

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КОЛЛЕДЖ БИЗНЕСА И ТЕХНОЛОГИЙ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор колледжа



Д.Ф. Пелевина

21 августа 2019 г.

**Методические указания по выполнению
курсового проекта обучающихся
по МДК.04.01 Теоретические основы разработки и
моделирования несложных систем автоматизации с
учетом специфики технологических процессов**

Санкт-Петербург
2019 г.

Методические указания по выполнению Курсового проекта обучающихся по МДК.04.01 Теоретические основы разработки и моделирования несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов предназначены для обучающихся по специальностям:

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Составитель: Тулинцева Л.Н., преподаватель Колледжа бизнеса и технологий ФГБОУ ВО СПбГЭУ

Рецензент: Егоров М.В., преподаватель Колледжа бизнеса и технологий ФГБОУ ВО СПбГЭУ

Одобрены на заседании цикловой комиссии на заседании цикловой комиссии Специальных дисциплин по специальностям 13.02.02, 15.02.07, 23.02.03, протокол № 1 от 30.08.2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Общие положения	6
1.1 Цели и задачи курсового проектирования	6
1.2 Состав и объем курсового проекта	7
1.3 Сроки и порядок выполнения курсового проекта.....	8
1.4 Требования к оформлению курсового проекта.....	8
1.5 Выполнение пояснительной записки.....	10
2. Специальная часть.....	10
2.1 Выбор регулируемых параметров.....	10
2.2 Выбор контролируемых, сигнализируемых параметров и параметров защиты и блокировки.....	11
2.3 Выбор системы приборов.....	11
2.4 Выбор конкретных типов и модификаций приборов.....	12
3. Расчетная часть.....	12
4. Мероприятия по охране окружающей среды.....	20
5. Монтаж прибора.....	20
6. Спецификация оборудования.....	21
7. Список используемой литературы.....	21
8. Содержание и правила оформления графической части курсового проекта.....	22
8.1 Схема автоматизации.....	22
8.2 Чертеж общего вида щита.....	23
9. Список рекомендуемой литературы.....	25
10. Список используемых стандартов	29

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие предназначено для обучающихся, выполняющих курсовой проект по дисциплине «Теоретические основы разработки и моделирования несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов».

Методическое пособие позволит обучающимся освоить профессиональный модуль ПМ.04 разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов. Профессиональный модуль – является частью программы подготовки специалистов среднего звена по специальности СПО в соответствии с ФГОС по специальности СПО 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)» в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД):

разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов и соответствующих профессиональных компетенций (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

ПК 4.1: Проводить анализ систем автоматического управления с учетом специфики технологических процессов.

ПК4.2: Выбирать приборы и средства автоматизации с учетом специфики технологических процессов.

ПК4.3: Составлять схемы специализированных узлов, блоков, устройств и систем автоматического управления.

ПК4.4: Рассчитывать параметры типовых схем и устройств.

ПК4.5: Оценивать и обеспечивать эргономические характеристики схем и систем автоматизации.

ОК- 2: Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК - 3: Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК- 4: Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК -5: Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК- 6: Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК- 7: Брать на себя ответственность за работу членов команды, (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК- 8: Самостоятельно определить задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК - 9: Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

В методическом пособии определены цель и задачи курсового проектирования, состав и объем проекта, содержание пояснительной записки и графической части, указаны требования к оформлению курсового и дипломного проекта.

Методическое пособие составлено с учетом требований действующих ГОСТов и руководящих материалов и способствует улучшению подготовки молодых специалистов.

Курсовой проект выполняется в соответствии с заданием и на основании данных, полученных в период производственной практики.

Дипломный проект выполняется в соответствии с заданием и на основании данных, полученных в период преддипломной практики.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Цель и задачи курсового проектирования

Цель освоения профессионального модуля ПМ.04 «Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов».

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

разработки и моделирования несложных систем автоматизации и несложных функциональных блоков мехатронных устройств и систем.

уметь:

- определять наиболее оптимальные формы и характеристики систем управления;
- составлять структурные и функциональные схемы различных систем автоматизации, компонентов мехатронных устройств и систем управления;
- применять средства разработки и отладки специализированного программного обеспечения для управления технологическим оборудованием, автоматизированными и мехатронными системами;
- составлять типовую модель АСР (автоматической системы регулирования) с использованием информационных технологий;
- рассчитывать основные технико-экономические показатели, проектировать мехатронные системы и системы автоматизации с использованием информационных технологий;

знать:

- назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;
- назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;
- технические характеристики, принципиальные электрические схемы;
- физическую сущность изучаемых процессов, объектов и явлений, качественные показатели реализации систем управления, алгоритмы управления и способности управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ;
- основы организации деятельности промышленных организаций;
- основы автоматизированного проектирования технических систем.

Курсовое проектирование позволит:

- Систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и умения по общепрофессиональным и специальным дисциплинам;
- расширить и углубить теоретические знания по специальным дисциплинам;
- формировать умения использовать справочную, нормативную и правовую документацию;
- развивать творческую инициативу, самостоятельность, ответственность и организованность;
- принимать технически и экономически обоснованные решения при проектировании систем автоматизации технологических процессов;
- подготовиться к итоговой государственной аттестации.

1.2. СОСТАВ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Состав и примерный объем разделов пояснительной записки:

- Титульный лист;
- Задание на курсовое проектирование;
- Содержание (один лист);
- Введение (один-два листа);
- Общая часть (четыре-пять листов описание технологического процесса по структурной схеме, эскиз основного аппарата, данные о перерабатываемых веществах);
- Специальная часть:
 - Выбор регулируемых параметров (один-два листа);
 - Выбор контролируемых и сигнализируемых параметров и параметров защиты и блокировки (два-пять листов);
 - Выбор системы приборов (один-два листа);
 - Выбор конкретных типов и модификаций приборов (четыре-пять листов);
- Расчетная часть (три-четыре листа);
- Мероприятия по охране окружающей среды (два-три листа);
- Монтаж прибора (два-три листа);
- Спецификация оборудования на приборы и средства автоматизации (четыре-пять листов);
- Список использованной литературы (один лист).

