСТ 8.417-2002 ГСИ «Единицы величин» или в единицах шкалы выбираемого прибора. Для обозначения разрежения (вакуума) ставят «минус». Для приборов, встраиваемых непосредственно в технологическое оборудование и не имеющих линий связи с другими приборами, предельные значения величин указывают рядом с обозначением.

Над основной надписью, по ее ширине сверху вниз, на первом листе чертежа располагают таблицы не предусмотренных стандартами условных обозначений, принятых в данной функциональной схеме (обозначения трубопроводов, таблицы оборудования и т.д.). Примеры оформления поясняющего текста и таблиц приведены в приложении В. Пояснительный текст располагают обычно над таблицами условных обозначений (или над основной надписью) или в другом свободном месте.

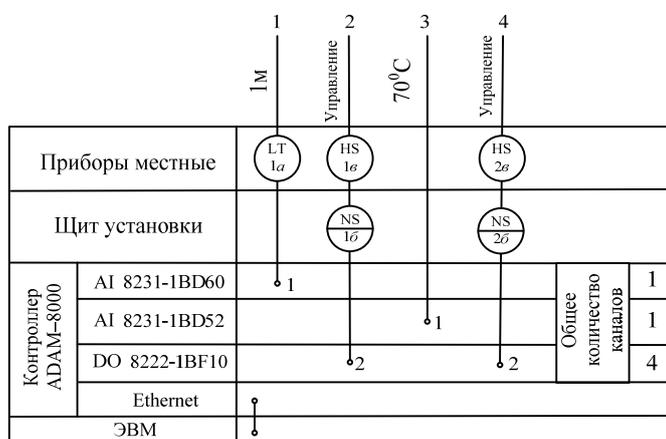


Рисунок 2.5 – Фрагмент оформления схемы автоматизации с управляющим контроллером и ЭВМ

Таблица 2.3 – Буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов по ГОСТ 21.404-85

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
A	+	–	Сигнализация	–	–
B	+	–	–	–	–
C	+	–	–	Автоматическое регулирование, управление	–
D	Плотность	Разность, перепад	–	–	–
E	Электрическая величина		+	–	–
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	–	–	–
G	Размер, положение, перемещение	–	+	–	–
H	Ручное воздействие	–	–	–	Верхний предел измеряемой величины
I	+	–	Показание	–	–
J	+	Автоматическое переключение, обегание	–	–	–
K	Время, временная программа		–	+	–
L	Уровень		–		Нижний предел измеряемой величины
M	Влажность		–		–
N	+		–		–
O	+		–		–
P	Давление, вакуум		–		–
Q	Величина характеризующая качество: состав, концентрация и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени	–	+	–
R	Радиоактивность	–	Регистрация	–	–
S	Скорость, частота	–	–	Включение, отключение, переключение, блокировка	–
T	Температура	–	–	+	–
U	Несколько разнородных измеряемых величин	–	–	–	–
V	Вязкость	–	+	–	–
W	Масса	–	–	–	–
X	Не рекомендуемая резервная буква	–	–	–	–
Y	+	–	–	+	–
Z	+	–	–	+	–

Таблица 2.4 – Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов

Наименование	Обозначение	Назначение
Чувствительный элемент	E	Устройства, выполняющие первичное преобразование: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.
Дистанционная передача	T	Приборы бесшкальные с дистанционной передачей сигналов: манометры, дифманометры, манометрические термометры
Станция управления	K	Приборы, имеющие переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления
Преобразователь, вычислительные функции	Y	Применяется для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств

Таблица 2.5 – Дополнительные буквенные обозначения, применяемые для преобразователей сигналов и вычислительных устройств

Обозначение	Наименование
E P G	Род энергии сигнала: – электрический – пневматический – гидравлический
A D	Виды форм сигнала: – аналоговый – дискретный
$\Sigma$ $k$ $\times$ $:$ $f^n$ $\sqrt[n]{\quad}$ $\lg$ $dx/dt$ $\int$ $x(-1)$ $\max$ $\min$	Операции выполняемые вычислительным устройством: – суммирование – умножение на постоянный коэффициент $k$ – перемножение двух и более сигналов друг на друга – деление сигналов друг на друга – возведение величины сигнала $f$ в степень $n$ – извлечение из величины сигнала корня степени $n$ – логарифмирование – дифференцирование – интегрирование – изменение знака сигнала – ограничение верхнего значения сигнала – ограничение нижнего значения сигнала
$B_i$ $B_o$	Связь с вычислительным комплексом: – передача сигнала на ЭВМ – вывод информации с ЭВМ

## 2.4 Примеры разработки функциональных схем автоматизации

**Пример 2.1** - Разработка функциональной схемы автоматизации установки для приготовления моющего раствора.

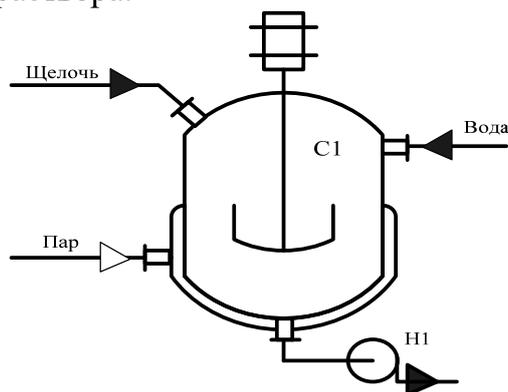


Рисунок 2.6 – Установка для приготовления моющего раствора

**Описание установки.** Установка для приготовления моющего раствора (рисунок 2.6) работает следующим образом. В смеситель С1 подаются щелочь и вода, где они перемешиваются мешалкой. Моющий раствор подогревается до температуры  $70^{\circ}\text{C}$  паром, подаваемым в рубашку, и откачивается из смесителя насосом Н1.

**Исходные данные.** Система автоматизации установки для приготовления моющего раствора должна выполнять следующие функции: 1) измерение и регистрация на ЭВМ уровня раствора в смесителе (максимальное рабочее значение 1 м); 2) измерение и регистрацию на ЭВМ температуры в смесителе (максимальное рабочее значение  $70^{\circ}\text{C}$ ); 3) регулирование уровня в смесителе расходом воды; 4) регулирование температуры в смесителе расходом пара; 5) сигнализацию верхнего и нижнего значений уровня в смесителе, сигнализацию крайних положений исполнительных механизмов на ЭВМ и сигнализацию состояния (включен/отключен) двигателей насоса и мешалки на ЭВМ; 6) блокировка – отключение насоса по нижнему уровню в смесителе; 7) управление – включение/отключение двигателя насоса и включение/отключение двигателя мешалки.

**Функциональная схема автоматизации установки** для приготовления моющего раствора, составленная в соответствии с этими исходными данными, приведена на рисунке 2.7.

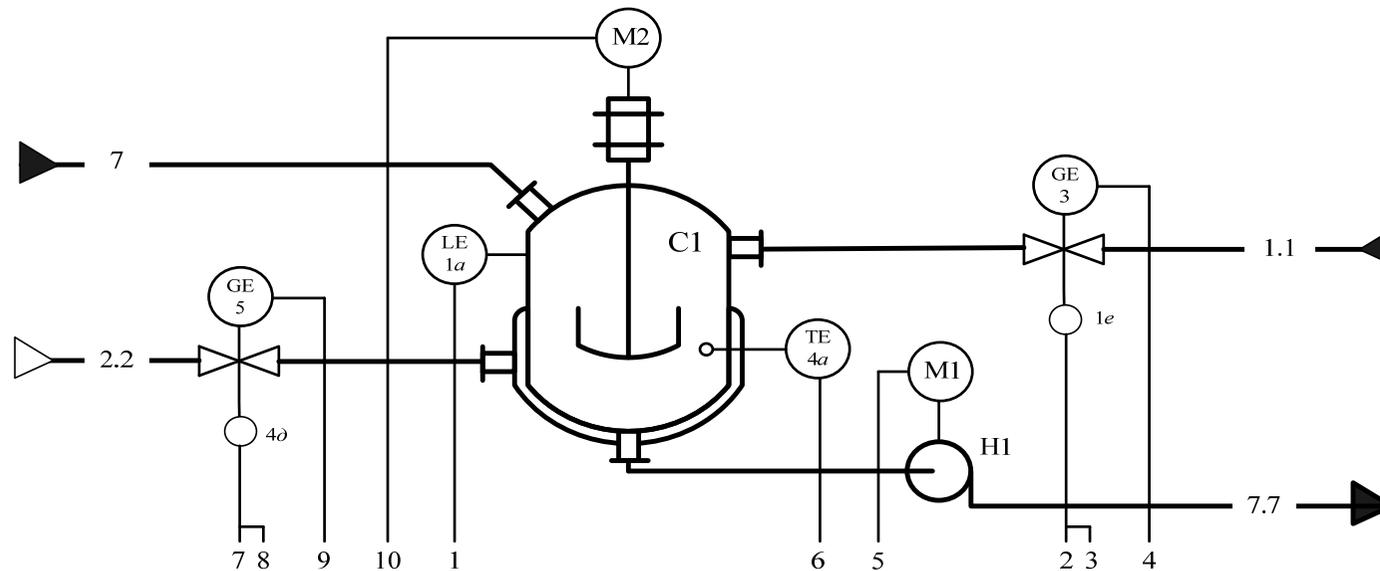
**Описание функциональной схемы автоматизации.** Схема построена на базе контроллера ADAM 8000, укомплектованного соответствующим набором модулей ввода/вывода. Контроллер связан с ЭВМ через сеть Ethernet. Управляющая ЭВМ таким образом используется для вывода на экран значений технологических переменных, их регистрации и сигнализации их предельных значений. Также ЭВМ формирует законы управления исполнительными механизмами, электродвигателем насоса Н1 и электродвигателем мешалки.

Для измерения уровня моющего раствора в смесителе используется волноводный уровнемер. Данный уровнемер состоит из зонда, погружаемого непосредственно в раствор поз. LE-1a и преобразователя поз. LT-1б, установленного рядом с оборудованием. На выходе преобразователя формируется унифицированный токовый сигнал (4–20 мА) который подается на вход вторичного показывающего прибора поз. LI-1в и на вход модуля аналогового ввода AI 8231-1BD60 контроллера ADAM 8000. Этот модуль предназначен для ввода унифицированного токового сигнала 4–20 мА. Регулирование уровня раствора в смесителе осуществляется путем изменения

расхода воды регулирующим органом, установленным на трубопроводе подачи воды. Этот регулирующий орган оснащен электродвигательным исполнительным механизмом поз. 1е с датчиком угла поворота поз. GE-3. Управляющие импульсы подаются на двигатель этого механизма с модуля дискретного вывода DO 8222-1BF10 через магнитный пускатель поз. 1г. Исходя из особенностей управления электродвигательным исполнительным механизмом в схеме задействовано два канала дискретного вывода. Для реализации сигнализации крайних положений исполнительного механизма на ЭВМ его конечные выключатели подключаются к модулю дискретного ввода DI 8211-1BF00. Для управления исполнительным механизмом также предусмотрена кнопочная станция поз. NS-1д, установленная по месту. Для сигнализации предельно допустимых верхнего и нижнего уровней в смесителе на щите установлены две сигнальные лампы HL1 и HL2. Датчик угла поворота исполнительного механизма поз. GE-3 переназначен для вывода на ЭВМ информации о степени открытия регулирующего органа. Этот датчик формирует на выходе унифицированный токовый сигнал (4–20мА) и подключается к модулю аналогового ввода AI 8231-1BD60. Управление электродвигателем M1 насоса осуществляется сигналом с модуля дискретного вывода DO 8222-1BF10 через магнитный пускатель поз. NS-2а. Включение/отключение двигателя может осуществляться в ручном режиме с помощью кнопочной станции поз. NS-2б либо в автоматическом режиме. В этом случае ЭВМ формирует сигнал отключения двигателя насоса при достижении предельно допустимого нижнего уровня раствора в смесителе. Для реализации сигнализации состояния двигателя (включен/отключен) на ЭВМ слаботочный контакт магнитного пускателя подключается к входу модуля дискретного ввода DI 8211-1BF00.

Для измерения температуры моющего раствора в смесителе используется термопреобразователь сопротивления поз. TE-4а. К этому преобразователю подключен вторичный измерительный прибор поз. TI-4б, а также модуль аналогового ввода от термопреобразователей сопротивления AI 8231-1BD52. Регулирование температуры в смесителе осуществляется путем изменения расхода пара регулирующим органом, установленным на трубопроводе подачи пара. Этот регулирующий орган оснащен электродвигательным исполнительным механизмом поз. 4д с датчиком угла поворота поз. GE-5. Управляющие импульсы подаются на двигатель этого механизма с модуля дискретного вывода DO 8222-1BF10 через магнитный пускатель поз. 4в. Для реализации сигнализации крайних положений исполнительного механизма на ЭВМ его конечные выключатели подключаются к модулю дискретного ввода DI 8211-1BF00. Для управления исполнительным механизмом также предусмотрена кнопочная станция поз. NS-4г. Управление электродвигателем M2 привода мешалки осуществляется сигналом с модуля дискретного вывода DO 8222-1BF10 через магнитный пускатель поз. NS-4в. Включение/отключение двигателя может осуществляться в ручном режиме по сигналу с ЭВМ либо с помощью кнопочной станции поз. NS-6б. Для реализации сигнализации состояния двигателя (включен/отключен) на ЭВМ слаботочный контакт магнитного пускателя подключается к входу модуля дискретного ввода DI 8211-1BF00.

Технологические трубопроводы обозначены на схеме в соответствии с требованиями ГОСТ 14202-69. Пример оформления текста поясняющего обозначения трубопроводов и таблица оборудования к данной схеме приведены в приложении В (рисунок В.1, а, Таблица В.2).



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
		1M	Управление	Сигнализация положения ИМ	75%	Управление	70°C	Управление	Сигнализация положения ИМ	75%	Управление		
Приборы местные		LT 1б	HS 1д			HS 2б		HS 4е			HS 6б		
Щитовая установки		LI 1е	NS 1е	HL1 HL2		NS 2а TI 4б		NS 4е			NS 6а		
Контроллер ADAM-8000	AI 8231-1BD60	1			1		1			1		Общее количество каналов	3
	AI 8231-1BD52												1
	DI 8221-1BF00			2		1			2		1		6
	DO 8222-1BF10		2	2		1		2		1			8
	Ethernet	1											
ЭВМ		1											

Рисунок 2.7 – Функциональная схема автоматизации установки для приготовления моющего раствора

**Пример 2.2.** Разработка функциональной схемы автоматизации экстрактора противоточного типа.

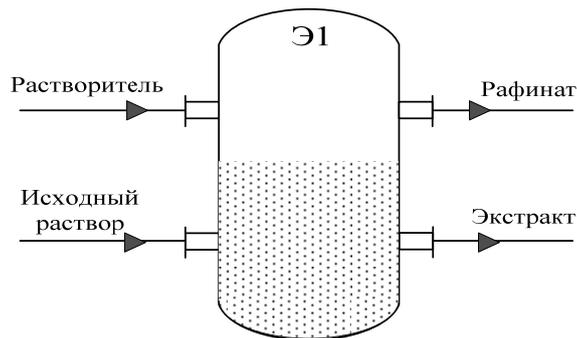


Рисунок 2.8 – Экстрактор противоточного типа

**Описание установки.** Экстракция – это массообменный процесс, при котором жидкий растворитель извлекает составляющие компоненты из жидких (либо твердых) веществ. Применяется при производстве масел, морковных соков и т.д. В нижнюю часть противоточного экстрактора Э1 (система жидкость – жидкость) подается исходный раствор (легкая жидкость), а в верхнюю часть растворитель (тяжелая жидкость). Рафинат отводится из верхней зоны экстрактора, экстракт – из нижней (рисунок 2.8).