Текст пояснительной записки должен быть подготовлен с использованием компьютера

в Word, распечатан на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм). Цвет шрифта - черный, межстрочный интервал – полуторный, гарнитура - Times New Roman, размер шрифта - 14 кегль.

Полный объем пояснительной записки со схемами, эскизами, расчетами и рисунками - не менее 25 - 30 страниц печатного текста.

Графическая часть проекта должна быть представлена двумя чертежами:

- 1.Схема автоматизации на одном листе формата А1.
- 2.Общий вид щита. В состав общего вида входят:
 - 2.1.Перечень составных частей (на одном-двух листах формата А 4);
 - 2.2.Вид спереди (на одном листе формата А 3);
 - 2.3.Вид на внутренние плоскости (на одном листе формата А 3);
 - 2.4.Таблица «Надписи на табло и в рамках» (на одном листе формата А4);
 - 2.5.Таблица «Соединение проводок» (на одном-двух листах формата А4).

1.3.СРОКИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект выполняется в соответствии с заданием на курсовое проектирование. Обучающийся разрабатывает и оформляет курсовой проект в соответствии с требованиями ЕСТД и ЕСКД.

Выполнение курсового проекта производится по графику, составленному преподавателем – руководителем курсового проектирования. В графике указываются сроки промежуточного контроля, выполнения и сдачи курсового проекта. Контроль выполнения графика обучающимися осуществляет преподаватель – руководитель курсового проектирования. Защита курсового проекта производится по графику. Общее руководство и контроль за ходом выполнения курсового проекта осуществляют преподаватели специальных дисциплин. На время выполнения курсового проекта составляется расписание консультаций. По завершении обучающимся курсового проекта руководитель проверяет, подписывает его и вместе с письменным отзывом передает обучающемуся для ознакомления. Выставляется общая оценка на основании оценки за выполнение курсового

проекта и результатов защиты. Итоговая оценка по дисциплине МДК.04.01 «Теоретические основы разработки и моделирования несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов» может быть положительной только при условии успешной сдачи курсового проекта на оценку не ниже «удовлетворительно».

1.4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.4.1 Пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (210x297 мм). ГОСТ2.105-95.

1.4.2 Текст пояснительной записки должен быть подготовлен с использованием компьютера

в Word, распечатан на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм). Цвет шрифта - черный, межстрочный интервал – полуторный, гарнитура - Times New Roman, размер шрифта - 14 кегль.

Полный объем пояснительной записки со схемами, эскизами, расчетами и рисунками - не менее 25-30 страниц печатного текста.

1.4.3 Опечатки, ошибки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения документа, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста.

1.4.4 Каждый раздел (Введение, описание технологического процесса и др.) начинается с нового листа. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа.

1.4.5 Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.

1.4.6 Подразделы записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

- 1.4.7 Иллюстрации (схемы, эскизы) и приложения могут быть расположены как по тексту документа, так и в конце его. Иллюстрации могут иметь наименование и подрисуночный текст (Рисунок1 – эскиз котла).
- 1.4.8 Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с буквы А, например .
- 1.4.9 Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках.
- 1.4.10 Все приводимые в расчетах формулы сначала записываются в общем виде со ссылкой на литературу, затем идет расшифровка буквенных обозначений с указанием размерностей. После этого производится подстановка числовых величин и дается окончательный результат. Расчеты выполняются в системе СИ.
- 1.4.11 Цифровой материал оформляют в виде таблиц. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами, сквозной нумерацией (Таблица 1).
- 1.4.12 Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом. Высота строк таблицы должна быть не менее 8мм. Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера.
- 1.4.13 Спецификация оборудования на приборы и средства автоматизации выполняется на листах формата А3 (297x420 мм). Порядок заполнения спецификации ГОСТ21.110-95 и РМ 4 – 206- 95
- 1.4.12 Пояснительная записка брошюруется. Первым листом является титульный лист, задание, содержание. В конце пояснительной записки помещается список используемой литературы.

- 1.4.13 Графическая часть курсового проекта выполняется на листах определенных форматов ГОСТ2.301-68, с основной надписью и использованием условных обозначений, определяемых стандартами и требованиями ЕСКД.
- 1.4.14 Графическое оформление схемы автоматизации осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ21.408-2013.
- 1.4.15 Оформление чертежа общего вида щита ОСТ 36.13-90 и РМ 107-82.
- 1.4.16 Пояснительная записка и графическая часть курсового проекта после защиты помещается в папку.

1.5 Выполнение пояснительной записки

ВВЕДЕНИЕ

В введении, раскрывается актуальность и значение темы, формулируется цель автоматизации конкретного технологического процесса или установки.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание технологического процесса.

Данный раздел разбивается на три подраздела:

- 1.1.1 Назначение процесса и описание его по структурной схеме.
- 1.1.2 Основные данные о перерабатываемых веществах.
- 1.1.3 Описание основного аппарата. Эскиз.

Описание технологического процесса должно быть четким и достаточно кратким. Структурная схема выполняется без средств автоматизации с упрощенным изображением аппаратов и коммуникаций и служит для общего ознакомления с данным технологическим процессом. Технологические коммуникации и трубопроводы жидкости и газа

изображают по ГОСТ3464-63. «Условные обозначения трубопроводов для жидкости и газов, применяемые на схемах и чертежах» (Таблица 4).

Основные данные о перерабатываемых веществах в этом подразделе определяются: характеристика исходного сырья, полуфабриката и готового продукта на входе и выходе из технологического аппарата или установки. (вода, топливо, пар и др.)

На чертеже эскиза основного аппарата указывают габаритные размеры и устройства ввода и вывода перерабатываемых веществ. В описании основного аппарата должно быть указано назначение, устройство и детали, обозначенные на эскизе.

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Выбор регулируемых параметров начинают с анализа объекта, с определения показателя эффективности, цели управления, определения возмущающих воздействий (внутренних и внешних) и возможности их ликвидации (стабилизация входных и выходных параметров). При выборе регулируемых параметров следует руководствоваться типовым решением автоматизации различных технологических процессов. Качество продукта (показатель эффективности) является основным регулируемым параметром в любом технологическом процессе. Показатель эффективности это один или несколько выходных параметров процесса. В процессе сушки – содержание влаги в продукте; в теплообменнике – температура продукта на выходе; в паровом котле – качество пара; в водогрейном котле - температура прямой воды.

Выбор контролируемых и сигнализируемых параметров и параметров защиты и блокировки начинают с регулируемых величин и параметров, которые облегчают пуск, наладку и ведение технологического процесса. Определяют входные параметры при изменении которых в объект могут поступать возмущающие воздействия; выходные параметры (количество полученного продукта, его температура и давление); параметры

оперативного управления; хозрасчетные параметры (количество потребляемой электроэнергии, тепло и хладоносителей) и параметры для подсчета технико-экономических показателей. Оценивают взрыво- и пожароопасность технологического процесса, токсичность и агрессивность перерабатываемых веществ. К сигнализируемым параметрам относят: параметры, отклонение которых могут привести к аварии, несчастным случаям. Концентрация взрывоопасных веществ в воздухе производственного помещения; давление и температура в аппаратах; уровень жидкости; параметры, отклонения которых приводят к нарушению технологического процесса и т.п. Выбор параметров защиты и блокировки начинают с оценки взрыво- и пожароопасности технологического процесса и возможности возникновения аварийной ситуации на производстве. Выбирают параметры и устройства автоматической блокировки, которые предотвращают неправильный пуск и остановку оборудования. При повышении концентрации взрывоопасных веществ в воздухе производственного помещения устройства защиты обеспечивают необходимые мероприятия (прекращение поступления данного вещества, способствующего возникновению опасной концентрации; понижается давление в аппаратах; приводится в действие аварийная система вентиляции). В случаях повышения давления до опасного предела полость аппарата должна автоматически сообщаться с атмосферой или линией продувки. Одновременно изолируют аппарат от источника давления. (насос, компрессор). При выходе из строя насоса или компрессора устройство защиты автоматически включает резерв.

Выбор системы приборов

При выборе системы приборов необходимо применять систему ГСП, охватывающую всю номенклатуру отечественного приборостроения. В ГСП входит три ветви:

- электрическая;
- пневматическая;

- гидравлическая.

Наиболее универсальной является электрическая ветвь, приборы и устройства которой обладают высокой чувствительностью, точностью, быстродействием, обеспечивают дальность связей и надежное взаимодействие приборов со средствами вычислительной техники.

Пневматическая ветвь характеризуется безопасностью в легковоспламеняющихся и взрывоопасных средах, высокой надежностью в тяжелых условиях работы и в агрессивных средах.

Гидравлическая ветвь обеспечивает точные перемещения исполнительных механизмов при больших усилиях.

Выбор конкретных типов и модификаций приборов

Средства автоматизации должны быть выбраны технически грамотно и экономически обосновано. При этом необходимо учитывать условия протекания технологических процессов и повышать экономическую эффективность системы автоматизации путем применения дешевых и надежных средств автоматизации серийного производства.

При выборе конкретных типов и модификаций приборов необходимо руководствоваться следующим:

- условия функционирования и эксплуатации объекта (взрыво- и пожароопасность, агрессивность и токсичность рабочих сред, режимы работы, требования к качеству контроля, регулирования и управления;

- для систем автоматизации применяют приборы и средства автоматизации серийного производства, для контроля и регулирования одинаковых параметров выбираются однотипные или многоточечные приборы, что облегчает настройку, ремонт и эксплуатацию;

- для обеспечения точности измерения, соответствующей технологическим требованиям, приборы выбирают по классу точности, быстродействию и надежности.

Полные метрологические характеристики приборов и средств автоматизации указывают в спецификации оборудования в соответствии с требованиями заводов – изготовителей. Приборы и средства автоматизации желательно заказывать на одном заводе – изготовителе, что облегчает их приобретение и монтаж. Например, ПГ «МЕТРАН» город Челябинск, МЗТА и др.

3.РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

В расчетной части курсовых проектов могут выполняться расчеты измерительных схем приборов и устройств, трансформатора, расхода воздуха на питание приборов и диаметра трубопровода сжатого воздуха, регулирующих органов (ГОСТ 16443-70) др.

Регулирующий орган (РО) и исполнительный механизм называют исполнительным устройством. Исполнительное устройство предназначено для формирования регулирующего воздействия на объект, т. е. изменение количества вещества или энергии, поступающей в объект. В системах автоматического регулирования РО комплектуются с электрическими, пневматическими или гидравлическими исполнительными механизмами, которые перемещают и устанавливают в необходимом положении затвор регулирующего органа. Исполнительное устройство может дополняться позиционером и устройством для ручного или дистанционного управления. В системах автоматизации применяются односедельные и двухседельные регулирующие клапаны и поворотные заслонки и др.

РО классифицируют по виду пропускной характеристики (зависимости пропускной способности от хода затвора). Унифицированы две пропускные характеристики- линейная и равнопроцентная. Равнопроцентной называется характеристика, при которой изменение пропускной способности при изменении хода затвора пропорционально текущей величине пропускной способности. Равнопроцентная характеристика является универсальной,

обеспечивающей в условиях разветвленной трубопроводной сети и переменного перепада давлений расходную (рабочую) характеристику регулирующего органа, близкую к линейной. РО делят на два типа: регулирующие и запорно - регулирующие. В регулирующих обе поверхности затворной пары- металлические; в запорно - регулирующих-один из элементов пары имеет дополнительную мягкую прокладку, обеспечивающую полную герметичность пары в закрытом положении. РО классифицируются по величине условной пропускной способности. РО могут быть больших, средних и малых расходов. РО устанавливаются на трубопроводах для регулирования расхода жидкостей и газов посредством изменения гидравлического сопротивления, зависящего от степени открытия проходного сечения дроссельного устройства.

Основными параметрами, характеризующими РО, являются: условный проход Ду- номинальный диаметр входного патрубка регулирующего органа; пропускная способность K_v - расход жидкости ($m^3 /ч$) с объемным весом = $1кг/см^3$, пропускаемый регулирующим органом при перепаде давления на нем $1кгс/см^2$; условная пропускная способность K_{vy} - номинальное значение величины пропускной способности при условном ходе затвора и др. Характеристику РО в рабочих условиях называют расходной характеристикой - зависимость относительного расхода среды от степени открытия РО. Методы расчета пропускной способности, выбора условного прохода и пропускной характеристики для жидкостей, газов и водяного пара ГОСТ 16443-70. Расчет должен заканчиваться выводом.