**Исходные данные:** Система автоматизации установки должна обеспечивать следующие функции:

- 1) измерение давления в трубопроводе растворителя (0,1 МПа), измерение давления в трубопроводе исходного раствора (0,1 МПа), измерение давления в трубопроводе рафината (0,1 МПа), измерение давления в трубопроводе экстракта (0,1 МПа);
- 2) измерение и регистрация на ЭВМ концентрации извлекаемого компонента в рафинате (70%), уровня раздела сред в экстракторе (1 м), расходов и температур в трубопроводах исходного раствора (20 м<sup>3</sup>/ч, 60<sup>0</sup>С), растворителя (20 м<sup>3</sup>/ч, 60<sup>0</sup>С), рафината (20 м<sup>3</sup>/ч, 60<sup>0</sup>С), экстракта (20 м<sup>3</sup>/ч, 60<sup>0</sup>С);
- 3) регулирование расхода в трубопроводе подачи исходного раствора, регулирование уровня раздела сред в экстракторе расходом экстракта, регулирование концентрации извлекаемого компонента в рафинате расходом растворителя;
- 4) сигнализацию резкого изменения концентрации извлекаемого компонента в рафинате, сигнализацию нижнего уровня раздела фаз в экстракторе;
- 5) блокировку – прекращение отвода экстракта при достижении предельно допустимого нижнего уровня раздела фаз в экстракторе;
- 6) управление клапаном подачи растворителя и управление клапаном подачи исходного раствора.

В скобках указаны максимальные рабочие значения технологических переменных.

**Функциональная схема автоматизации экстрактора** противоточного типа, составленная в соответствии с этими исходными данными, приведена на рисунке 2.9.

**Описание функциональной схемы автоматизации.** Схема построена на базе контроллера SIMATIC S7-400, укомплектованного соответствующим набором модулей ввода/вывода. Контроллер связан с ЭВМ через сеть Ethernet. Управляющая ЭВМ таким образом используется для вывода на экран значений технологических переменных, регистрации и сигнализации их предельных значений. Также ЭВМ формирует законы управления исполнительными механизмами. Для измерения давления в трубопроводах

растворителя, исходного раствора, рафината и экстракта используются манометры поз. PI-1, PI-2, PI-3, PI-4, установленные по месту. Для измерения температуры растворителя, исходного раствора, рафината и экстракта используются термопреобразователи сопротивления поз. TE-9, поз. TE-10, поз. TE-11, поз. TE-12. Эти термопреобразователи подключены к модулю аналогового ввода AI SM 431. Для измерения расходов исходного раствора, растворителя, рафината и экстракта в соответствующих трубопроводах установлены измерительные диафрагмы поз. FE-5a, поз. FE-6a, поз. FE-7a, поз. FE-8a. Перепады давления на этих диафрагмах измеряются преобразователями разности давлений FT-5б, поз. FT-6б, поз. FT-7б, поз. FT-8б, с выходным унифицированным токовым сигналом (4–20 мА). Эти преобразователи подключены к модулю аналогового ввода AI SM 431. Для регулирования расхода в трубопроводе подачи исходного раствора установлен регулирующий орган с пневматическим исполнительным механизмом. Управление этим механизмом осуществляется сигналом с модуля аналогового вывода AO SM 432 (4–20 мА) через электропневматический преобразователь поз. FY-5д. Также предусмотрена аппаратура ручного управления этим исполнительным механизмом установленная на щите поз. Н-5в и по месту поз. Н - 5з.

Для измерения уровня раздела сред в экстракторе используется волноводный уровнемер. Данный уровнемер состоит из зонда, погружаемого непосредственно в среду поз. LE-13a и преобразователя поз. LT-1б, установленного рядом с оборудованием. На выходе преобразователя формируется унифицированный токовый сигнал (4–20 мА) который подается на вход модуля аналогового ввода AI SM 431. Для сигнализации нижнего уровня раздела фаз в экстракторе предусмотрена сигнальная лампа HL1, установленная на щите. Эта лампа подключена к модулю дискретного вывода DO SM 422. Регулирование уровня раздела сред в экстракторе достигается за счет изменения расхода экстракта регулирующим органом с пневматическим исполнительным механизмом поз. 13е. Управление этим механизмом осуществляется сигналом с модуля аналогового вывода AO SM 432 (4–20 мА) через электропневматический преобразователь поз. LY-13д. Также предусмотрена аппаратура ручного управления этим исполнительным механизмом, установленная на щите поз. Н-13в и по месту поз. Н - 13з.

Для измерения концентрации извлекаемого компонента в рафинате используется измеритель концентрации, состоящий из чувствительного элемента поз. QE-14a, установленного на трубопроводе и преобразователя поз. QT-14б, с выходным унифицированным токовым сигналом (4–20 мА). Этот сигнал подается на вход модуля аналогового ввода AI SM 431. Для сигнализации резкого изменения концентрации извлекаемого компонента в рафинате предусмотрена сигнальная лампа HL2, установленная на щите. Эта лампа подключена к модулю дискретного вывода DO SM 422. Регулирование концентрации извлекаемого компонента в рафинате достигается за счет изменения расхода растворителя регулирующим органом с пневматическим исполнительным механизмом поз. 14е. Управление этим механизмом осуществляется сигналом с модуля аналогового вывода AO SM 432 (4–20 мА) через электропневматический преобразователь поз. QY-14д. Также предусмотрена аппаратура ручного управления этим исполнительным механизмом, установленная на щите поз. Н-13в и по месту поз. Н-13з. Технологические трубопроводы обозначены на схеме в соответствии с требованиями ГОСТ 14202-69. Пример оформления текста поясняющего обозначения трубопроводов и таблица оборудования к данной схеме приведены в приложении В (рисунок В.1,б, таблица В.3).

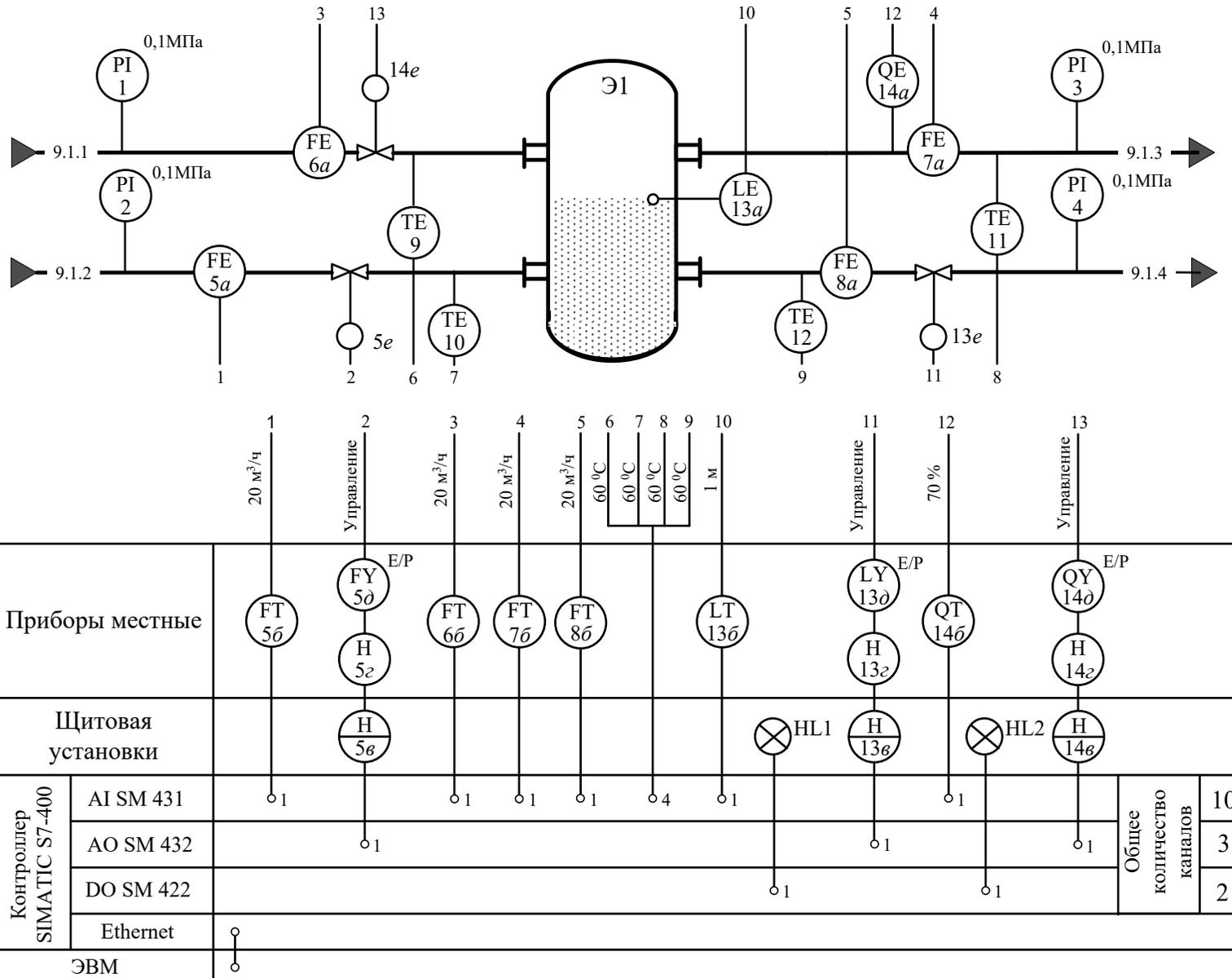


Рисунок 2.9 – Функциональная схема автоматизации экстрактора противоточного типа

### 3 Выбор приборов и средств автоматизации

При выборе приборов и технических средств автоматизации необходимо учитывать характер технологического процесса, условия пожаро- и взрывоопасности, токсичность и агрессивность окружающей среды; параметры и физико-химические свойства измеряемой среды; дальность передачи сигналов информации от места установки измеряемых преобразователей до пунктов контроля и управления. Требования к качеству работы системы автоматического контроля включают в себя основные метрологические данные: точность измерения; порог чувствительности; быстродействие системы. Общая методика выбора приборов изложена в учебных пособиях /6, 10, 11, 13/. Методика выбора приборов и средств автоматизации в условиях пожаро- и взрывоопасности изложена в работах /3, 4, 5/. Особенности маркировки взрывозащищенного электрооборудования приведены в приложении Д.

В данной курсовой работе студенты ограничиваются предварительным выбором и обоснованием приборов и измерительных преобразователей исходя из основных метрологических характеристик (диапазон измерения, класс точности), условий технологического процесса (свойства измеряемой среды, агрессивность среды, физико-химические свойства и т.д.), условия согласования входных и выходных сигналов в системе управления (измерительный преобразователь – контроллер, контроллер – исполнительный механизм).

Основой для выбора измерительного преобразователя (датчика) служат характеристика контролируемой среды, диапазон изменения контролируемого параметра и точность измерения.

В случае непосредственного контакта чувствительного элемента с контролируемой средой возможно нежелательное влияние пищевых продуктов на конструктивные узлы датчиков – прежде всего коррозионного и эрозионного характера. Поэтому в пищевой промышленности для контроля параметров продукта широко применяются конструкции из нержавеющей стали и нанесение на них антикоррозионных покрытий. При выборе чувствительных элементов необходимо также учитывать возможное влияние материалов, из которых они изготовлены, на качество пищевых продуктов.

Выбор диапазона измерений преобразователей и измерительных приборов должен учитывать возможные значения контролируемого параметра в условиях нормальной работы, а также при проведении некоторых вспомогательных операций: мойки, стерилизации и т. п. Принято считать, что номинальное значение измеряемого параметра должно составлять примерно 2/3 от шкалы прибора. Однако следует учитывать характер изменения контролируемой величины. Для большинства технологических измерений максимальное значение контролируемой величины может лежать в пределах последней четверти диапазона шкалы. При резких изменениях нагрузки этот максимум должен находиться в пределах 0,5 – 0,7 от диапазона шкалы.

Выбор класса точности преобразователей и измерительных приборов производится исходя из допустимого предельного значения погрешности измерения. Обычно класс точности измерительных приборов в пищевой промышленности составляет 0,25–1,5. В случае, когда точность измерения не регламентирована, можно руководствоваться следующими рекомендациями по выбору класса точности средств измерений:

– класс 0,5 – приборы для контроля и регистрации ответственных параметров, характеризующих качество процесса;

- класс 1–1,5 – приборы среднего класса точности;
- класс 2,5 – приборы для измерения параметров, непосредственно не влияющих на качество продукта и работу аппарата;
- класс 4,0 – грубые приборы для оценки измерений неответственных параметров.

При выборе термопреобразователей и приборов устройств, входящих в измерительные комплекты для контроля температуры, необходимо учитывать следующие особенности. При температурах до 200<sup>0</sup>С рекомендуется применение термопреобразователей сопротивления. Точность термопреобразователей сопротивления определяется в соответствии с классами допуска (А, В, С). Пределы допускаемых отклонений от номинальной статической характеристики (НСХ) в зависимости от класса допуска приведены в таблицах Г.2, Г.3 приложения Г. Термоэлектрические преобразователи позволяют измерять температуры до 1300<sup>0</sup>С. Пределы допускаемых отклонений термоЭДС от НСХ регламентированы в зависимости от класса допуска (1, 2, 3) и приведены в таблице Г.5 приложения Г. Погрешность комплекта приборов для измерения температуры определяется погрешностью термопреобразователя, погрешностью соединительных проводов и погрешностью вторичного измерительного прибора. Вторичный прибор либо модуль ввода контроллера подбираются с учетом типа термопреобразователя и его НСХ. Особенности обозначений термопреобразователей приведены в таблицах Г.1, Г.4 приложения Г.

При выборе средств контроля состава и свойств следует учитывать вид измеряемого компонента, тип контролируемой среды, форму представления измерительной информации, пределы измерения, погрешность измерения и специфику конструкции. Особенности выбора средств контроля состава и свойств веществ приведены в справочных пособиях /1, 8, 9/.

Все выбранные приборы и средства автоматизации заносятся в спецификацию. Спецификация оформляется в виде таблицы, имеющей следующие графы: позиция, наименование и техническая характеристика, тип, количество, примечания. Размеры граф такой таблицы приведены в приложении Е, рисунок Е.3. В графе «Позиция» указывается номер позиции, присвоенный описываемому средству автоматизации на функциональной схеме. В графе «Наименование и техническая характеристика» приводится название прибора по каталогу, а также его техническая характеристика, например: градуировка, предел шкалы, класс точности и т. п. В «Примечании» может быть указан завод-поставщик прибора или другие сведения, которые разработчик считает нужным указать. Пример оформления спецификации приведен на рисунке 3.1. Примеры заполнения основной надписи на первом и последующих листах спецификации приведены в таблицах Е.2, Е.3 приложения Е.

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип	Количество	Примечание					
1, 2, 3, 4	Манометр показывающий	МТ	4						
	Диапазон измерения 0–0,16МПа								
	Класс точности 1,5								
5а, 6а, 7а, 8а	Диафрагма камерная	ДКС	4						
	Диаметр условного прохода $Dy=50$ мм								
5б, 6б, 7б, 8б	Преобразователь разности давлений	Метран 3051 CD	4						
	Верхний предел измерения 10 кПа								
	Выходной сигнал 4–20 мА								
5д, 13д, 14д	Преобразователь электропневматический	ЭП-1211	3						
	Входной сигнал 4–20 мА								
	Выходной сигнал 20–100 кПа								
5е, 13е, 14е	Клапан регулирующий и быстрооткрывающийся	Samson 240	3						
	с мембранным исполнительным механизмом								
	Диаметр условного прохода $Dy=50$ мм								
	Условное давление $P_y=1,6$ МПа								
	Условная пропускная способность $K_{vy}=32$ м <sup>3</sup> /ч								
	Входной сигнал 20–100 кПа								
9, 10, 11, 12	Термопреобразователь сопротивления	ТСП Метран 206	4						
	Номинальная статическая характеристика Pt 100. Класс допуска В								
13а, 13б	Уровнемер волноводный	Метран 3300	1						
	Диапазон измерения 0,1–1,5 м								
	Выходной сигнал 4–20 мА								
		МГУП 1-53 01 01 04 001019 3.5-АТХ.С							
Изм.	Колич	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разраб.		Петров		<i>Петров</i>	25.04.08	Процесс экстракции	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Кожевников		<i>Кож</i>	26.04.08			1	1
Т. контр		Кожевников		<i>Кож</i>	26.04.08				
						Спецификация	МГУП, гр. АТПП-021		
Н. контр		Кожевников		<i>Кож</i>	26.04.08				
Утв.		Иванова		<i>Иван</i>	26.04.08				

Рисунок 3.1 – Пример оформления спецификации

## 4 Выбор электрических элементов цепи управления двигателями

Данный пункт предусматривает выбор электрических элементов цепи управления двигателями мешалок и насосов. Параметры технологического оборудования согласовываются с преподавателем. Выбор электрических элементов в системе управления электродвигателя (а именно магнитного пускателя и кнопочной станции) должен быть основан на технических характеристиках двигателя, в частности его мощности, которая предварительно должна быть рассчитана. Типовая схема управления асинхронным двигателем представлена на рисунке 4.1.

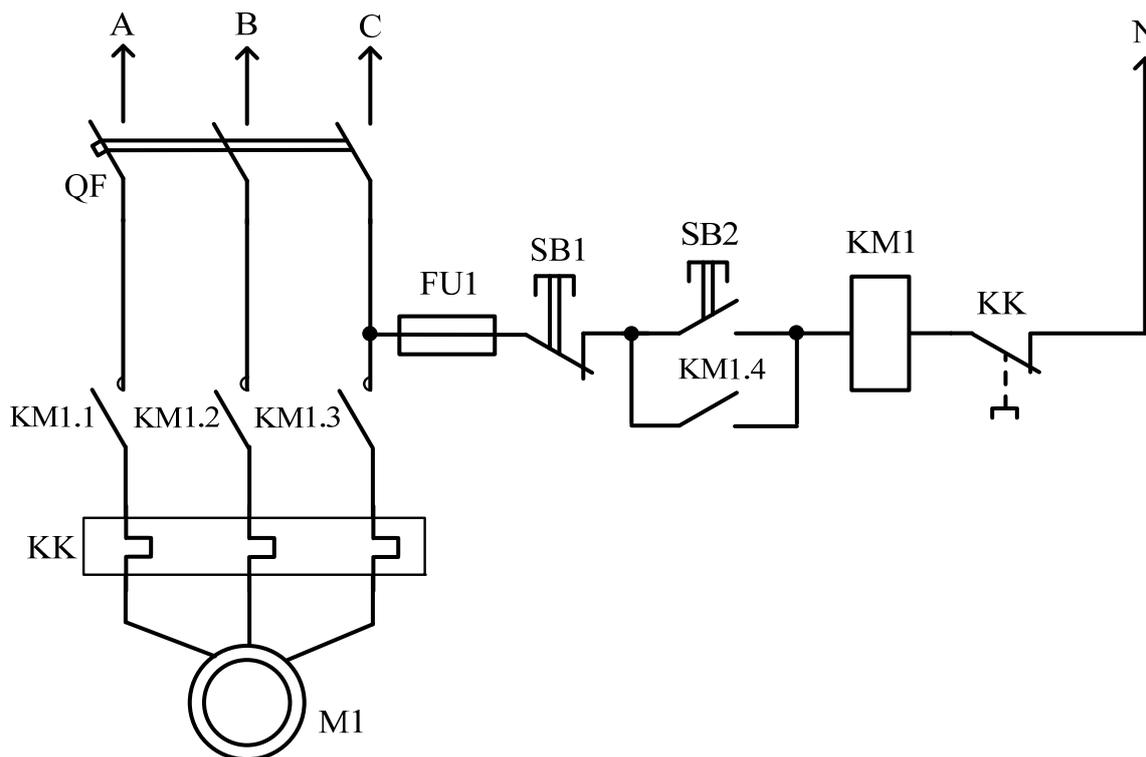


Рисунок 4.1 – Типовая схема управления асинхронным двигателем

Ниже приведены некоторые характеристики магнитных пускателей и кнопочных постов управления.

### Магнитные пускатели серии ПМЛ

Пускатели предназначены для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором при напряжении переменного тока (или постоянного тока для пускателей 1-й величины) до 660В частотой 50Гц, а в исполнении с трехполюсными тепловыми реле серии РТЛ для защиты управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз. Структура обозначения:

ПМЛ	X	X	X	X	X	X	-XX
	1	2	3	4	5	6	7

ПМЛ– серия пускателей магнитных;

1– величина пускателя по номинальному току: 1–10 (16)А, 2 – 25А, 3 – 40А, 4 – 63 (80)А, 5 – 125А, 6 – 160А, 7 – 250А;

2 – исполнение пускателей по назначению и наличию теплового реле: 1 – нереверсивный пускатель без теплового реле, 2 – нереверсивный пускатель с тепловым реле, 5 – реверсивный пускатель без теплового реле с механической блокировкой для степени защиты IP00, IP20 и с электрической и механической блокировками для степени защиты IP40, IP54, 6 – реверсивный пускатель с тепловым реле с электрической и механической блокировками, 7 – пускатель звезда треугольник степени защиты IP54;

3– исполнение пускателей по степени защиты (ГОСТ 1425480) и наличию кнопок управления и сигнальной лампы: 0 – IP00, 1 – IP54 без кнопок, 2 – IP54 с кнопками «Пуск» и «Стоп», 3 – IP54 с кнопками «Пуск», «Стоп» и сигнальной лампой (изготавливается только на напряжение 127, 220 и 380В, 50Гц), 4 – IP40 без кнопок, 5 – IP40 с кнопками «Пуск» и «Стоп», 6 - IP20;

4– число и вид контактов вспомогательной цепи: 0 – 1з (на 10, 25А), 1з + 1р (на 40, 60А), переменный ток; 1 – 1р (на 10, 25А), переменный ток; 2 – 1з (на 10 – 63А), переменный ток; 5 – 1з (на 10, 25А), постоянный ток; 6 – 1р (на 10, 25А), постоянный ток; буква "Д", обозначающая пускатель с  $I_{ном}=16А$  для 1-й величины,  $I_{ном}=80А$  для 4-й величины, или с уменьшенными весогабаритными показателями для 3-й величины;

5–буква «Д», обозначающая пускатель с  $I_{ном}=16А$  для 1-й величины,  $I_{ном}=80А$  для 4-й величины, или с уменьшенными весогабаритными показателями для 3-й величины;

6– буква «М», обозначающая исполнение пускателей с креплением как на стандартные рейки, так и винтами к плоскости;

7– климатическое исполнение (О, О) и категория размещения (2; 4) по ГОСТ 1515069 и ГОСТ 1554370.

Технические характеристики магнитных пускателей серии ПМЛ приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1–Технические характеристики магнитных пускателей серии ПМЛ

Характеристики	ПМЛ1	ПМЛ2	ПМЛ3	ПМЛ4	ПМЛ5	ПМЛ6	ПМЛ7
Номинальный ток главной цепи, А	10	25	40	63	125	160	250
Номинальное напряжение втягивающей катушки, В	24, 36, 40, 48, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 500, 660						
Мощность (рабочая), потребляемая катушкой, ВА	8±1,8	7,6±1,4	20±4	20±4	46	46	46
Мощность (пусковая), потребляемая катушкой, ВА	68±8	87±13	200±35	200±35	500	500	500

### Кнопочные посты управления ПКЕ

Кнопочные посты управления ПКЕ предназначены для коммутации электрических цепей управления переменного напряжения до 660 В, частоты 50 и 60 Гц и постоянного напряжения до 440 В. Структура условного обозначения: ПКЕ АВВ/ДЕЖ. Здесь А – исполнение по эксплуатационному назначению (1 – для встройки в специальную нишу, 2 – для пристройки к ровной поверхности); Б – степень защиты со стороны управляющего элемента (1 – IP 40, 2– IP 54); В – исполнение по материалу корпусных деталей (2 – пластмасса); Д – количество управляющих элементов (толкателей); Е – климатическое исполнение (УХЛ); Ж – категория размещения (возможные варианты 2 или 3). Основные технические характеристики кнопочных постов ПКЕ приведены в таблицах 4.2, 4.3.

Таблица 4.2– Номинальные напряжения и токи кнопочных постов ПКЕ

Род тока	Параметры нагрузки				
	Переменный $f=50$ Гц	$U_n$ , В	500	380	220
$I_n$ , А		2	3	5	5
Постоянный ток	$U_n$ , В	220	110	48	24
	$I_n$ , А	0,3	0,6	1,6	2,0

Таблица 4.3– Характеристики кнопочных постов ПКЕ

Тип поста	ПКЕ 112/1 212/1	ПКЕ 112/2 212/2	ПКЕ 112/3 212/3	ПКЕ 122/1 222/1	ПКЕ 122/2 222/2	ПКЕ 122/3 222/3
Количество толкателей	1	2	3	1	2	3
Степ. защиты толкателя	IP40			IP54		

**Пример 4.1.** Выбрать асинхронный двигатель и элементы типовой схемы управления (рисунок 4.1) для привода пропеллерной мешалки. Мешалка установлена в емкости вместимостью  $V=3,5$  м<sup>3</sup>, в которую загружена смесь плотностью  $\rho=180$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр пропеллера мешалки  $D=0,65$  м. При перемешивании жидкость должна перемещаться через диффузор  $k=12$  раз в минуту. Угол подъема винтовой линии  $\theta=30^0$ , КПД передачи  $\eta=0,85$ , линейное напряжение питающей сети  $U_n=380$  В.

*Решение.* Для определения частоты вращения мешалки находимо знать ее рабочую площадь:

$$F=0,8\pi D^2/4=0,8\cdot 3,14\cdot 0,65^2/4=0,265 \text{ м}^2.$$

Здесь с помощью коэффициента 0,8 учтено ограничение наружной части пропеллера.

Таблица 4.4 – Значения коэффициента  $a$

$\theta^0$	25	30	35	40	45
$a$	0,068	0,108	0,156	0,204	0,254

Осевая скорость перемещения жидкости, необходимая для обеспечения кратности перемешивания  $k=12$ , равна

$$v=kV/60F=12\cdot 3,5/60\cdot 0,265=2,64 \text{ м/с.}$$

Частота вращения мешалки (об/мин) определяется по формуле

$$n=60v/\pi Da, \quad (4.1)$$

где  $a$  – коэффициент, зависящий от угла подъема винтовой линии  $\theta$  и определяемый по таблице 4.4.

По таблице 4.4 определяем, что при  $\theta=30^0$  коэффициент  $a=0,108$ , тогда частота вращения мешалки равна

$$n=60\cdot 2,64/3,14\cdot 0,65\cdot 0,108=719 \text{ об/мин.}$$

Мощность, потребляемая мешалкой, равна

$$P_{\text{п}} = aD^5 n^3 \rho \cdot 10^{-8} = 0,108 \cdot 0,65^5 \cdot 719^3 \cdot 180 \cdot 10^{-8} = 8,38 \text{ кВт.}$$

Необходимая мощность двигателя с учетом коэффициента запаса ( $k_3=1,15$ ) и КПД передачи

$$P = k_3 P_{\text{п}} / \eta = 1,15 \cdot 8,38 / 0,85 = 11,34 \text{ кВт.}$$

Выберем элементы типовой схемы управления двигателем, приведенной на рисунке 3.1. В соответствии с номинальной мощностью выбранного электродвигателя  $P_{\text{н}}=11$  кВт и напряжением сети  $U_{\text{н}}=380$  В по таблице 4.5 определяем необходимую величину магнитного пускателя.

Таблица 4.5 – Выбор величины пускателя в зависимости от мощности двигателя

Напряжение сети, В	Мощность управляемых двигателей, кВт					
	220	3	5,5	11	18,3	30
380	4	11	18,5	30	45	75
440	4	11	22	33	50	75
500	4	15	25	37	55	100
660	3,7	11	22	33	55	100
Величина пускателя	1	2	3	4	5	6

Необходим пускатель второй величины (2). С учетом того, что в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4.1, напряжение питания катушки пускателя 220 В, по таблице 4.1 выбираем нереверсивный магнитный пускатель типоразмера ПМЛ2240О2 с тепловым реле. Этот пускатель имеет следующие характеристики: номинальный ток главной цепи 25 А, номинальное напряжение втягивающей катушки 220 В, мощность (пусковая), потребляемая катушкой, 87 В·А, исполнение по степени защиты IP40, число контактов вспомогательной цепи – 1 нормально замкнутый, 1 нормально разомкнутый.

Определим максимальный ток в цепи управления

$$I_{\Sigma} = P_{\text{МК}} / U_{\text{ф}} = 87 / 220 = 0,4 \text{ А,}$$

где  $P_{\text{МК}}$  – пусковая мощность катушки магнитного пускателя,

$U_{\text{ф}}$  – фазное напряжение питающей сети.

В соответствии с напряжением питания цепи управления  $U_{\text{ф}}=220$  В и максимальным током в этой цепи  $I_{\Sigma}=0,4$  А по таблицам 4.2, 4.3 выберем кнопочный пост (кнопки SB1, SB2) типоразмера ПКЕ 212/2 со следующими характеристиками: номинальное напряжение  $U_{\text{н}}=220$  В, номинальный ток  $I_{\text{н}}=5$  А, количество толкателей 2 («Пуск», «Стоп»), степень защиты IP40.

**Пример 4.2.** Выбрать асинхронный двигатель и элементы типовой схемы управления для привода центробежного водяного насоса подачей  $Q=216$  м<sup>3</sup>/ч при полном напоре  $H=35$  м, частоте вращения вала  $n=1450$  об/мин, КПД насоса  $\eta_{\text{н}}=75\%$ , КПД передачи  $\eta_{\text{п}}=95\%$ . Линейное напряжение питающей сети  $U_{\text{л}}=380$  В.

*Решение.* Мощность двигателя для привода насоса (кВт) определяется по формуле

$$P = k_3 Q H \rho g \cdot 10^{-3} / (3600 \cdot \eta_{\text{н}} \eta_{\text{п}}), \quad (4.2)$$

где  $k_3$  – коэффициент запаса ( $k_3=1,1-1,5$ , причем большие значения соответствуют меньшей мощности, до 5 кВт),  $Q$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/ч,  $H$  – полный напор, м,  $\rho$  – плотность перекачиваемой жидкости, кг/м<sup>3</sup>,  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения,  $\eta_{\text{н}}$  – КПД насоса,  $\eta_{\text{п}}$  – КПД передачи.

Примем коэффициент запаса  $k_3=1,3$ . С учетом того, что перекачиваемая жидкость – вода ( $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ ), необходимая мощность двигателя равна

$$P=1,3 \cdot 216 \cdot 35 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} / (3600 \cdot 0,75 \cdot 0,85) = 37,6 \text{ кВт.}$$

Выберем элементы типовой схемы управления двигателем, приведенной на рисунке 4.1. В соответствии с номинальной мощностью выбранного электродвигателя  $P_n=37 \text{ кВт}$  и напряжением сети  $U_n=380 \text{ В}$  по таблице 4.5 определяем необходимую величину магнитного пускателя. Необходим пускатель пятой величины (5). С учетом того, что в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4.1, напряжение питания катушки пускателя  $220 \text{ В}$  по таблице 4.1 выбираем нереверсивный магнитный пускатель типоразмера ПМЛ5240О2 с тепловым реле. Этот пускатель имеет следующие характеристики: номинальный ток главной цепи  $125 \text{ А}$ , номинальное напряжение втягивающей катушки  $220 \text{ В}$ , мощность (пусковая), потребляемая катушкой,  $500 \text{ В}\cdot\text{А}$ , исполнение по степени защиты  $\text{IP40}$ , число контактов вспомогательной цепи – 1 нормально замкнутый, 1 нормально разомкнутый.

Определим максимальный ток в цепи управления

$$I_\Sigma = P_{\text{мк}} / U_\phi = 500 / 220 = 2,27 \text{ А,}$$

где  $P_{\text{мк}}$  – пусковая мощность катушки магнитного пускателя,  $U_\phi$  – фазное напряжение питающей сети.

В соответствии с напряжением питания цепи управления  $U_\phi=220 \text{ В}$  и максимальным током в этой цепи  $I_\Sigma=2,27 \text{ А}$  по таблицам 4.2, 4.3 выберем кнопочный пост (кнопки SB1, SB2) типоразмера ПКЕ 212/2 со следующими характеристиками: номинальное напряжение  $U_n=220 \text{ В}$ , номинальный ток  $I_n=5 \text{ А}$ , количество толкателей 2 («Пуск», «Стоп»), степень защиты  $\text{IP40}$ .

## 5 Выбор контроллера и модулей ввода/вывода

Курсовая работа ограничивается подбором комплекта технических средств АСУТП на основе контроллера и операторской станции. Контроллер предназначен для приема и обработки информации, поступающей от первичных преобразователей и дискретных датчиков, выдачи управляющих сигналов на исполнительные механизмы и устройства сигнализации, а также для передачи информации на операторскую станцию. Являясь проектно-компонентным изделием, контроллер представляет собой набор технических средств, в состав которого входят модуль процессора, модули УСО (устройство связи с объектом) и прочие компоненты, объединенные между собой общей стандартной или специализированной шиной. Связь контроллера с датчиками и исполнительными механизмами осуществляется с помощью модулей УСО. Имеется четыре основных разновидности модулей УСО: модули аналогового ввода; модули аналогового вывода; модули дискретного ввода; модули дискретного вывода.