Методика расчёта исполнительного устройства (ГОСТ 16.443-70)

Исходные данные:

- | | |
|-----------|---|
| K_v | - пропускная способность исполнительного устройства |
| K_{vy} | - условная пропускная способность |
| λ | - коэффициент сопротивления трения прямых участков |

трубопровода (Альтшуль А. Д. и Киселёв П. Г «Гидравлика и Аэродинамика») (Л1)

ξ_1, ξ_2, ξ_n - коэффициенты местных сопротивлений трубопровода (Идельчик И. Е. «Справочник по гидравлическим сопротивлениям») (Л7)

Z - разность высот начала и конца расчётного участка (учитывается только при расчёте исполнительных устройств для жидкости)

Q_{\max} [$\text{м}^3/\text{ч}$] - объёмный максимальный расход среды (для жидкости)

Q_{\min} [$\text{м}^3/\text{ч}$] - объёмный минимальный расход среды (для жидкости)

G_{\max} [$\text{кг}/\text{ч}$] - массовый максимальный расход (для газа)

G_{\min} [$\text{кг}/\text{ч}$] - массовый минимальный расход (для газа)

t [$^{\circ}\text{C}$] - температура потока среды до исполнительного устройства (для жидкости)

T_1 [$^{\circ}\text{K}$] - температура потока среды до исполнительного устройства (для газа)

P_0 [$\text{кгс}/\text{см}^2$] - абсолютное давление источника регулируемой среды (в начале расчётного участка)

P_k [$\text{кгс}/\text{см}^2$] - абсолютное давление источника регулируемой среды (в конце расчётного участка)

P_1 [$\text{кгс}/\text{см}^2$] - абсолютное давление регулируемой среды на выходе исполнительного устройства

P_2 [$\text{кгс}/\text{см}^2$] - абсолютное давление регулируемой среды на входе исполнительного устройства

ΔP_{mi} [$\text{кгс}/\text{см}^2$] - перепад давления на исполнительном устройстве

n

$\Delta P_{\text{м}}$ [$\text{кгс}/\text{см}^2$] - потери давления на местных сопротивлениях расчётного участка

$\Delta P_{\text{п}}$ [$\text{кгс}/\text{см}^2$] - потери давления на прямолинейных участках трубопровода

ΔP_z [кгс/см²] - потери давления на вертикальных участках трубопровода

P_H [кгс/см²] - абсолютное давление насыщенных паров жидкости при температуре t_1

γ [гс/см³] - удельный вес жидкости

γ_{II} [кгс/см³] - удельный вес газа, приведённый к рабочим условиям

γ_1 [гс/см³] - удельный вес газа, приведённый к рабочим условиям

v_1 [м³/кгс] - удельный объём пара при температуре t , °С и давлении P_1

v_2 [м³/кгс] - удельный объём пара при температуре t , °С и давлении P_2

ν [см²/с] - коэффициент кинематической вязкости при температуре t , °С

μ [кгс*с/м²] - коэффициент динамической вязкости при температуре t , °С

Кроме этих данных необходимо иметь схему расчётного участка трубопровода с указанием длинны прямолинейных участков и диаметра трубопровода.

Имея эти данные, рассчитывают пропускную способность по формулам:

Таблица 1-Расчет пропускной способности

Для потока жидкости		
	Расход м ³ /ч	Расход кг/ч
	$K_{v,max} = Q_{max} \times \sqrt{\frac{\gamma}{\Delta P_{min}}}$	$K_{v,max} = \frac{G_{max}}{1000 \times \sqrt{\Delta P_{min} \times \gamma}}$
Для газа		
Докритический режим $\Delta P_{min} \leq \Delta P_{кр}$	$K_{v,max} = \frac{Q_{max}}{535} \times \sqrt{\frac{\gamma \times T_1 \times K'}{\Delta P_{min} \times P_2}}$	$K_{v,max} = \frac{G_{max}}{535} \times \sqrt{\frac{T_1 \times K'}{\Delta P_{min} \times P_2 \times \gamma}}$
Послекритический режим $\Delta P_{min} \geq \Delta P_{кр}$	$K_{v,max} = \frac{Q_{max}}{268 \times P_1} \times \sqrt{T_1 \times K \times \gamma}$	$K_{v,max} = \frac{Q_{max}}{268 \times P_1} \times \sqrt{\frac{T_1 \times K'}{\gamma}}$
Для пара		
Докритический режим $\Delta P_{min} \leq \Delta P_{кк}$		$K_{v,max} = \frac{G_{max}}{33} \times \sqrt{\frac{v_2}{\Delta P_{min}}}$
Послекритический режим $\Delta P_{min} \geq \Delta P_{кк}$		$K_{v,max} = \frac{G_{max}}{23,4} \times \sqrt{\frac{v_1}{P_1}}$

$\Delta P_{кр}$ - критический перепад давления, который условно принимается:

$$\Delta P_{кр} = P_1 \times 0,5 \quad (1)$$

K' - коэффициент, учитывающий отклонение данного газа от законов идеального газа (см. приложение №1)

ΔP_{mi} - перепад давления или потери давления на регулирующем органе

n

$$P_1 = P_o - \Delta P_M \text{ до р.о.} \quad (2)$$

$$P_2 = P_1 - \Delta P_{min} \quad (3)$$

Последующий расчёт сводится к определению потерь на регулирующем органе.

$$\Delta P_{min} = \Delta P_c - \Delta P_{tmax} \quad (4)$$

где ΔP_c - потери давления в системе, т.е. на расчётном участке.

$$\Delta P_c = P_o - P_k \quad (5)$$

ΔP_{tma} - потери давления в трубопроводе.

x

$$\Delta P_{tmax} = \Delta P_{II} + \Delta P_M + \Delta P_Z \quad (6)$$

где ΔP - потери давления на прямолинейных участках трубопровода

п

ΔP - потери давления на местных сопротивлениях

м

ΔP_Z - потери давления на вертикальных участках трубопровода (учитываются только для исполнительных устройств, установленных на трубопроводах с жидкостью)

$$\Delta P_n = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{W^2}{2g} \times \gamma \quad \left[\frac{\text{кгс/см}^2}{\text{м}} \right] \quad (7)$$

где L - длина прямолинейных участков трубопровода в метрах

D - диаметр трубопровода в метрах

W - скорость протекания регулируемой среды в м/с

λ - коэффициент сопротивления трения, определяется по формуле:

$$\lambda = 0,11 \times \left(\frac{K_s}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (8)$$

Re - число Рейнольдса при максимальном расходе

K_s - коэффициент абсолютной шероховатости труб (см. приложение №2)

D - диаметр трубопровода в мм

$$W = \frac{4 \times Q_{max}}{3600 \times D^2 \times \pi} \quad \left[\frac{\text{м/с}}{\text{мм}^2} \right] \quad (9)$$

D - диаметр в метрах

Если расчётное значение скорости W получилось больше или меньше допустимых значений, необходимо перейти к другому диаметру. Допустимые значения скоростей указаны в приложении №3.