Основными характеристиками модулей дискретного ввода являются: количество входных каналов; тип дискретного сигнала. Модули дискретного ввода получают сигналы от датчиков, имеющих два стабильных состояния (вкл./выкл. или лог. 1/лог. 0). Дискретный сигнал, например, может иметь следующие характеристики: уровень логического 0 – не более 2В; уровень логического 1 – от 4 до 30 В.

Модули дискретного вывода формируют сигналы для устройств сигнализации и исполнительных механизмов, имеющих два стабильных состояния (вкл./выкл. или логическая 1/логический 0). Основными характеристиками модулей дискретного вывода являются: количество выходных каналов; тип дискретного выходного сигнала. Дискретный выходной сигнал, например, может иметь следующие характеристики: тип выхода – «открытый коллектор»; коммутируемое постоянное напряжение – до 30В; коммутируемый постоянный ток – до 100 мА.

Модули аналогового ввода могут получать сигналы от нормирующих преобразователей, а также непосредственно от датчиков температуры, давления, уровня и т.д. В зависимости от типа входного сигнала модули аналогового ввода подразделяются на модули ввода сигналов тока и напряжения, модули ввода сигналов термопар и модули ввода сигналов термопреобразователей сопротивления. Сигналы тока и напряжения унифицированы и имеют следующие значения: 0–5 мА, 0–20 мА, 4–20 мА, 0–10 В. Основными характеристиками аналогового ввода являются: количество входных каналов; тип входного сигнала.

Модули аналогового вывода формируют унифицированные сигналы тока и напряжения, подаваемые на исполнительные механизмы. Сигналы тока и напряжения унифицированы и имеют следующие значения: 0–5 мА, 0–20 мА, 4–20 мА, 0–10 В. Основными характеристиками модулей аналогового вывода являются: количество выходных каналов; тип выходного сигнала.

Для реализации связи между контроллером и узлами распределенной периферии используются интерфейсные модули. К основным характеристикам интерфейсных модулей относятся: поддерживаемый протокол обмена; тип соединителя; сетевая топология; среда и скорость передачи данных; максимальная длина линии связи; максимальное число узлов в сети. Связь контроллера с операторской станцией может осуществляться по интерфейсам RS-232, RS-485 и Ethernet. Эти интерфейсы могут быть либо встроены непосредственно в процессорный модуль контроллера, либо реализованы с помощью отдельных модулей. Применение интерфейса RS-232 ограничено максимальной длиной линии связи, которая не должна превышать 15 м.

Поэтому при длине линии связи более 15 м передача информации осуществляется по интерфейсу RS-485, имеющему максимальную длину линии связи 1200 м. Для согласования интерфейса RS-485 с операторской станцией применяются преобразователи интерфейса RS-485 в RS-232. Например, модуль ADAM-4521 фирмы Advantech. Операторские станции могут быть реализованы на базе промышленных компьютеров и на базе IBM PC совместимых персональных ЭВМ (ПЭВМ) стандартной конфигурации.

В настоящей курсовой работе необходимо подобрать контроллер, выполненный в виде конструктивно законченного блока, включающего модуль центрального процессора, каркас и объединительную печатную плату. По количеству и характеристикам входных и выходных сигналов подобрать модули УСО, необходимые для реализации заданной схемы автоматизации. При этом желательно предусмотреть аппаратный резерв в размере 10–15% по количеству входных и выходных сигналов. Также необходимо составить таблицу с символической привязкой модулей ввода/вывода к датчикам и исполнительным устройствам

**Пример 5.1.** Выбрать контроллер и модули ввода/вывода для автоматизации установки моющего раствора (функциональная схема автоматизации установки приведена на рисунке 2.7).

*Характеристики контроллера.* В качестве управляющего контроллера по справочному пособию [1] выберем контроллер ADAM-8000 производитель Advantech. Это микроконтроллер, предназначенный для создания на его основе автономных систем сбора данных и управления. Он предназначен для использования в системах промышленной автоматизации с повышенными требованиями к надежности оборудования и к временным параметрам контуров управления. Контроллер может работать в промышленных сетях MPI, Profibus-DP, ModBus TCP и CAN. Программировать контроллер можно как с помощью стандартного пакета Simatic Manager с языком программирования Step7, так и с помощью недорогих программных пакетов с ограниченной функциональностью ADAM-WINPLC7 и ADAM-WINNCS. Серия ADAM-8000 предоставляет возможности распределенного ввода-вывода при автоматизации технологических процессов, создании промышленных коммуникаций на производстве.

Микроконтроллер состоит из двух основных частей: базового блока и модулей ввода/вывода. Базовый блок включает в себя процессор с самостоятельным PLC контроллером ADAM-8214-1BA01, процессор с Ethernet интерфейсом: ADAM-8214-1BT01; встроенный источник постоянного напряжения 24В; интерфейс передачи данных – MP2I; светодиодный индикатор состояния для режимов работы и диагностики; внешнюю карту памяти. Характеристики процессорного модуля приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристики процессорного модуля

Модель	ОЗУ, кбайт	ПЗУ, кбайт	Напряжение питания, В	Потребляемая мощность, Вт
8214	40	32	24	3,5

*Выбор модулей ввода/вывода.* В соответствии с функциональной схемой автоматизации установки необходимо 3 канала аналогового ввода рассчитанных на унифицированный токовый сигнал 4–20 мА. Один сигнал от преобразователя уровня поз. LT-1б, и два сигнала от датчиков положения GE-3, GE-5. Для реализации этих

каналов используем модуль аналогового ввода ADAM–8231-1BD60. Данный модуль имеет 4 аналоговых входа, тип входного сигнала 4–20 мА.

Для ввода сигнала от термопреобразователя сопротивления поз. TE-4а, необходим 1 канал аналогового ввода от термопреобразователя сопротивления. Используем модуль аналогового ввода ADAM–8231-1BD52. Данный модуль имеет 4 аналоговых входа для подключения термопреобразователей сопротивления.

Для реализации сигнализации крайних положений исполнительных механизмов необходимо 4 канала дискретного ввода. Также необходим 2 канала дискретного ввода для подключения магнитных пускателей поз. NS-2а, NS-6а. Используем модуль дискретного ввода ADAM–8221-1BF00. Данный модуль имеет 8 дискретных входов. Входное напряжение 24В.

Для реализации управления магнитными пускателями поз. NS-1з, NS-4в, NS-6а и включения/выключения сигнальной арматуры HL1, HL2 необходимо 8 каналов дискретного вывода ADAM–8222-1BF10. Данный модуль имеет 8 дискретных выходов. Выходное напряжение 24 В, выходной ток 1 А. Привязку сигналов контроллера к датчикам и исполнительным механизмам оформим в виде следующей таблицы.

Таблица 5.1 – Привязка сигналов контроллера к датчикам и исполнительным механизмам

Обозначение СА	Позиция СА по спецификации	Обозначение каналов ввода/вывода	Тип модуля ввода/вывода	Количество модулей
LT	1б	AI 1	ADAM–8231-1BD60	1
GE	3	AI 2		
GE	5	AI 3		
TE	4а	AI 1	ADAM–8231-1BD52	1
-	1е	DI 1,2	ADAM–8221-1BF00	1
-	4д	DI 3,4		
NS	2а	DI 5		
NS	6а	DI 6		
NS	1з	DO 1,2	ADAM–8222-1BF10	1
-	HL1	DO 3		
-	HL2	DO 4		
NS	2а	DO 5		
NS	4в	DO 6,7		
NS	6а	DO 8		

**Пример 5.2.** Выбрать контроллер и модули ввода/вывода для автоматизации экстрактора противоточного типа (функциональная схема автоматизации установки приведена на рисунке 2.8).

*Характеристики контроллера.* В качестве управляющего контроллера по справочному пособию [1] выберем контроллер SIMATIC S7-400 производитель Siemens. Этот контроллер предназначен для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности. Основными областями применения SIMATIC S7-400 являются: технологические установки; системы измерения и сбора данных. Наличие резервированной структуры позволяет продолжать работу в случае возникновения одного или нескольких отказов в его компонентах. Центральные процессоры S7-400

характеризуются следующими показателями: большие объемы рабочей памяти: от 288 кбайт в CPU 412-1 до 30 Мбайт в CPU 417-4; встроенная загружаемая память не менее 512 кбайт (RAM), расширяемая с помощью карты памяти до 64 Мбайт; параллельный доступ к памяти программ и данных, существенно повышающий производительность центрального процессора; наличие встроенных интерфейсов; поддержка обмена данными с устройствами человеко-машинного интерфейса на уровне операционной системы центрального процессора; поддержка функций самодиагностики.

*Выбор модулей ввода/вывода.* В соответствии с функциональной схемой автоматизации установки необходимо 10 каналов аналогового ввода: 6 каналов на унифицированный токовый сигнал 4–20 мА от преобразователей разности давлений поз. FT-5б, FT-6б FT-7б FT-8б, преобразователя концентрации поз. QT-14б и преобразователя уровня LT-13б; 4 канала для подключения термометров сопротивления поз. TE-9, TE-10, TE-11, TE-12. Для реализации этих каналов используем модуль аналогового ввода SM 431 модель 7QH00-0AB0. Данный модуль имеет 16 аналоговых входов, каждый из которых может быть программно настроен на ввод либо токовых сигналов 4–20 мА, либо сигнала от термометров сопротивления.

Для формирования сигналов управления исполнительными механизмами необходимо 3 канала аналогового вывода. Для реализации этих каналов используем модуль аналогового вывода SM 432. Данный модуль имеет 8 аналоговых выходов, тип выходного сигнала 4–20 мА.

Для реализации сигнализации предельных значений уровня и концентрации необходимо 2 канала дискретного вывода, для подключения сигнальной арматуры HL1, HL2 Используем модуль дискретного вывода SM 422, модель 1NH00-0AA0. Данный модуль имеет 16 дискретных входов (реле). Привязку сигналов контроллера к датчикам и исполнительным механизмам оформим в виде следующей таблицы.

Таблица 5.1 – Привязка сигналов контроллера к датчикам и исполнительным механизмам

Обозначение СА	Позиция СА по спецификации	Обозначение каналов ввода/вывода	Тип модуля ввода/вывода	Количество модулей
FT	5б	AI 1	SM 431 модель 7QH00-0AB0	1
FT	6б	AI 2		
FT	7б	AI 3		
FT	8б	AI 4		
TE	9	AI 5		
TE	10	AI 6		
TE	11	AI 7		
TE	12	AI 8		
LT	13б	AI 9		
QT	14б	AI 10		
H	5в	AO 1	SM 432	1
H	13в	AO 2		
H	14в	AO 3		
-	HL1	DO 1	SM 422, модель 1NH00-0AA0	1
-	HL2	DO 2		

## Список рекомендуемой литературы

- 1 Кожевников, М.М., Никулин, В.И. Технические средства АСУТП для пищевой промышленности: справочное пособие для студентов технологических специальностей пищевой промышленности / М.М. Кожевников, В.И. Никулин. – Могилев: Ризограф УО МГУП, 2008.– 95 с.
- 2 Приборы и средства автоматизации для пищевой промышленности: справочное пособие для студентов технологических специальностей: в 2 ч. / В.И. Никулин, С.В. Богуслов, А.М. Прокопенко.– Могилев: Ризограф УО МГУП, 2001.
- 3 Электрооборудование во взрывоопасных зонах химических и пищевых производств: учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности АТПП и технологических специальностей / Г.М. Айрапетьянц. – Могилев: Ризограф УО МГУП, 2007.– 35с.
- 4 Обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах: учебное пособие/ М.П. Слука, Л.М. Ковалев, В.С. Ермаков, Д.И. Корольков; Под общ. ред. Д.И. Королькова. – Могилев, 2001. – 229 с.
- 5 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев.– М.: Энергоиздат, 1990. – 464 с.
- 6 Автоматика и автоматизация пищевых производств / М.М. Благовещенская, Н.О. Воронина, А.В. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1991. – 239 с.
- 7 Соколов, В.А. Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности / В.А. Соколов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 445. с.
- 8 Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник / Под ред. В.В.Черенкова. – М.: Машиностроение, 1987. – 847 с.
- 9 Приборы и средства автоматизации для пищевой промышленности / И.К. Петров, М.М. Солошенко, В.А. Царьков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. –416с.
- 10 Кузнецов, Н.Д., Чистяков, В.С. Сборник задач и вопросов по теплотехническим измерениям / Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 328 с.
- 11 Петров, И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности / И.К.Петров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 344 с.
- 12 Автоматика и автоматизация производственных процессов мясной и молочной промышленности / В.В. Митин, В.И. В.И. Усков, Н.Н. Смирнов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 240 с.
- 13 Технологические измерения и приборы / Н.Г.Фарзне, Л.В. Ильясов, А.Ю. Азим-заде. – М.: Высш. шк., 1989. – 456 с.
- 14 Стандарт предприятия. Общие правила и требования оформления текстовых документов (СТП 15-06-2004) / А.В. Иванов, Е.Н. Урбанчик. –Могилев: Ризограф УО МГУП, 2004. – 41 с.
- 15 ГОСТ 21.408-93. Правила выполнения рабочей документации по автоматизации технологических процессов. – Введ. 1.07.1995.– Минск: Межгос. научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве, 1995. – 46 с.

16 ГОСТ 21.110-95. Правила выполнения спецификации оборудования изделий и материалов. – Введ. 1.01.1997.– Минск: Межгос. научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве, 1996. – 46 с.

17 ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – Введ. 1.01.1986.– М.: Издательство стандартов, 1995. – 16 с.

18 ГОСТ 21.101-93. Основные требования к рабочей документации. – Введ. 1.06.1995.– Минск: Межгос. научно-техническая комиссия по стандартизации и техническому нормированию в строительстве, 1995. – 46 с.

19 ГОСТ 14202-69. Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки. – Введ. 1.01.1971.– М.: Изд-во стандартов, 1987. – 17 с.

20 ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии. – Введ. 1.01.1971.– М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.– 8 с.

21 ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные. – Введ. 1.01.1982.– М.: Изд-во стандартов, 1982. – 22 с.

22 ГОСТ 2.722-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические. – Введ. 1.01.1971.– М.: Изд-во стандартов, 1987.– 15 с.

23 ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света. – Введ. 1.01.1971.– М.: Изд-во стандартов, 1982. – 7 с.

24 ГОСТ 2.741-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические. – Введ. 1.01.1971.– М.: Изд-во стандартов, 1992.–9с.

25 ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – Введ. 1.01.1981.– М.: Изд-во стандартов, 1986.–10 с.

26 ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин. – Введ. 1.09.2003.– М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.– 32с.

27 ГОСТ 6651-94. Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний. –Введ. 1.01.1999.– Минск: Межгос. совет по стандартизации метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 1998.–31 с.

28 СТБ ГОСТ Р 8.585—2004 ГСИ. Термомпары. Номинальные статические характеристики преобразования. – Введ. 21.12.2004.– Минск: Госстандарт: Изд-во стандартов, 2004. – 78 с.

29 РМ4-2-96. Системы автоматизации: схемы автоматизации. Указания по выполнению. Пособие к ГОСТ 21.408-93. – Введ. 01.09.2009.–ГПКИ «Проектмонтажавтомвтика», 1996. – 44 с.

30 ГОСТ Р 8.625-2006 ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 1.01.2008.– М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2007. – 27 с.

31 ГОСТ 8.586.1-2005 ГСИ. (ИСО 5167-1:2003). Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 1. Принцип метода измерений и общие требования. – Введ. 1.01.2007.– Минск: Межгос. совет по стандартизации метрологии и сертификации; М.: Стандартиформ, 2007. – 45 с.

32 ГОСТ 8.586.2-2005 ГСИ. (ИСО 5167-2:2003) «Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 2. Диафрагмы Технические требования.–Введ. 1.01.2007.–Минск: Межгос. совет по стандартизации метрологии и сертификации; М.: Стандартиформ, 2006. – 43 с.

**Приложение А**  
(справочное)

Таблица А.1 – Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов в соответствии с ГОСТ 14202

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение
<b>Вода</b>	1
питьевая	1.1
техническая	1.2
горячая (водоснабжение)	1.3
горячая (отопление)	1.4
конденсат	1.8
отработанная, сточная	1.0
<b>Пар</b>	2
низкого давления (до 2 кгс/см <sup>2</sup> )	2.1
насыщенный	2.2
перегретый	2.3
отопление	2.4
отработанный	2.0
<b>Воздух</b>	3
атмосферный	3.1
горячий	3.4
кислород	3.7
вакуум	3.8
отработанный	3.0
<b>Газы горючие</b>	4
аммиак	4.4
углеводороды и их производные	4.6
окись углерода и газы ее содержащие	4.7
<b>Газы негорючие</b>	5
азот и газы его содержащие	5.1
углекислый газ и газы его содержащие	5.4
сернистый газ и газы его содержащие	5.6
<b>Кислоты</b>	6
серная	6.1
соляная	6.2
азотная	6.3
<b>Щелочи</b>	7
натриевые	7.1
известковые	7.3
известковая вода	7.4
<b>Жидкости горючие</b>	8
взрывоопасные жидкости	8.6
<b>Жидкости негорючие</b>	9
жидкие пищевкусковые продукты	9.1
водные растворы (нейтральные)	9.2
<b>Сыпучие зернистые материалы</b>	0.2

## Приложение Б (справочное)

Примеры построения условных обозначений приборов и средств  
автоматизации по ГОСТ 21.404-85

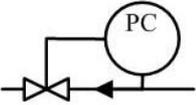
Таблица Б.1 – Примеры построения условных обозначений первичных  
измерительных преобразователей и бесшкальных приборов по ГОСТ 21.404-85

TE	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) (E) для измерения температуры (T) установленный по месту. Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.п.
TT	Прибор для измерения температуры (T) бесшкальный с дистанционной передачей показаний (T) установленный по месту. Например: термометр манометрический (или любой другой датчик температуры) бесшкальный с пневмо- или электропередачей
PT	Прибор для измерения давления (разряжения) (P) бесшкальный с дистанционной передачей показаний (T) установленный по месту. Например: манометр (дифманометр) бесшкальный с пневмо- или электропередачей
LE	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) (E) для измерения уровня (L) установленный по месту. Например: датчик электрического или емкостного уровнемера
LT	Прибор для измерения уровня (L) бесшкальный, с дистанционной передачей показаний (T), установленный по месту. Например: уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей
FE	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) (E) для измерения расхода (F), установленный по месту. Например: диафрагма, труба Вентури, датчик индукционного расходомера
FT	Прибор для измерения расхода (F) бесшкальный с дистанционной передачей показаний (T), установленный по месту. Например: дифманометр (ротаметр), бесшкальный с пневмо- или электропередачей
DT	Прибор для измерения плотности раствора (D) бесшкальный, с дистанционной передачей показаний (T), установленный по месту. Например: датчик плотномера с пневмо- или электропередачей
QE <sup>pH</sup>	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) (E) для измерения качества продукта (Q), установленный по месту. Например: датчик pH

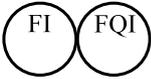
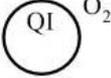
Таблица Б.2 – Примеры построения условных обозначений электрооборудования и преобразователей ГОСТ 21.404-85

	<p>Пусковая аппаратура (N) для управления (S) электродвигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т.д.), установленная по месту. Например: магнитный пускатель, контактор и т.п. Применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы</p>
	<p>Пусковая аппаратура (N) для управления (S) электродвигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т.д.), установленная на щите. Например: магнитный пускатель, контактор и т.п.</p>
	<p>Аппаратура, предназначенная для ручного (H) дистанционного управления (включение, выключение двигателя; открытие, закрытие запорного органа, изменение задания регулятору), установленная на щите. Например: кнопка, ключ управления, задатчик</p>
	<p>Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите</p>
	<p>Аппаратура, предназначенная для ручного (H) дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации (A), установленная на щите. Например: кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т.п.</p>
	<p>Электропневматический (E/P) преобразователь (Y) установленный на щите. Например: электропневматический преобразователь работающий в контуре регулирования температуры (T)</p>
	<p>Вычислительное устройство (Y), выполняющее функцию умножения. Например: множитель на постоянный коэффициент K, работающий в контуре управления расходом (F)</p>

Таблица Б.3 – Примеры построения условных обозначений показывающих и регулирующих приборов ГОСТ 21.404-85

	<p>Прибор для измерения температуры (Т) показывающий (I), установленный по месту. Например: термометр ртутный, термометр манометрический и т.п.</p>
	<p>Прибор для измерения температуры (Т) показывающий (I), установленный на щите. Например: милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т.п.</p>
	<p>Регулятор (С) температуры (Т) бесшкальный, установленный по месту. Например: дилатометрический регулятор температуры</p>
	<p>Прибор для измерения температуры (Т) бесшкальный с контактным устройством (S), установленный по месту. Например: реле температурное</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) (Р) показывающий (I), установленный по месту. Например: любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напоромер, вакуумметр и т.п.</p>
	<p>Прибор для измерения перепада давления (PD) показывающий (I), установленный по месту. Например: дифманометр показывающий</p>
	<p>Прибор для измерения давления (Р) с контактным устройством (S), установленный по месту. Например: реле давления</p>
	<p>Прибор для измерения давления (разрежения) (Р) показывающий (I) с контактным устройством (S), установленный по месту. Например: электроконтактный манометр, вакуумметр и т.п.</p>
	<p>Регулятор (С) давления (Р), работающий без использования У постороннего источника энергии (регулятор давления) прямого действия) «до себя»</p>
	<p>Прибор для измерения расхода (F) показывающий (I), установленный по месту. Например: дифманометр (ротаметр), показывающий</p>

Продолжение таблицы Б.3

	<p>Прибор для измерения расхода (F) интегрирующий (Q), с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества (S), установленный по месту. Например: счетчик-дозатор</p>
	<p>Прибор для измерения расхода (F) показывающий (I), интегрирующий (Q), установленный по месту. Например: показывающий дифманометр с интегратором</p>
	<p>Прибор для измерения уровня (L) показывающий (I), установленный по месту. Например: манометр (дифманометр), используемый для измерения уровня</p>
	<p>Прибор для измерения уровня (L) показывающий (I), с контактным устройством, установленный на щите, Например: вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством (A). Буквы H и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней</p>
	<p>Прибор для измерения уровня (L) с контактным устройством, установленный по месту. Например: реле уровня, используемое для блокировки (S) и сигнализации (A) верхнего уровня (H)</p>
	<p>Прибор для измерения вязкости раствора (V) показывающий (I), установленный по месту. Например: вискозиметр показывающий</p>
	<p>Прибор для измерения качества продукта (Q) показывающий (I), установленный по месту. Например: газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода (O<sub>2</sub>) в дымовых газах</p>

## Приложение В (справочное)

Примеры оформления пояснительного текста и таблиц на функциональных  
схемах автоматизации

Обозначения трубопроводов

— 1.1 —	Вода питьевая
— 7 —	Щелочь
— 7.1 —	Моющий раствор
— 2.2 —	Пар насыщенный

Обозначения трубопроводов

— 9.1.1 —	Растворитель
— 9.1.2 —	Исходный раствор
— 9.1.3 —	Рафинат
— 9.1.4 —	Экстракт

а)

б)

Рисунок В.1 – Оформление текста, поясняющего обозначения трубопроводов,  
а) текст к примеру 2.1, б) текст к примеру 2.2

	75	55	25	30
15	Наименование оборудования	Номер по технологической схеме	Кол.	Примеч.
10				

Рисунок В.2 – Размеры таблицы оборудования

Таблица В.1 – Пример оформления таблицы оборудования

Наименование оборудования	Номер по технологической схеме	Кол.	Примеч.
Сборник исходного продукта	1	1	
Насос центробежный	2	1	
Аппарат выпарной	3	1	

Таблица В.2 – Таблица оборудования к примеру 2.1

Наименование оборудования	Номер по технологической схеме	Кол.	Примеч.
Смеситель	С1	1	

Таблица В.3 – Таблица оборудования к примеру 2.2

Наименование оборудования	Номер по технологической схеме	Кол.	Примеч.
Экстрактор противоточный	Э1	1	

**Приложение Г**  
(справочное)

Обозначения и классы допуска термопреобразователей

Таблица Г.1 – Обозначения термопреобразователей сопротивления (ТС)

Подгруппа ТС	$R_0, \text{ Ом}$	Условное обозначение НСХ		Диапазон температур	
		русское (СНГ)	международное	$t_{\min}, ^\circ\text{C}$	$t_{\max}, ^\circ\text{C}$
ТСП	50	50П	Pt 50	-260	+850
	100	100П	Pt 100	-260	+850
ТСМ	50	50М	Cu 50	-200	+200
	100	100М	Cu 100	-200	+200
ТСН	100	100Н	Ni 100	-60	+180

Таблица Г.2 – Пределы допускаемых отклонений сопротивления от НСХ в зависимости от класса допуска по ГОСТ 6651-94

Тип ТС	НСХ	Класс допуска	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, $\pm^\circ\text{C}$
ТСП	50П, 100П	А	$0,15+0,002   t  ^*$
		В	$0,3+0,005   t  $
		С	$0,6+0,008   t  $
ТСМ	50М, 100М	А	$0,15+0,002   t  $
		В	$0,25+0,0035   t  $
		С	$0,5+0,0065   t  $

\*  $t$  – значение измеряемой температуры,  $^\circ\text{C}$ .

Таблица Г.3 – Классы допуска термометров сопротивления по ГОСТ Р 8.625-2006 (действует на территории РФ с 01.01.2008)

Класс допуска	Допуск, $^\circ\text{C}$	Диапазон измерений, $^\circ\text{C}$			
		НСХ 50П, 100П		НСХ 50М, 100М	НСХ 100Н
		ЧЭ - проволочный	ЧЭ - пленочный		
AA W 0.1 F 0.1	$\pm (0,1+0,0017   t  )$	-50 – +250	-50 – +250	–	–
A W 0.15 F 0.15	$\pm (0,15+0,002   t  )$	-100 – +450	-50 – +450	-50 – +120	–
B W 0.3 F 0.3	$\pm (0,3+0,005   t  )$	-196 – +660	-50 – +600	-50 – +200	–
C W 0.6 F 0.6	$\pm (0,6+0,01   t  )$	-196 – +660	-50 – +600	-180 – +200	-60 – +180

\* ЧЭ- чувствительный элемент

Таблица Г.4 – Обозначения термоэлектрических преобразователей (ТЭП)

Тип термоэлектрического преобразователя	Условное обозначение НСХ (международное)
ТВР	ВР (А)
ТПР	ПР (В)
ТПП	ПП (S)
ТХА	ХА (К)
ТХК	ХК (L)
ТМК	МК (M)

Таблица Г.5 – Пределы допускаемых отклонений ТЭДС от НСХ преобразования в зависимости от класса допуска по СТБ ГОСТ Р 8.585-2004

Тип ТЭП	НСХ	Класс допуска	Рабочий диапазон температур, °С	Пределы допускаемых отклонений от НСХ, $\pm\Delta t$ , °С
ТПП	R, S	1	От 0 до 1100	1,0
			Св. 1100 до 1600	$1,0+0,003(t-1100)$
		2	От 0 до 600	1,5
			Св. 600 до 1600	$0,0025 t$
ТПР	B	2	Св. 600 до 1800	$0,0025 t$
			3	Св. 600 до 800
		3		Св. 800 до 1800
			ТХА	K
Св. 375 до 1100	$0,004 t$			
2	от -40 до +333	2,5		
	Св. 333 до 1300	$0,0075 t$		
ТХК	L	2	От -40 до +360	2,5
			Св. 360 до 800	$0,7+0,005 t$
		3	От -200 до -100	$1,54+0,01   t  $
			Св. -100 до +100	2,5

\* t – значение измеряемой температуры, °С

## Приложение Д (справочное)

### Маркировка взрывозащищенного электрооборудования

Маркировка взрывозащиты взрывозащищенного электрооборудования (ВЗЭО) группы II по ГОСТ 12.2.020-76 выполняется в виде цельного, не разделенного на части, знака и содержит в приведенной ниже последовательности:

- 1) знак уровня взрывозащиты по таблице Д.2: **0, 1** или **2**;
- 2) знак **Ex**, указывающий, что электрооборудование соответствует стандарту на виды взрывозащиты;
- 3) знак вида взрывозащиты по таблице Д.1: **o, q, s, p, d, e; ia, ib, ic** – один из знаков в зависимости от уровня взрывозащиты. Для электрооборудования, имеющего несколько видов взрывозащиты, комбинированная маркировка содержит знаки всех видов взрывозащиты;
- 4) знак группы (или подгруппы) электрооборудования по таблице Д.3): **II** – для электрооборудования, не подразделяющегося на подгруппы; **IIA, IIB, IIC** – для электрооборудования, подразделяющегося на подгруппы, при этом указывается один из знаков;
- 5) знак температурного класса по таблице Д.4: **T1, T2, T3, T4, T5, T6**.

В маркировке взрывозащиты взрывозащищенного электрооборудования, предназначенного только для определенной взрывоопасной смеси, вместо знака температурного класса допускается указывать температуру самовоспламенения этой взрывоопасной смеси по ГОСТ 12.1.011-78, например, 360<sup>0</sup>С. Если значение температуры самовоспламенения для конкретной смеси менее 450<sup>0</sup>С, то дополнительно в скобках допускается указывать и температурный класс электрооборудования, например, 350<sup>0</sup>С (T2).

Таблица Д.1 – Виды взрывозащиты по ГОСТ 12.2.020-76

Виды взрывозащиты	Определение вида взрывозащиты	Знак вида взрывозащиты
Масляное заполнение оболочки	Вид взрывозащиты, заключающийся в том, что токоведущие и находящиеся под напряжением части электрооборудования встроены в оболочку, заполненную минеральным маслом или негорючей жидкостью, и находятся под защитным слоем масла, изолирующим эти части от окружающей взрывоопасной среды	<b>o</b>
Кварцевое заполнение оболочки	То же, но вместо масла заполнитель из сухого кварцевого песка	<b>q</b>
Заполнение или продувка оболочки избыточным давлением	Вид взрывозащиты, заключающийся в том, что токоведущие и находящиеся под напряжением части электрооборудования встроены в оболочку, заполненную или продуваемую избыточным давлением и находятся в среде сжатого газа, изолирующим их от окружающей взрывоопасной среды	<b>p</b>

Продолжение таблицы Д.1

<p>Специальный</p>	<p>Вид взрывозащиты электрооборудования, основанный на принципах, отличных от других видов взрывозащиты, но признанных достаточными для обеспечения взрывозащиты. Может обеспечиваться: заключением в оболочку со степенью защиты IP67; изоляцией от взрывоопасной среды заливкой компаундами, герметиками и т.п.; введением в оболочку специальных поглотителей и флегматизаторов; ограничением времени действия источника инициирования взрыва или снижением его воспламеняющей способности; другими средствами, признанными достаточными</p>	<p><b>S</b></p>
<p>Искробезопасная электрическая цепь</p>	<p>Электрическая цепь, выполненная так, что электрический заряд или ее нагрев не может воспламенить взрывоопасную среду при предписанных условиях испытания</p>	<p><b>I<sub>a</sub></b> <b>I<sub>b</sub></b> <b>I<sub>c</sub></b></p>
<p>Взрывонепроницаемая оболочка</p>	<p>Оболочка, выдерживающая давление взрыва внутри нее и предотвращающая распространение взрыва из оболочки в окружающую взрывоопасную среду</p>	<p><b>D</b></p>
<p>Защита вид «е»</p>	<p>Вид взрывозащиты электрооборудования, заключающийся в том, что в электрооборудовании или его части, не имеющем нормально искрящих частей, принят ряд мер, дополнительно к используемым в электрооборудовании общего назначения, затрудняющих появление опасных нагревов, электрических искр и дуг</p>	<p><b>e</b></p>