Число Рейнольдса рассчитывают по формулам:

а) для объемного расхода

$$Re = 3530 \times \frac{Q_{\max}}{v \times D} \quad (10)$$

где D - диаметр трубопровода в мм
б) для массового расхода

$$Re = 0,0361 \times \frac{G_{\max}}{D \times \mu} \quad (11)$$

где D - диаметр трубопровода в мм

$$\Delta P_m = \xi \times \frac{W^2}{2g} \times \gamma \quad (12)$$

где ξ - суммарный коэффициент местных сопротивлений трубопровода

$$\xi = \sum_{i=1}^n \xi_i \quad (13)$$

Некоторые значения местных сопротивлений трубопровода представлены в приложении №4.

Если расчёт исполнительного устройства ведётся на том же участке, на котором рассчитывалась диафрагма, то учитывается не коэффициент местных сопротивлений, а найденные потери давления на диафрагме.

Если расчёт ведётся для жидкости, то учитываются потери давления за счёт разности высот начала и конца расчётного участка, причём величину ΔP_z

принимают со знаком «+», если источник напора расположен на верхней отметке и со знаком «-», если источник напора расположен на нижней отметке.

$$\Delta P_z = Z \times \gamma \quad [кгс/см^2] \quad (14)$$

Определив потери давления на регулирующем органе ΔP_{\min} по формуле (4), рассчитывают $K_{v,\max}$ (см. формулы в таблице №1), а затем находят условную пропускную способность с учётом коэффициента запаса η

$$\eta = 1,1 \dots 1,2; K_{vy} = \eta \times K_{v,\max} \quad (15)$$

Прежде, чем по каталогу выбрать исполнительное устройство, необходимо определить вид расходной характеристики, т.е. выбрать линейную или равнопроцентную характеристику.

Ориентировочно расходную характеристику выбирают по величине коэффициента n

$$n = \frac{K_{vy}}{K_{vt}} \quad (16)$$

где K_{vt} - пропускная способность трубопровода, рассчитывается по тем же формулам, что и $K_{v,max}$ (см. таблицу №1), но в формулы вместо ΔP_{min} подставляется ΔP_{tmax}

Если коэффициент $n < 1,5$, то принимают линейную расходную характеристику клапана, если $n > 1,5$, то принимают равнопроцентную характеристику.

Исполнительное устройство выбирается по каталогу «Исполнительные устройства ГСП» с учётом пропускной способности и выбранной расходной характеристики.

Пропускная способность берётся расчётная или ближайшая большая.

Запись условного обозначения регулирующего органа принимается в соответствии с шифром D_y, P_y, K_{vy} .

Примечание: в расчётах исполнительных устройств, установленных на трубопроводах с газом и паром, необходимо рассчитывать $P_1 = P_o - \Delta P_T$ до р.о.;

$$\Delta P_{кр} = \frac{P_1}{2}$$

При расчёте ΔP до регистрирующего органа используются формулы (7) и (12)

Приложение №1

Газ	К	Газ	К
Азот	1,000	Неон	0,999
Аммиак	1,015	Окись азота	1,001
Аргон	1,007	Окись углерода	1,000
Ацетилен	1,009	Пропан	1,027
Н-Буган	1,043	Пропилен	1,016
Бутилен	1,034	Сернистый газ	1,023
Водород	0,999	Сероводород	1,012
Воздух	1,001	Углекислый газ	1,007
Гелий	1,000	Хлор	1,017
Изобуган	1,029	Этан	0,011
Кислород	1,001	Этилен	1,008
Метан	1,003		

Приложение №2

<i>Некоторые значения K_2</i>	
Трубы из стекла и цветных металлов	0,001
Бесшовные стальные трубы, новые	0,014
Бесшовные стальные трубы после нескольких лет эксплуатации	0,2
Бесшовные сварные трубы, новые	0,05
Бесшовные сварные трубы после нескольких лет эксплуатации	0,5
Бесшовные сварные трубы, старые	1
Оцинкованные стальные трубы, новые	0,15
Оцинкованные стальные трубы после нескольких лет эксплуатации	0,5
Чугунные трубы, новые	0,12
Чугунные трубы после нескольких лет эксплуатации	1

Приложение №3

<i>Переменные значения средних скоростей потоков регулируемой среды</i>	
Среда	Скорость, м/с
Для жидкостей	0,5 – 2
Для газа низкого давления (до 2 кгс/см ²)	2 – 10
Для газа среднего давления (до 10 кгс/см ²)	10 – 20
Для пара низкого давления	20 – 40
Для пара среднего давления	40 – 60
Для пара высокого давления	60 – 80

Приложение №4

<i>Некоторые значения коэффициента местных сопротивлений</i>	
Вход в трубу	0,5
Выход из трубы	1
Резкий поворот под углом 90 ⁰	1,25 – 1,5
Колено под углом 90 ⁰ при плавном закруглении	0,5
Задвижка полностью открытая	0,1
Задвижка частично открытая	0,2
Вентиль при полном открытии	3 – 4
Запорный вентиль	4
Тройник с ответвлением под углом 90 ⁰	2,3
Диафрагма	3
Внезапное расширение трубопровода	0,45