Таблица Д.2 – Классификация ВЗЭО по уровням взрывозащиты

Уровень взрывозащиты	Определение уровня взрывозащиты	Знак уровня	
		взрывозащиты	Искробезопасной электрической цепи по ГОСТ 22782.5-78
Электрооборудование повышенной надёжности против взрыва	Взрывозащищённое электрооборудование, в котором взрывозащита обеспечивается только в признанном нормальном режиме его работы	2	ic
Взрывобезопасное оборудование	То же, в котором взрывозащита обеспечивается как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятностных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений средств защиты	1	ib
Особовзрывобезопасное оборудование	То же, в котором по отношению к взрывобезопасному оборудованию приняты дополнительные средства взрывозащиты, предусмотренные стандартами на взрывозащиту	0	ia

Таблица Д.3 – Группы электрооборудования

Знак группы электрооборудования	Знак подгруппы электрооборудования	Категория взрывоопасной смеси, для которой электрооборудование является взрывозащищённым
II	IIA	IIA
	IIB	IIA и IIB
	IIC	IIA, IIB и IIC

Таблица Д.4 – Разделение ВЗЭО на температурные классы

Знак температурного класса электрооборудования	Максимальная температура поверхности, °С	Группа взрывоопасной смеси	Температура самовоспламенения взрывоопасной смеси, °С
		для которой электрооборудование является взрывозащищённым	
T1	450	T1	св. 450
T2	300	T1, T2	св. 300
T3	200	T1- T3	св. 200
T4	135	T1 – T4	св. 135
T5	100	T1 – T5	св. 100
T6	85	T1 – T6	св. 85

## Приложение Е (справочное)

Оформление основных надписей по ГОСТ 21.101-93 и спецификации  
на приборы и средства автоматизации

185																							
10		10		10		10		15		10		120											
												Код документа						10					
Изм.		Колич		Лист		№ док		Подпись		Дата													
Разраб.		Пров.		Т. контр		Н. контр		Утв.															
												Тип схемы						Название организации					

Рисунок Е.1 – Основная надпись на листах основного комплекта рабочих чертежей по ГОСТ 21.101-90

МГУП 1-53 01 01 04 001019 3.5-АТХ

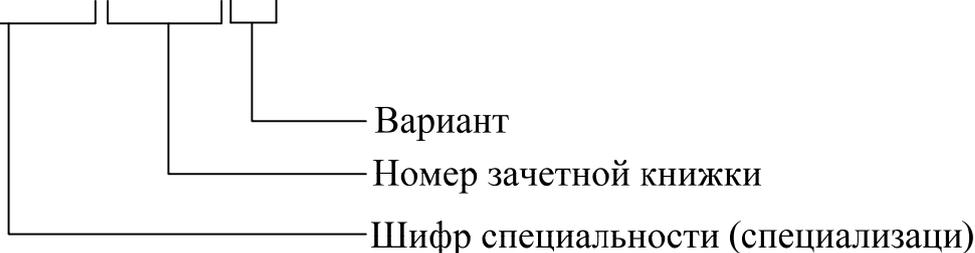


Рисунок Е.2 – Пример составления кода документа для основных надписей на графической части и на пояснительной записке курсовой работы

Таблица Е.1 – Пример заполнения основной надписи на листе графической части курсовой работы

МГУП 1-53 01 01 04 001019 3.5-АТХ																							
Изм.		Колич		Лист		№ док		Подпись		Дата		Процесс экстракции						Стадия		Лист		Листов	
Разраб.		Петров		<i>Петр</i>		25.04.08														1		1	
Пров.		Кожевников		<i>Кож</i>		26.04.08						Схема функциональная автоматизации						МГУП, гр. АТПП-021					
Т. контр		Кожевников		<i>Кож</i>		26.04.08																	
Н. контр		Кожевников		<i>Кож</i>		26.04.08																	
Утв.		Иванова		<i>Иван</i>		26.04.08																	

Примечание: при выполнении типовых тем курсовых работ из данного пособия графа название производства не заполняется.

Таблица Е.2 – Пример заполнения основной надписи на первом листе спецификации на приборы и средства автоматизации

						МГУП 1-53 01 01 04 001019 3.5-АТХ.С			
Изм.	Колич	Лист	№док	Подпись	Дата				
Разраб.		Петров		<i>Петр</i>	25.04.08	Процесс экстракции	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Кожевников		<i>Кож</i>	26.04.08			1	2
Т. контр		Кожевников		<i>Кож</i>	26.04.08				
						Спецификация	МГУП, гр. АТПП-021		
Н. контр		Кожевников		<i>Кож</i>	26.04.08				
Утв.		Иванова		<i>Иван</i>	26.04.08				

Таблица Е.3 – Пример заполнения основной надписи на втором и последующих листах спецификации на приборы и средства автоматизации

						МГУП 1-53 01 01 04 001019 3.5-АТХ.С	Лист
							2
Изм.	Колич	Лист	№док	Подп.	Дата		

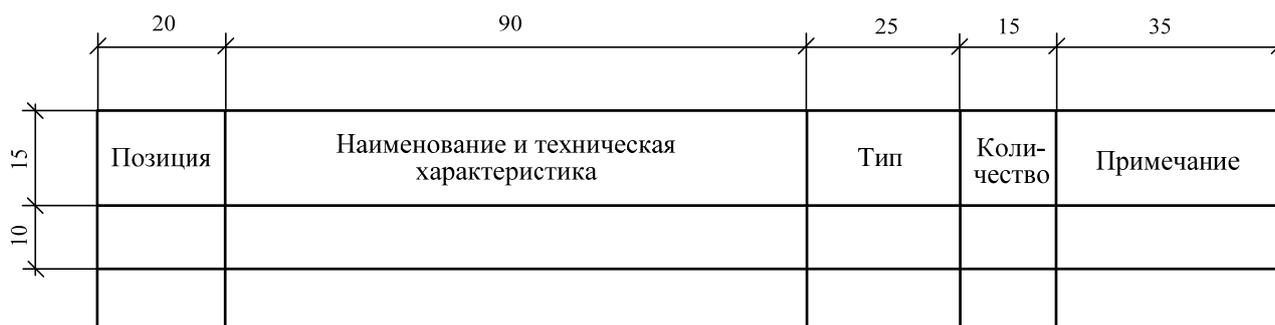
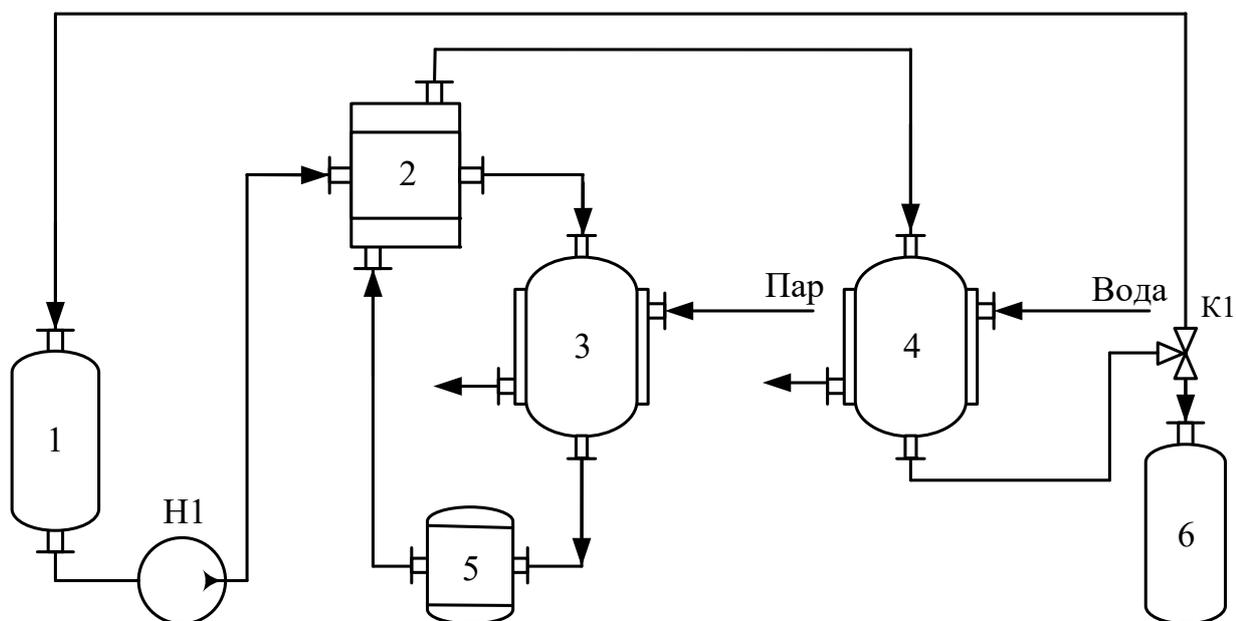


Рисунок Е.3 – Оформление таблицы для спецификации на приборы и средства автоматизации

**Приложение Ж**  
**Возможный перечень тем на курсовую работу**

**ТЕМА 1**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

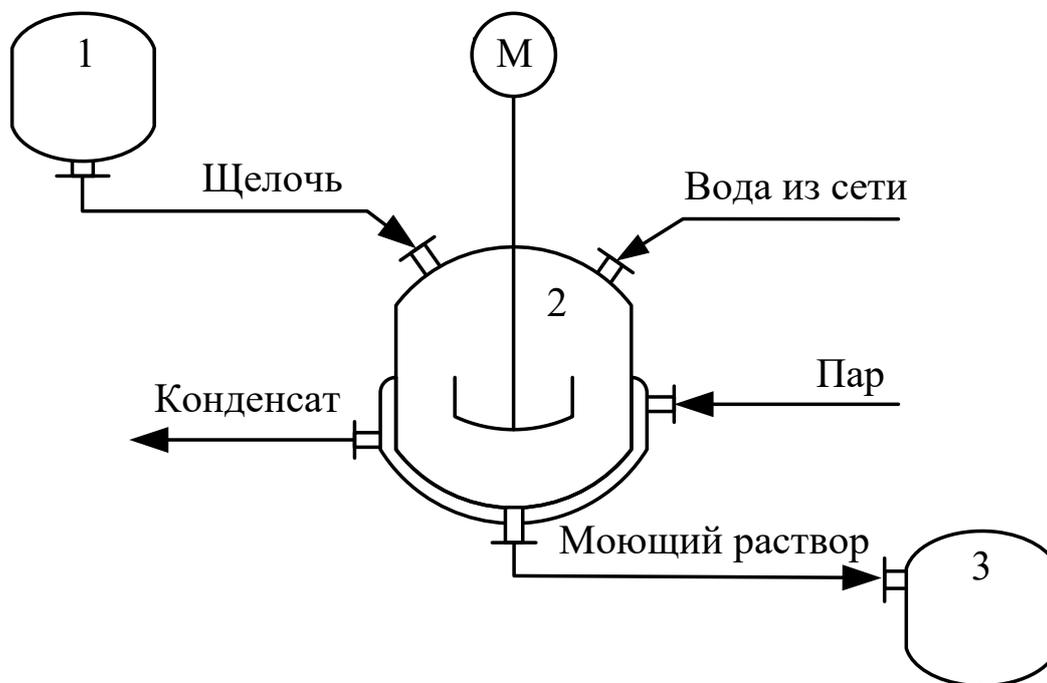


**Описание установки.** Продукт из сборника 1 центробежным насосом Н1 подается в секцию регенерации тепла 2 трехсекционного пластинчатого теплообменника на подогрев, далее нагревается паром до температуры пастеризации в секции 3, выдерживается при этой температуре в выдерживателе 5 и охлаждается вначале в секции 2 пастеризуемым продуктом, а затем в секции 4 водой. Если заданная температура пастеризации не достигнута (например, при пуске установки) продукт направляется на повторную тепловую обработку через трехходовой кран К1, при нормальном режиме работы установки – в сборник 6.

Таблица Ж.1 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Температура нагрева (расходом пара)	X	X	-	-	-	-
Температура нагрева (расходом продукта)	-	-	X	X	-	-
Температура охлаждения (расходом воды)	X	-	-	X	-	X
Расход пара (по расходу продукта)	-	-	-	-	X	X
Расход воды (по расходу продукта)	-	X	-	-	X	-
Давление продукта после выдерживателя	X	X	X	X	-	X
Давление пара	-	-	X	-	X	-
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Расход продукта	-	X	X	-	X	-
Расход пара	X	-	-	X	-	-
Температура нагрева	X	-	X	-	X	-
Температура охлаждения	-	X	-	X	-	X
<b>Измерение</b>						
Расход продукта	X	-	-	-	X	X
Расход пара	-	-	X	X	X	-
Расход конденсата	-	X	-	-	-	X
Расход охлаждающей воды	-	X	-	X	-	X
Температура нагрева	X	X	-	X	-	-
Температура охлаждения	X	-	X	-	X	-
Температура охлаждающей воды начальная	-	X	X	-	X	-
Давление продукта после выдерживателя	X	X	X	X	X	-
Давление пара	-	X	X	-	X	X
Давление воды	X	-	-	X	X	-
Уровень в сборнике 1	X	-	X	X	-	X
Уровень в сборнике 6	-	X	X	-	X	-
<b>Сигнализация</b>						
Нижний уровень в сборнике 1		X		X		X
Верхний уровень в сборнике 6	X		X		X	
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение насоса при нижнем уровне в сборнике 1	-	X	-	X	-	X
Отключение насоса при снижении давления пара	X	-	X	-	X	-
Отключение подачи пара при отключении насоса	X	X	X	X	X	X
Переключение трехходового клапана К1	X	X	X	X	X	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение насоса Н1	X	X	X	X	X	X

**ТЕМА 2**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ**  
**МОЮЩЕГО РАСТВОРА**



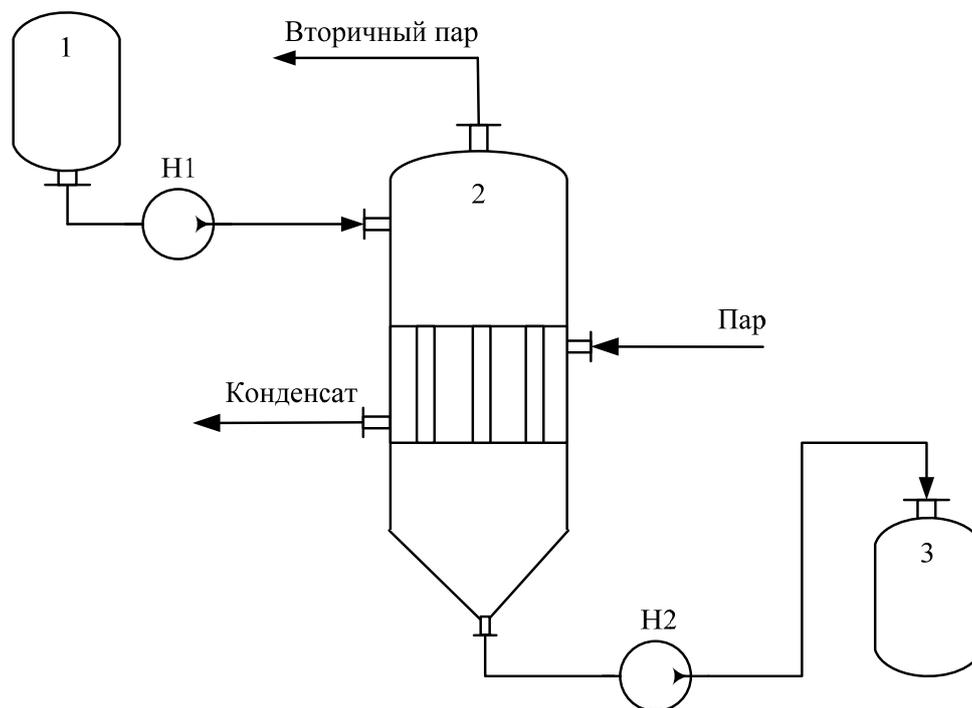
**Описание установки.** Концентрированный раствор щелочи поступает самотеком из сборника 1 в смеситель 2, снабженный мешалкой. Сюда же поступает холодная вода из сети. Аппарат обогревается паром с давлением  $P=150$  кПа. Готовый моющий раствор непрерывно отводится из смесителя в сборник 3.

Таблица Ж.2 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Концентрация щелочи в растворе (расходом щелочи )	X	–	X	–	–	–
Концентрация щелочи в растворе (расходом воды)	–	X	–	X	–	–
Температура раствора (расходом пара)	X	–	–	X	X	–
Давление щелочи в трубопроводе	–	X	–	–	–	X
Уровень в смесителе (расходом раствора)	–	–	X	–	–	X
Расход воды (по расходу и концентрации щелочи)	–	–	–	–	X	X
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Концентрация щелочи в растворе	X	–	X	–	X	X
Расход раствора	–	X	–	X	–	–
Расход щелочи	–	X	X	–	X	–
Температура раствора	X	X	–	–	–	X
<b>Измерение</b>						
Концентрация щелочи в растворе	–	X	–	X	X	–
Концентрация щелочи в сборнике 1	X	–	–	–	X	X
Расход раствора	X	–	X	–	X	–
Расход щелочи	–	–	–	X	–	X
Расход пара	–	–	–	X	–	X
Температура раствора	–	X	X	–	X	–
Давление щелочи в трубопроводе	X	X	–	–	X	–
Давление воды	X	–	X	X	–	X
Давление пара	–	X	–	X	X	–
Уровень в сборнике 1	–	X	–	X	–	X
Уровень в сборнике 3	X	–	X	–	X	–
Уровень в смесителе	–	–	X	–	–	X
<b>Сигнализация</b>						
Уровень в сборнике 1	X	–	X	–	X	–
Уровень в сборнике 3	–	X	–	X	–	X
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение воды при снижении давления щелочи	X	–	X	–	X	–
Отключение мешалки при отключении воды	X	X	X	X	X	X
Отключение подачи пара при отключении воды	–	X	–	X	–	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя мешалки	–	X	–	X	–	X

### ТЕМА 3

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ОДНОКОРПУСНОЙ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ

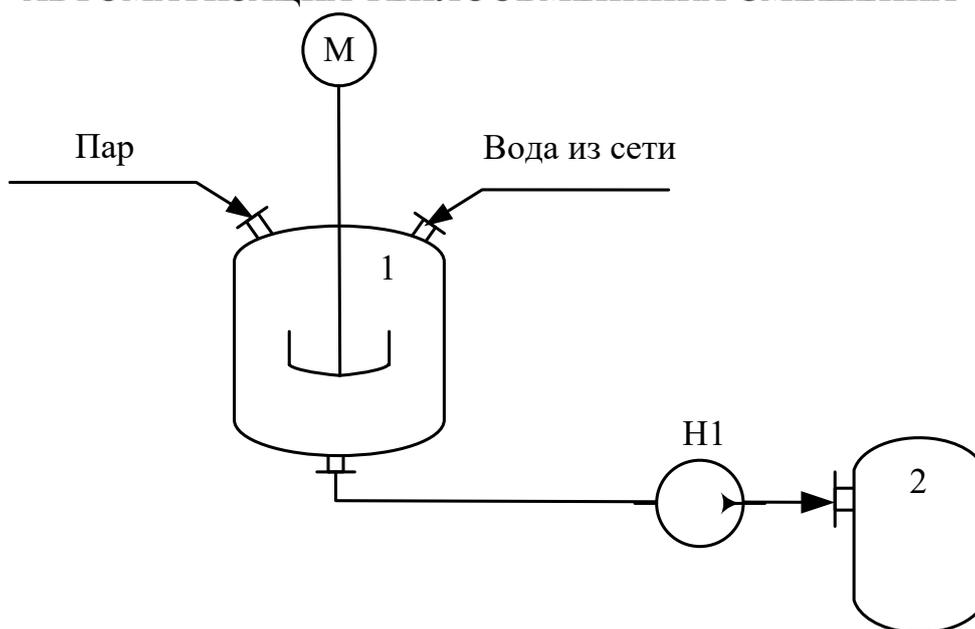


**Описание установки.** Исходный продукт подается на выпаривание в однокорпусной выпарной аппарат 2 из сборника 1 центробежным насосом Н1. Выпарной аппарат обогревается водяным паром давлением 200 кПа. Концентрированный продукт откачивается в сборник 3 центробежным насосом Н2.

Таблица Ж.3 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Концентрация готового продукта (расходом пара )	X	–	–	X	–	–
Концентрация готового продукта (расходом исходного продукта)	–	X	–	–	–	–
Расход пара (по расходу и концентрации исходного продукта)	–	–	X	–	X	–
Концентрация готового продукта (расходом готового продукта)	–	–	–	–	–	X
Давление греющего пара	X	–	X	–	–	X
Уровень в аппарате (расходом исходного продукта)	X	–	–	–	X	X
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Расход исходного продукта	–	X	–	X	–	–
Расход готового продукта	X	–	X	–	–	X
Расход греющего пара	–	–	–	–	X	–
Концентрация исходного продукта	–	X	–	–	–	–
Концентрация готового продукта	X	–	–	–	X	X
<b>Измерение</b>						
Расход исходного продукта	–	–	–	X	X	–
Расход готового продукта	–	–	X	–	–	X
Расход греющего пара	X	X	–	–	–	–
Концентрация исходного продукта	X	–	X	–	X	–
Концентрация готового продукта	–	X	X	X	–	–
Давление греющего пара	–	X	–	X	X	–
Давление в аппарате	X	–	X	–	X	X
Температура готового продукта	X	–	–	X	–	X
Уровень в аппарате	X	–	X	–	–	X
Уровень в сборнике 1	–	X	–	X	–	X
Уровень в сборнике 3	X	–	X	–	X	–
<b>Сигнализация</b>						
Давление в аппарате	–	X	–	X	–	X
Уровень в сборнике 1	X	–	X	–	X	–
Уровень в сборнике 3	–	X	–	X	–	X
Давление греющего пара	X	–	X	–	X	–
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение пара при отключении насоса Н1	X	X	X	X	X	X
Отключение насоса Н2 при нижнем уровне в аппарате	–	X	X	–	X	–
Отключение насоса Н1 при нижнем уровне в сборнике 1	–	X	–	X	–	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя насоса Н1	X	X	X	X	X	X
Включение и отключение двигателя насоса Н2	X	X	X	X	X	X

**ТЕМА 4**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННИКА СМЕШЕНИЯ**

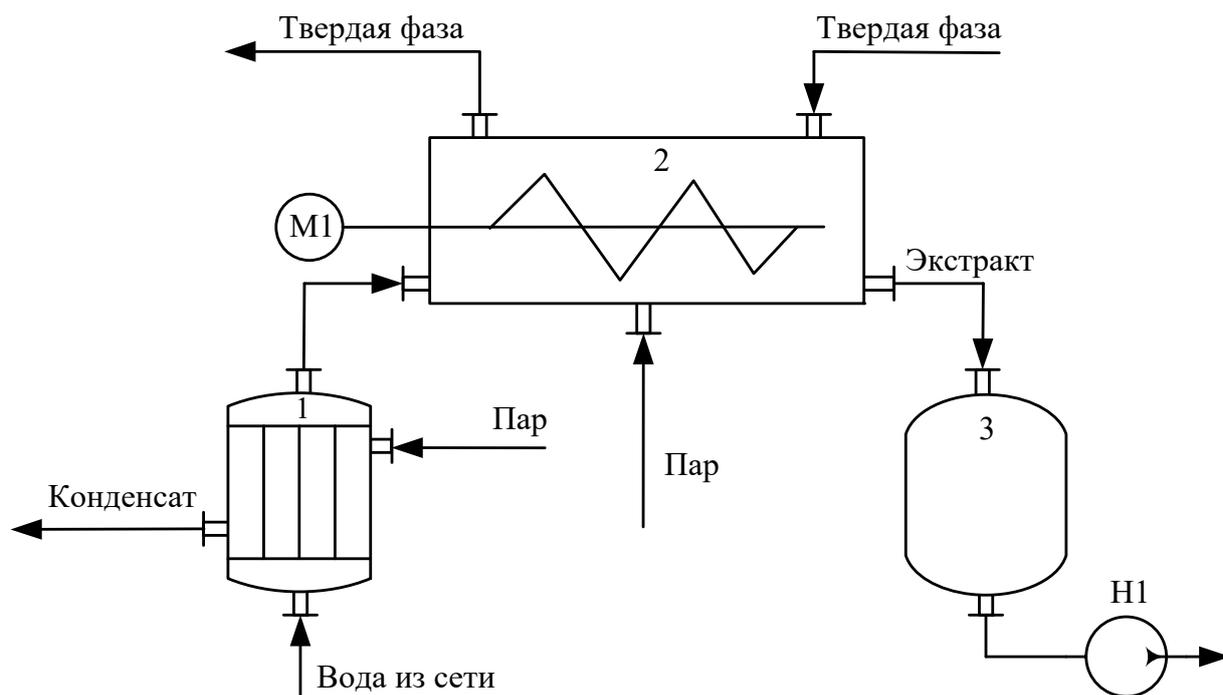


**Описание установки.** В теплообменник смешения 1 (резервуар с мешалкой) подаются холодная вода из сети и водяной пар давлением 180 кПа. При конденсации водяного пара и смешении конденсата с холодной водой происходит ее нагрев до требуемой температуры. Горячая вода из теплообменника непрерывно перекачивается центробежным насосом Н1 в сборник 2.

Таблица Ж.4 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Температура горячей воды (расходом пара)	X	–	–	X	–	–
Температура горячей воды (расходом холодной воды)	–	X	–	–	–	–
Расход горячей воды по уровню в аппарате 1	X	X	X	–	–	X
Расход пара (по расходу холодной воды)	–	–	X	–	X	–
Расход холодной воды по уровню в аппарате 1	–	–	–	X	X	–
Расход горячей воды по уровню в сборнике 2	X	–	–	–	X	–
Расход холодной воды по расходу пара	–	–	–	–	–	X
Давление пара	–	–	–	–	–	X
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Расход пара	–	X	X	–	–	X
Расход горячей воды	X	X	–	X	–	X
Температура горячей воды	X	–	X	X	X	–
<b>Измерение</b>						
Расход холодной воды	–	–	X	X	X	–
Расход горячей воды	X	–	–	–	–	X
Температура горячей воды	–	X	–	X	–	–
Давление холодной воды	X	X	–	–	–	X
Давление пара	–	X	X	–	X	–
Уровень в аппарате 1	X	X	X	X	–	X
Уровень в сборнике 2	X	X	X	–	X	–
<b>Сигнализация</b>						
Температура в аппарате 1	X	X	–	–	–	X
Уровень в сборнике 2	X	X	X	X	–	X
Давление пара	–	–	X	X	X	–
Давление воды	X	–	X	–	X	–
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение мешалки при отключении насоса Н1	X	X	X	X	X	X
Отключение мешалки при отключении пара	X	X	X	X	X	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя насоса Н1	X	X	X	X	X	X
Включение и отключение двигателя мешалки	X	X	X	X	X	X

**ТЕМА 5**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСТРАКТОРА ПРОТИВОТОЧНОГО ТИПА**

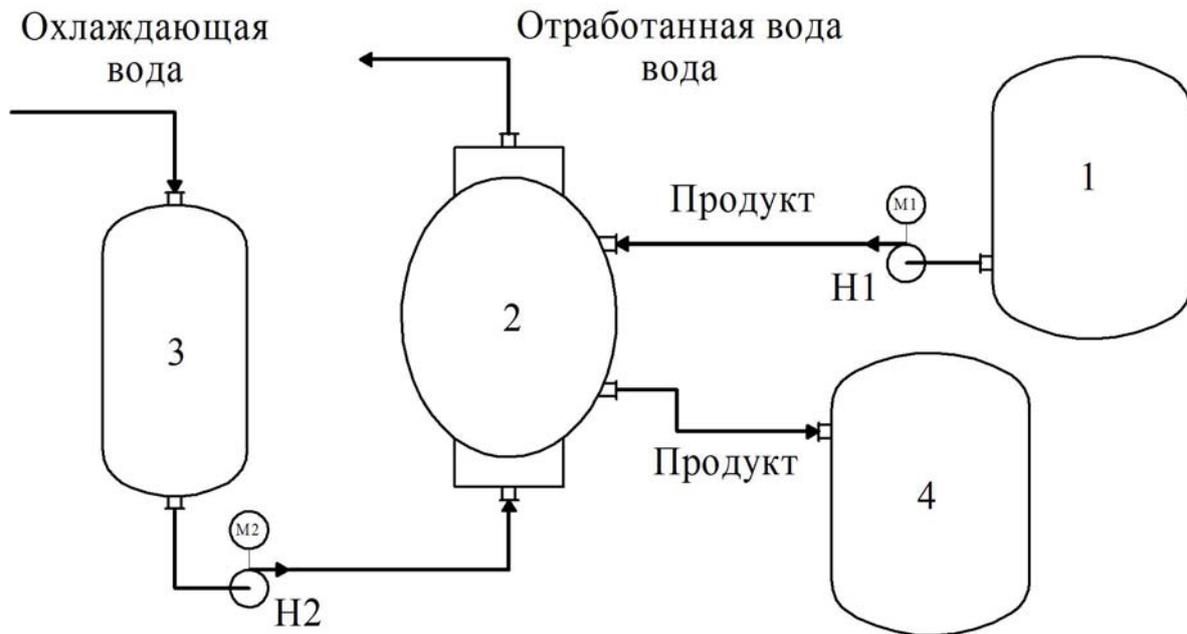


**Описание установки.** Извлечение целевого компонента из твердой фазы производится в горизонтальном противоточном шнековом экстракторе 2 обогреваемом паром. Растворитель (вода) перед подачей в экстрактор подогревается в теплообменнике 1 паром ( $P=200$  кПа). Экстракт сливается в промежуточный сборник 3, откуда откачивается на дальнейшую переработку центробежным насосом Н1.

Таблица Ж.5 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Концентрация экстракта расходом воды	X	–	X	–	X	X
Концентрация экстракта температурой воды	–	X	–	X	–	–
Температура воды расходом пара	X	–	–	–	–	–
Температура экстракта расходом пара в экстрактор 2	–	X	X	–	–	–
Расход пара в аппарат 1 по расходу воды	–	–	–	–	X	–
Расход откачиваемого экстракта по уровню сборнике 3	–	–	–	X	–	X
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Концентрация экстракта	X	–	X	–	X	–
Температура экстракта	X	X	–	X	–	X
Расход экстракта	–	X	X	–	X	–
<b>Измерение</b>						
Концентрация экстракта	–	X	X	X	–	X
Температура экстракта	X	X	X	–	X	–
Температура воды	X	–	–	–	–	–
Расход воды	–	–	–	–	X	–
Уровень в сборнике 3,	–	–	–	X	–	X
Расход экстракта	X	–	–	X	–	X
Расход пара в аппарат 1	X	–	X	X	–	–
Расход пара в аппарат 2	–	X	–	–	X	X
Давление пара перед теплообменником 1	X	–	–	X	–	X
Давление пара перед аппаратом 2	–	X	X	–	X	–
<b>Сигнализация</b>						
Уровень в сборнике 3	X	X	X	–	X	–
Давление воды перед теплообменником 1	X	X	X	X	X	X
Давление пара перед теплообменником 1	–	X	X	–	X	–
Давление воды перед экстрактором 2	X	–	–	X	–	X
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение пара в аппарате 1 при снижении давления воды.	X	X	X	X	X	X
Отключение воды при повышении уровня в сборнике 3	X	X	X	–	X	–
Отключение электродвигателя М1 при снижении давления воды	X	X	X	X	X	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя насоса Н1	X	X	X	X	X	X
Включение и отключение двигателя экстрактора М1	X	X	X	X	X	X

## ТЕМА 6 АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ОХЛАЖДЕНИЯ

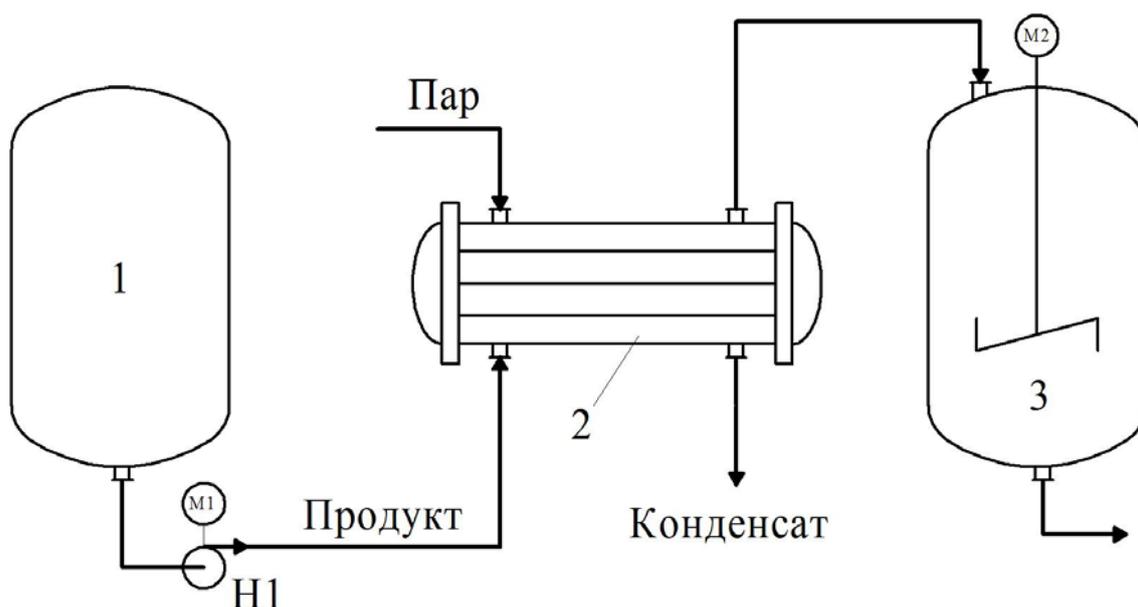


**Описание установки.** Нагретый продукт из сборника 1 подается центробежным насосом Н1 в охлаждающую установку 2. Охлаждающая вода из сети поступает в промежуточную емкость 3, из которой при помощи центробежного насоса Н2 подается в охлаждающую установку 2. Подогретая отработанная вода, отводимая из установки, отправляется на производственные нужды (в целях экономии энергоресурсов), а охлажденный продукт поступает в сборник 4.