Таблица 2

<i>Объёмные веса и вязкости некоторых жидкостей и газов</i>

Вещество	γ , г/см ³	$\nu \times 10^{-2}$, см ² /с
Азотная кислота 96% (20 °С)	1,5	0,58
Алкоголь (15 °С)	0,75 – 0,8	1,33
Ацетон (20 °С)	0,79	0,417
Бензин (20 °С)	0,7 – 0,8	0,71
Бензол (20 °С)	0,8	0,74
Вода (0 °С)	1,0	1,79
Вода (10 °С)	1,0	1,3
Вода (30 °С)	0,995	0,81
Вода (50 °С)	0,988	0,56
Вода (70 °С)	0,977	0,416
Вода (90 °С)	0,965	0,328
Вода (100 °С)	0,958	0,296
Глицерин (20 °С)	1,26	8,70
Жидкость для гидросистем АМГ-10 (20 °С)	0,85	16
Керосин (20 °С)	0,79 – 0,84	2,5
Мазут-80 (90С)	--	60
Мазут-80 (80 °С)	0,99	94
Мазут-80 (50 °С)	--	5,9
Масло веретенное АУ (20 °С)	0,89 – 0,9	49
Масло веретенное АУ (50 °С)	--	12 – 14
Масло веретенное 2 (50 °С)	0,9 – 0,93	10 – 14
Масло веретенное 3 (50 °С)	0,9 – 0,93	17 – 23
Масло касторовое (20 °С)	0,95 – 0,97	9,9
Масло машинное Л (50 °С)	--	27 – 33
Масло машинное С (50 °С)	0,9 – 0,93	38 – 52
Вещество	γ , г/см ³	$\nu \times 10^{-2}$, см ² /с
Масло машинное СУ (50 °С)	0,9 – 0,91	42 – 58
Масло МК-8 (20 °С)	0,89	30
Масло МС-20 (20 °С)	0,9	1100
Масло соляренное (50 °С)	0,88 – 0,89	5 – 9
Масло трансформаторное (20 °С)	0,89	28
Масло трансформаторное (50 °С)	0,87	9,6
Масло турбинное (20 °С)	0,9	102
Масло турбинное (50 °С)	0,88	21,9
Нефть лёгкая (18 °С)	0,86 – 0,88	25
Нефть тяжёлая (18 °С)	0,92 – 0,93	140
Перекись водорода 80% (20 °С)	1,34	0,95
Ртуть (20 °С)	13,5	0,114
Серная кислота 100% (25 °С)	1,83	12
Серная кислота 95% (25 °С)	1,83	10,7
Серная кислота 70% (25 °С)	1,61	5,55
Серная кислота 20% (20 °С)	1,14	12
Скипидар (20 °С)	0,85 – 0,88	1,72
Вещество	γ , г/см ³	$\nu \times 10^{-2}$, см ² /с
Спирт винный (20 °С)	0,79	1,38
Уксусная кислота (20 °С)	1,05	1,16
Этиловый спирт (20 °С)	0,79	1,52
Азот	1,25	13,31
Аммиак	0,77	13,7

Ацетилен	0,17	8,8
Водород	0,09	98,2
Воздух	1,29	13,9
Водяной пар	0,77	11,24
Гексан	3,84	1,61
Гелий	0,173	1,06
Двуокись серы	2,93	4,4
Изобутан	2,67	2,86
Кислород	1,43	13,49
Метан	0,72	15,1
Окись углерода	1,25	14,3
Пропан	2,0	4,07
Сероводород	1,54	8,04
Углекислый газ	1,98	7,51
Этан	1,36	6,86
Этилен	1,26	8,08

4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В этом разделе необходимо сделать анализ существующих газовых выбросов и анализ сточных вод конкретного технологического процесса. Указать мероприятия по очистке сточных вод и газовых выбросов, предусмотренных в курсовом проекте. Предусмотреть контроль за содержанием метана и окиси углерода в помещениях котельных в соответствии с РД И 12 – 452 – 02.

5. МОНТАЖ ПРИБОРА

В этом разделе подробно рассматривается назначение и монтаж прибора, первичного преобразователя, регулятора или любого средства автоматизации. Габаритные и установочные размеры. При выполнении этого раздела необходимо использовать инструкции заводов – изготовителей приборов и средств автоматизации.

6. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Спецификация оборудования, изделий и материалов выполняется на основании ГОСТ21.110-95 и РМ 4 – 206 – 95. Спецификация является основным проектным документом, определяющим типы и техническую характеристику применяемых приборов, средств автоматизации.

Спецификация состоит из разделов:

- приборы и средства автоматизации;

- комплексы средств автоматизации;
- щиты и пульты;
- электроаппараты;
- трубопроводная арматура;
- кабели и провода;
- материалы;
- монтажные узлы и изделия.

В курсовом проекте выполняется спецификация оборудования на приборы и средства автоматизации - С1. ГОСТ 21.110-95.

Приборы и средства автоматизации записывают в раздел параметрическими группами в следующем порядке:

приборы и регуляторы для измерения и регулирования: температуры; давления и разрежения; расхода, количества; уровня; состава и качества вещества (газоанализаторы однокомпонентные, многокомпонентные, сигнализаторы концентрации газов, анализаторы и концентратомеры жидкостей, рН – метры, плотномеры, вискозиметры, солемеры, влагомеры).

Приборы записывают комплектами по контурам контроля и регулирования в следующем порядке: местные показывающие приборы; местные регистрирующие приборы; приборы с сигнальным устройством; дистанционные измерительные комплекты (показывающие, регистрирующие, сигнализирующие) электрической, а затем пневматической ветви ГСП от простого к сложному.

7. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В списке приводится литература, которая была использована при выполнении курсового проекта.

Список литературы выполняется в алфавитном порядке и имеет порядковые номера. Для книг указывают следующие данные: фамилия и инициалы автора, наименование книги, место издания, издательство, год издания (без слов «год»)

8. СОДЕРЖАНИЕ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Графическая часть проекта состоит из схемы автоматизации и чертежа общего вида щита.

8.1 СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ

Схема автоматизации выполняется на листе формата А1 по ГОСТ 2.301-68 или с помощью средств оргтехники (графопостроителя). Форматы листов приведены в таблице (Приложение 5). Чертеж должен иметь основную надпись.

ГОСТ 21.104-68 (Приложение 6). Над основной надписью должно оставаться резервное поле высотой не менее 12 мм.

Схема автоматизации должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ21.408 – 93. На схеме автоматизации изображают:

-технологическое и инженерное оборудование и коммуникации (трубопроводы, газоходы, воздухопроводы) автоматизируемого объекта;

-технические средства автоматизации или контуры контроля, регулирования и управления;

- линии связи между отдельными техническими средствами автоматизации или контурами.

Толщину линий на схеме выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 2.303-68 и ГОСТ21.404-85.

-контурные линии технологических аппаратов	0,2...0,5 мм
- технологические трубопроводы	0,5...1,5 мм
-условные графические обозначения приборов и средств автоматизации,	0,5...0,6 мм
а разделительная черта между ними	0,2...0,3 мм
-линии связи	0,2...0,3 мм
-прямоугольники, изображающие щиты и т.д.	0,5...1,0 мм
-линии выносок	0,2...0,3 мм

размеры цифр и букв для позиций и позиционных обозначений и надписей выбирают на основании ГОСТ2.304-81.

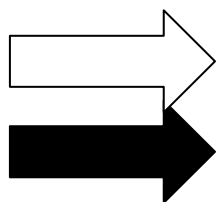
-для позиций – цифры - 3,5 мм

-буквы (строчные) - 2,5 мм

-для позиционных обозначений комплектов приборов и средств автоматизации - буквы и цифры - 3,5 мм

-для пояснительного текста и надписей –3,5...5 мм

Технологическое оборудование и трубопроводы изображают по действующим стандартам. Технологическое оборудование изображают в верхней части схемы. Возле изображения технологических аппаратов должны быть даны поясняющие надписи. Технологические трубопроводы изображают в зависимости от протекающих в них сред по ГОСТ14.202-69. Расстояние между обозначениями должно быть не менее 50 мм. На технологических трубопроводах разрешено показывать только те запорные и регулирующие органы (вентили, заслонки, клапаны и т. п.), которые участвуют в управлении технологическим процессом. Соединение и пересечение трубопроводов изображают по ГОСТ 2.784-70. На линиях трубопроводов наносят стрелки по ГОСТ 2.721-74, указывающие направления потоков вещества:



- для газа и пара

- для жидких сред

Трубопроводы, идущие от аппаратов или к аппаратам, на схеме не показанным, обрывают. В месте обрыва ставят стрелку и дают пояснение. Например, «к котлу» или «от деаэрата».

Приборы и средства автоматизации показывают на схеме условными обозначениями по ГОСТ21.404-85. Буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов указывают в верхней части окружности (овала). Позиционное обозначение прибора буквенно-цифровое – в нижней части окружности. (прописными буквами русского алфавита). Буквы «з» и «о» не применяют. При этом обозначение технических средств присваивают по спецификации оборудования. Линии связи между приборами и контурами контроля и управления изображают на схемах тонкой сплошной линией (0,2 – 0,3 мм) независимо от вида сигналов и количества проводов и труб. Допускается пересечение линий связи с изображением технологического оборудования. Пересечение линий связи с обозначениями приборов не допускается.

На линиях связи указывают предельные (максимальные или минимальные) рабочие значения измеряемых (регулируемых) величин по ГОСТ8.417-81 или в единицах шкалы выбираемого прибора.

Технические средства автоматизации показывают условными графическими изображениями в прямоугольниках, расположенных в нижней части. Первым располагают прямоугольник, в котором показаны внешние приборы, с заголовком «Приборы местные», ниже прямоугольники, в которых показаны щиты и пульты, а также комплексы технических средств.

Электроаппараты, входящие в систему автоматизации (звонки, сигнальные лампы, табло, электродвигатели и др.) показывают на схеме условными графическими обозначениями по ГОСТ 2.722-69, ГОСТ2.732-68, ГОСТ2.741-68 и присваивают им буквенно-цифровые обозначения по ГОСТ2.710-81.

8.2 ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА ЩИТА

Чертежи общих видов щитов разрабатывают на единичные и составные щиты. ОСТ 36.13-90.

Чертеж единичного щита в зависимости от функционального назначения щита и его конструктивных особенностей содержит:

- 8.2.1 перечень составных частей (лист 1);
- 8.2.2. вид спереди (фронтальная плоскость щита) с указанием технических требований (лист 2);
- 8.2.3. вид на внутренние плоскости щита (лист 3);
- 8.2.4. таблицу надписей на табло и в рамках (лист 4);
- 8.2.5. таблицу соединения и подключения для монтажа электрических и трубных проводок (лист 5) .

8.2.1. Перечень составных частей щита составляется на отдельных листах формата А1 и содержит разделы:

- документация;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы.

В раздел «Документация» включают таблицы соединений и подключения.

В раздел «Детали» включают нетиповые детали для установки приборов и аппаратуры внутри щитов (угольники, рейки), элементы (символы оборудования и коммуникаций) мнемосхем

В раздел «Стандартные изделия» включают:

- щитовые конструкции;
- другие стандартные изделия.

В раздел «Прочие изделия» включают все приборы и аппаратуру, монтажные изделия по группам в следующей последовательности:

- приборы;
- электроаппараты;
- трубопроводная арматура;
- изделия для электромонтажа;
- изделия для монтажа трубных проводок;
- изделия для нанесения надписей.

В раздел «Материалы» включают электрические провода, указанные в таблице соединений, и трубы.

8.2.2. Чертеж вид спереди выполняют на листе формата А3.

На чертеже щиты изображают в масштабе 1:10, но масштаб на чертеже не показывают. На виде спереди показывают приборы, аппараты сигнализации и органы управления, надписи о назначении приборов, проставляют габаритные размеры щита и размеры координирующие установку приборов и средств автоматизации.

8.2.3. Чертеж вид на внутренние плоскости выполняют на листе не более формата А3.

На чертеже вида на внутренние плоскости щитов боковые стенки, поворотные конструкции, находящиеся в разных плоскостях, изображают условно развернутыми в плоскости чертежа. Над изображением помещают заголовок «Вид на внутренние плоскости (развернуто)». На изображения плоскостей наносят:

- приборы, электроаппараты;
- изделия для монтажа электрических и трубных проводок;
- элементы крепления внутрищитовой аппаратуры;
- жгуты электрических и трубных проводок.