Таблица Ж.6 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Температура охлаждения (расходом воды)	X	-	-	X	-	-
Температура охлаждения (расходом продукта)	-	-	-	-	X	X
Расход продукта после сборника 1	X	X	X	-	-	-
Расход охлаждающей воды перед установкой 2	-	X	X	-	X	X
Уровень в емкости 3 (расходом подводимой воды)	-	X	-	X	-	X
Давление после насоса Н1	X	-	X	X	X	-
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Температура охлаждения	-	X	X	-	X	-
Уровень в емкости 3	X	-	X	-	-	-
Расход продукта после сборника 1	-	X	-	X	-	X
Давление после насоса Н1	X	-	-	X	-	X
<b>Измерение</b>						
Температура охлаждения	X	-	X	X	-	X
Уровень в сборнике 1	-	X	-	X	X	-
Уровень в емкости 3	-	X	X	-	X	-
Уровень в сборнике 4	X	-	X	-	X	-
Расход продукта после сборника 1	X	X	-	-	-	X
Расход охлаждающей воды перед емкостью 3	-	-	-	X	-	X
Расход охлаждающей воды перед установкой 2	X	-	-	-	X	X
<b>Сигнализация</b>						
Нижний уровень в сборнике 1	X	-	-	X	-	X
Нижний уровень в емкости 3	-	X	X	-	X	-
Верхний уровень в сборнике 4	X	-	X	-	-	-
Давление воды после насоса Н2	-	X	-	X	-	-
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение насоса Н1 по нижнему уровню в сборнике 1	X	-	X	-	X	-
Отключение насоса Н1 при падении давления воды перед 2	-	X	-	X	-	X
Отключение насоса Н2 при отключении подачи продукта	-	-	X	X	X	-
Отключении подачи продукта в сборник 4 по верхнему уровню в нем	X	-	-	-	X	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя насоса Н1	X	X	X	X	X	X
Включение и отключение двигателя насоса Н2	X	X	X	X	X	X

**ТЕМА 7**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА**

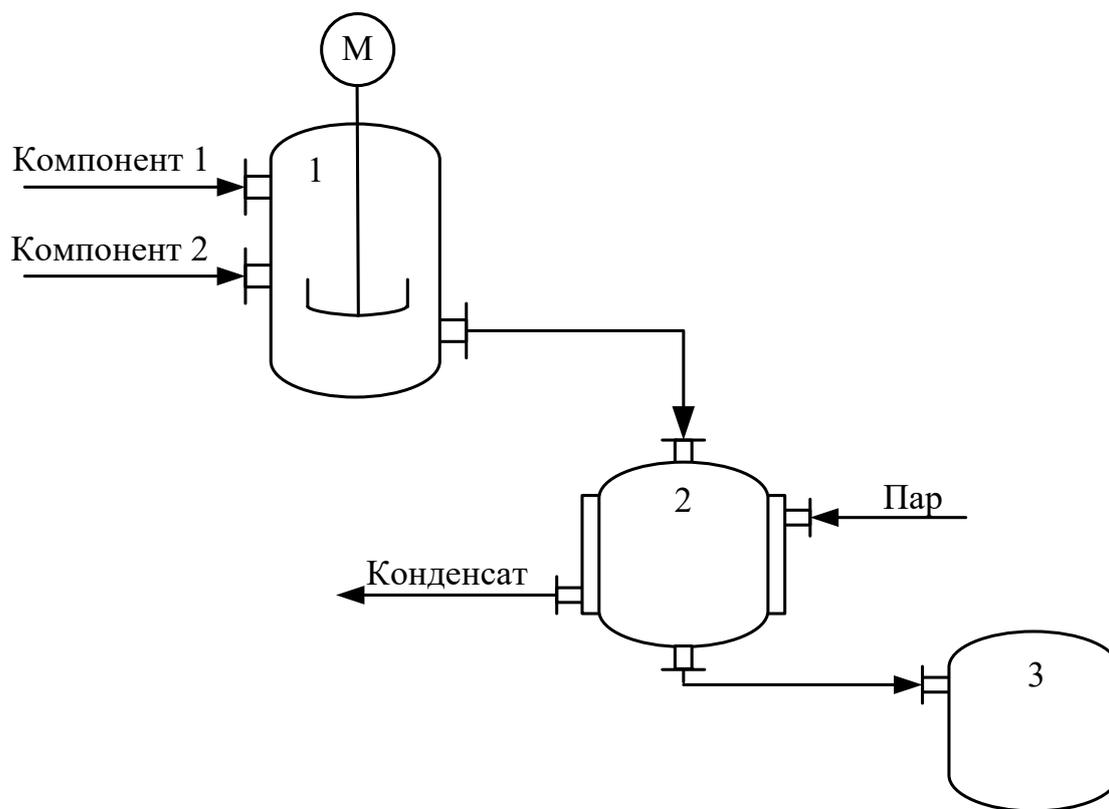


**Описание установки.** Продукт из сборника 1 прокачивается центробежным насосом Н1 через пластинчатый теплообменник 2, на выходе которого получается продукт, нагретый до необходимой температуры. В качестве теплоносителя используется водяной пар, также подаваемый в пластинчатый теплообменник 2. После подогрева продукт подается в промежуточную емкость 3, где перемешивается для поддержания однородной температуры по всему объему. Из емкости 3 продукт отбирается для производственных нужд.

Таблица Ж.7 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Температура продукта на выходе из теплообменника 2 (расходом пара)	X	X	-	X	-	-
Расход продукта после сборника 1	-	X	-	-	-	X
Расход пара	-	-	X	-	X	-
Давление пара	X	-	-	-	-	X
Уровень в емкости 3 (расходом подводимого продукта)	-	-	X	-	-	X
Уровень в емкости 3 (расходом отбираемого продукта)	X	X	-	X	X	-
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Уровень в сборнике 1	X	X	-	X	-	-
Уровень в емкости 3	X	-	X	-	X	X
Расход продукта после теплообменника 2	-	X	X	-	X	-
Температура продукта на выходе из теплообменника 2	-	-	X	X	X	-
Давление после насоса Н1	X	X	-	X	-	X
Давление пара	-	-	X	X	-	X
<b>Измерение</b>						
Температура продукта на выходе из теплообменника 2	X	X	-	-	X	-
Уровень в емкости 3	-	X	-	X	X	X
Расход продукта после теплообменника 2	X	-	X	X	-	X
Расход пара	-	X	-	X	-	-
Давление пара	X	-	X	-	X	X
<b>Сигнализация</b>						
Давление пара	-	X	X	-	X	-
Нижний уровень в сборнике 1	X	-	X	X	-	X
Уровень в емкости 3	-	X	-	X	X	-
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение подачи пара при отключении насоса Н1	-	X	-	X	-	X
Отключение двигателя насоса Н1 по нижнему уровню в сборнике 1	X	-	X	-	X	-
Отключение двигателя насоса Н1 по верхнему уровню в емкости 3	X	-	-	X	X	-
Отключение двигателя мешалки по нижнему уровню в емкости 3	-	X	X	-	-	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя насоса Н1	X	X	X	X	X	X
Включение и отключение двигателя М2 мешалки	X	X	X	X	X	X

**ТЕМА 8**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ**  
**ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ**

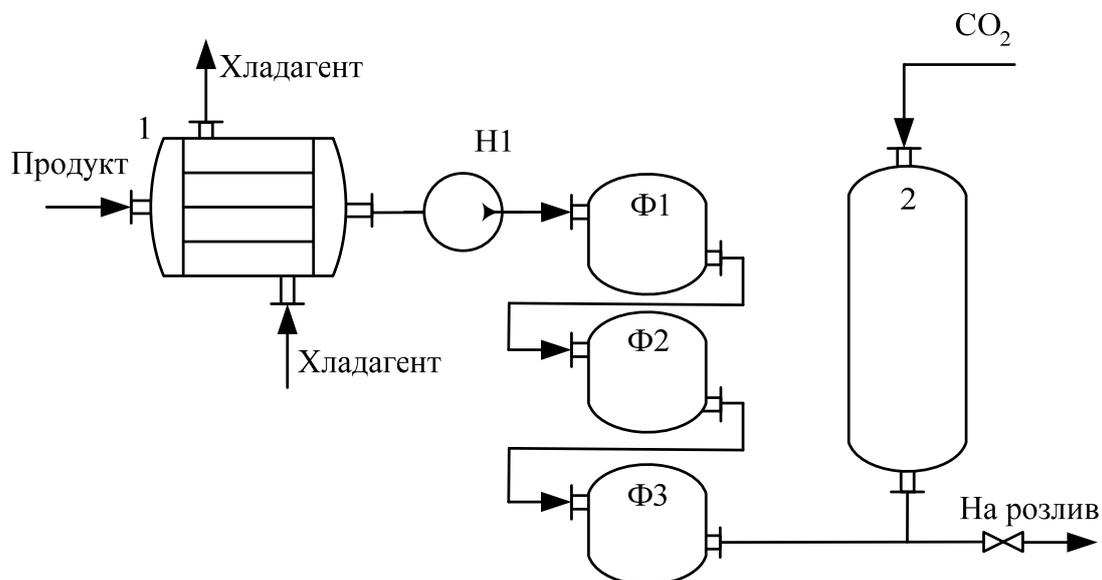


**Описание установки.** Два жидких компонента подаются в смеситель 1, где перемешиваются с помощью мешалки. Далее готовая смесь подается в теплообменник 2 для подогрева. В рубашку теплообменника подается пар под давлением 250 кПа. После этого подогретая смесь самотеком течет в сборник 3.

Таблица Ж.8 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Уровень в смесителе 1 соотношением расходов компонентов 1 и 2	X	–	X	–	X	–
Температура на выходе теплообменника 2 расходом пара	–	X	–	X	–	X
Температура на выходе 2 расходом смеси на входе	X	–	X	–	X	–
Уровень в сборнике 3 расходом смеси	X	–	X	–	X	–
Давление пара на входе в теплообменник 2	–	X	–	X	–	X
Концентрация компонента 1 в смесителе расходом компонента 2	–	X	–	X	–	X
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Концентрация компонента 1 в смесителе	–	X	–	X	–	X
Уровень в смесителе 1	X	–	X	–	X	–
Температура на выходе 2	–	X	–	X	–	X
Уровень в сборнике 3	X	–	X	–	X	–
Расход компонента 1	X	–	X	–	X	–
Расход компонента 2	–	X	–	X	–	X
<b>Измерение</b>						
Давление пара	X	–	–	X	–	X
Расход пара	–	X	–	–	X	–
Расход смеси на входе в 2	X	–	X	X	–	X
Расход компонента 1		X	–	X	X	–
Расход компонента 2	X	–	X	–	X	X
<b>Сигнализация</b>						
Верхний и нижний предельные уровни в смесителе 1	X	–	X	–	X	–
Верхний и нижний предельные уровни в сборнике 3	X	X	–	–	–	X
Нижнее значение концентрации компонента 1 в смесителе	–	X	X	X	–	X
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Прекращение подачи компонентов в смеситель 1 по верхнему уровню в 1	X	–	X	–	X	–
Прекращение подачи смеси в сборник 3 по верхнему уровню в 3	X	X	–	–	–	X
Отключение мешалки по нижнему уровню в смесителе 1	–	–	X	–	–	X
Отключение пара при снижении расхода на входе в 2 ниже предельно допустимого	–	X	–	–	X	–
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя мешалки смесителя 1	X	X	–	X	X	–

**ТЕМА 9**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ**



**Описание установки.** Исходный продукт охлаждается до температуры 0-2<sup>0</sup>С в установке глубокого охлаждения 1. Далее продукт подается в трехступенчатый фильтр (ступени Ф1,Ф2,Ф3) насосом Н1. После фильтрации готовый продукт поступает в резервуар 2 для хранения либо на розлив. Во избежание попадания в резервуар 2 кислорода в него под давлением закачивается углекислый газ.

Таблица Ж.9 – Исходные данные для разработки схемы автоматизации

	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
<b>Автоматическое регулирование</b>						
Температура продукта на выходе 1 расходом хладагента	X	–	X	–	X	–
Уровень в резервуаре 2 расходом продукта	X	X	–	X	–	X
Давление CO2 на входе в 2	–	X	–	X	–	X
Расход продукта на входе в 2	–	–	X	–	X	–
Расход продукта на входе в 1 Ф1 по давлению в фильтре Ф1	–	–	X	–	X	–
Расход продукта на входе в 1 Ф1 по давлению в фильтре Ф2	X	X	–	X	–	X
<b>Измерение и регистрация на ЭВМ</b>						
Температура продукта на выходе 1	X	–	X	X	X	X
Давление в фильтрах Ф1,Ф2,Ф3	X	X	X	X	X	X
Расход готового продукта	–	X	X	X	X	
Концентрация кислорода в готовом продукте	–	X	–	–	X	–
Величина рН готового продукта на выходе из Ф3	X	–	X	X	–	X
<b>Измерение</b>						
Величина рН исходного продукта на входе в Ф1	X	–	–	X	X	–
Величина рН готового продукта на выходе из Ф3	–	X	X	–	X	–
Давление в фильтре Ф3	X	–	X	–	X	X
Температура в резервуаре 2	–	X	–	X	–	X
Температура продукта на выходе из 1	X	X	X	X	–	X
Давление в резервуаре 2	X	X	–	–	–	–
<b>Сигнализация</b>						
Уровень в резервуаре 2	X	X	X	X	–	X
Давление в резервуаре 2	X	X	–	–	X	–
Давление в фильтре Ф1	–	–	X	–	X	–
Давление в фильтре Ф2	X	X	–	X	–	X
Концентрация кислорода в готовом продукте	–	–	X	X	X	X
<b>Автоматическая блокировка</b>						
Отключение электродвигателя насоса по давлению в Ф1	–	–	X	–	X	–
Отключение электродвигателя насоса по верхнему уровню в 2	X	X	–	X	–	X
Отключение подачи продукта по величине рН на выходе Ф3	X	–	X	X	–	X
<b>Управление</b>						
Включение и отключение двигателя насоса Н1	X	X	–	X	–	X
Управление клапаном розлива	–	–	X	–	X	–

Учебное издание

# **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, АВТОМАТИКА И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМТИЗАЦИИ**

Методические указания  
к выполнению курсовой работы

Составители: Никулин Владимир Иванович  
Илюшин Игорь Эдуардович  
Колюкович Евгений Александрович

Редактор Т. Л. Матеуш  
Технический редактор А. А. Щербакова

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать трафаретная.	
Усл. печ. л.	Уч.-изд. л.
Тираж	Заказ

Учреждение образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия».  
212027, Могилев, пр-т Шмидта, 3.  
ЛИ № 02330/0131913 от 08.02.2007.

Отпечатано на ризографе редакционно-издательского отдела  
учреждения образования  
«Могилевский государственный университет продовольствия».  
212027, Могилев, пр-т Шмидта, 3.  
ЛП № 226 от 12.02.2003.