Жгуты электрических и трубных проводок изображают:

- жгуты электропроводок - сплошной основной линией;

- жгуты измерительных цепей, которые необходимо проложить отдельно – штрих – пунктирной линией;
- жгуты экранированных проводов и кабелей –
- потоки трубных проводок - штриховой линией.

8.2.4. Таблицу надписей на табло и в рамках выполняют на листе формата А4.

Таблица имеет заголовок «Надписи на табло и в рамках». Каждой надписи на чертеже присваивают номер, начиная с единицы, и указывают его внутри контура табло или рамки. Надписям присваивают номера слева направо, сверху вниз, вначале надписям на табло, а затем в рамках. В таблицу вначале включают надписи на табло, а затем – надписи в рамках. Текст надписи должен быть кратким. При его составлении учитывают размеры табло и рамок, размеры применяемых шрифтов.

8.2.5. Таблица соединений и подключений проводок.

Таблица соединений является обязательной и выполняется на листе формата А4.

При заполнении таблицы соединений соблюдают следующие правила:

- запись в таблице начинают с заголовка: «Секция 1» или в порядке расположения щитов на виде с внутренней стороны;
- запись проводок в таблицу соединений производят на основании принципиальных электрических и пневматических схем;
- проводки выполняют и записывают слева направо, сверху вниз, в соответствии с компоновкой приборов и средств автоматизации на виде с внутренней стороны щита.
- первыми записывают электрические проводки питания, сигнализации, цепи измерения, регулирования, защиты, далее проводники, используемые для заземления приборов, аппаратов, реек, на которых устанавливается внутрищитовая аппаратура, переключки. а затем с нового листа пневматические проводки;

9. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

Колосов, О. С. Автоматизация производства : Учебник Для СПО / под общ. ред. Колосова О.С. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 291 с. [ЭБС Юрайт](#)

Рогов, В. А. Технические средства автоматизации и управления : Учебник Для СПО / Рогов В. А., Чудаков А. Д. — 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 352 с. [ЭБС Юрайт](#)

Сафиуллин, Р. К. Основы автоматики и автоматизация процессов : Учебное пособие Для СПО / Сафиуллин Р. К. — 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 146 с. [ЭБС Юрайт](#)

Курочкин, А. А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств : Учебник Для СПО / Курочкин А. А., Шабурова Г. В., Гордеев

А. С., Завражнов А. И. — 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 586 с. [ЭБС Юрайт](#)

Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : Учебник Для СПО / Ерофеев В. Л., Пряхин А. С., Семенов П. Д. ; под ред. Ерофеева В.Л., Пряхина А.С. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 308 с. [ЭБС Юрайт](#)

Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях : Учебное пособие Для СПО / Коломейцева М. Б., Беседин В. М. — 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 104 с.— (Профессиональное образование).
[ЭБС Юрайт](#)

Дополнительная литература:

Агеев, О. А. Информационно-измерительная техника и электроника. Преобразователи неэлектрических величин : Учебное пособие Для СПО / под общ. ред. Агеева О.А., Петрова В.В. — 2-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 158 с. [ЭБС Юрайт](#)

Шишмарев, В.Ю. Автоматизация технологических процессов : учебное пособие / В.Ю.Шишмарев. — 6-е изд., испр. — Москва : Академия, 2012. — 350, [1] с. : ил. — (Среднее профессиональное образование)

Ерофеев, В. Л. Теплотехника. Практикум : Учебное пособие Для СПО / под ред. Ерофеева В.Л., Пряхина А.С. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 395 с. [ЭБС Юрайт](#)

Кязимов, К. Г. Газоснабжение: устройство и эксплуатация газового хозяйства : Учебник Для СПО / Кязимов К. Г., Гусев В. Е. — 6-е изд., испр. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 392 с.— (Профессиональное образование). [ЭБС Юрайт](#)

Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления, 2014

ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 11.06.2003 №88)

10. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СТАНДАРТОВ

В методическом пособии использованы ссылки на следующие стандарты и руководящие материалы:

ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.

ГОСТ 2.106-68 ЕСКД. Текстовые документы.

ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.

ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.

ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные.

ГОСТ 2.316-68 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.

ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные.

ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.

ГОСТ 2.722-69 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.

ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.

ГОСТ 2.741-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические.

ГОСТ 2.780-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы гидравлических и пневматических сетей.

ГОСТ 2.781-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Аппараты гидравлические и пневматические направляющие и регулирующие, приборы контрольно- измерительные.

ГОСТ 2.782-68 ЕСКД. Обозначения условные графические. Насосы и двигатели гидравлические и пневматические.

ГОСТ 2.784-70 ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.

ГОСТ 2.785-70 ЕСКД. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.

ГОСТ 2.788-74 ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты выпарные.

ГОСТ 2.789-74 ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты теплообменные.

ГОСТ 2.790-74 ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты колонные.

ГОСТ 2.791-74 ЕСКД. Обозначения условные графические. Отстойники и фильтры.

ГОСТ 2.792-74 ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты сушильные.

ГОСТ 2.793-79 ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. Общие назначения.

ГОСТ 2.794-79 ЕСКД. Обозначения условные графические. Устройства питающие и дозирующие.

ГОСТ 8.417-81 ГСИ. Единицы физических величин.

ГОСТ 14.202-69 Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки.

ГОСТ 16443-70 Устройства исполнительные. Методы расчета пропускной способности, выбора условного прохода и пропускной характеристики.

ГОСТ 21.101-93 СПДС. Основные требования к рабочей документации.

ГОСТ 21.110-95 СПДС. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов.

ГОСТ 21.401-88 СПДС. Технология производства. Основные требования к рабочим чертежам.

ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

ГОСТ 21.408-2013 СПДС. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.

ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.

ИМ 4 – 15 – 93. СА. Справочник САПР.

ОСТ 36.13-90. Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов.

РМ 4 – 2 – 96. СА. Схемы автоматизации. Указания по выполнению.

РМ 4 – 6 – 92. САТП. Проектирование электрических и трубных проводок.

РМ 4 – 59 – 95. СА. Состав. Оформление и комплектование рабочей документации.

РМ 4 – 107 – 82. САТП. Требования к выполнению проектной документации на щиты и пульты.

РМ 4 – 206 – 95. СА. Спецификация оборудования, изделий и материалов. Указание по выполнению. Пособие к ГОСТ 21.110-95.