



Министерство образования и науки Самарской области

**Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение Самарской области  
«Чапаевский химико-технологический техникум»**

**Требования к содержанию и оформлению  
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ  
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

**методические рекомендации для обучающихся**

Составил преподаватель Толмачева М.Ю.

**Аннотация:**

Методические рекомендации предназначены для обучающихся специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств в химической промышленности.

В них излагаются требования к Выпускной квалификационной работе по автоматизации действующих и созданию новых автоматизированных технологий и производств, средств автоматизации, применению алгоритмического, аппаратного и программного обеспечения систем, средств контроля и управления ими. Даются рекомендации по структуре и содержанию пояснительной записки и графического материала работы. Приводятся рекомендации по выполнению отдельных разделов выпускной квалификационной работы.

## Содержание

Введение	4
1. Общие положения	4
2. Пояснительная записка	6
2.1 Введение	6
2.2 Характеристика объекта автоматизации	6
2.3 Обоснование выбора регулируемых величин и каналов внесения регулирующих воздействий	6
2.4 Обоснование выбора контролируемых и сигнализируемых величин, параметров защиты и блокировки	6
2.5 Обоснование выбора средств автоматизации	6
2.6 Спецификация	7
2.7 Описание принципиальных электрических схем сигнализации (защиты, регулирования, блокировки и управления электроприводами)	7
2.8 Расчет автоматических устройств	7
2.9 Монтаж средств автоматизации	7
2.10 Эксплуатация средств автоматизации	8
2.11 Трубный и кабельный журналы	9
2.12 Экономический расчет	9
2.13 Техника безопасности	9
2.14 Литература и нормативно-техническая документация	9
3. Графическая часть	9
3.1 Лист 1. Функциональная схема автоматизации производственного участка	9
3.2 Лист 2. Принципиальные электрические схемы сигнализации, защиты, регулирования, блокировки и управления электроприводами.	12
3.3 Лист 3. Общий вид щита или пульта управления	13
3.4 Лист 4. Монтажно-коммутационная схема панелей управления	14
3.5 Л и с т 5. Схема проводок внешних соединений	15
Заключение	17
Список литературы	18
Приложение 1	20
Приложение 2	22
Приложение 3	23
Приложение 4	25
Приложение 5	30
Приложение 6	31

## **Введение**

Цель Выпускной квалификационной работы - определить подготовленность обучающихся к самостоятельной работе в условиях современного производства, систематизировать, закрепить и расширить теоретические и практические знания по специальности и применить их при решении конкретных производственных, научных, технических и экономических задач, а также овладеть методикой исследования и экспериментирования при решении разрабатываемых в проекте проблем и вопросов. При выполнении Выпускной квалификационной работы и её защиты обучающемуся необходимо показать глубокие знания общетеоретической и специальной подготовки, а также умения применять их при решении вопросов автоматизации производства.

Задача Выпускной квалификационной работы - разработать проект автоматизации участка или производства с учетом современного развития нефтехимического профиля, достижений науки и техники.

## 1. Общие положения

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является заключительным и ответственным периодом обучения в техникуме. В ВКР в большей или меньшей степени должны найти отражение все знания и навыки, полученные обучающимися за полный период обучения.

В ходе проектирования обучающийся систематизирует, закрепляет и расширяет свою общую теоретическую подготовку и в соответствии с темой ВКР глубоко изучает автоматизацию одного из производственных процессов. В ВКР обучающийся должен показать свою техническую зрелость, знание технологии производства, современных средств автоматизации, их монтажа, эксплуатации и методов расчета. Значительное место в работе должно быть уделено вопросу экономической эффективности проектируемой схемы автоматизации. В отдельных случаях в ВКР могут быть включены экспериментальные работы, выполняемые обучающимися на заводе или в лабораториях техникума.

ВКР состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка с эскизами, графиками, таблицами должна иметь объем 50 - 60 листов размера 210 на 297 мм (ГОСТ 2.106—68, формы 5 и 5а) и быть выполнена в соответствии с ГОСТ 2.105—68, нумерация страниц считается с титульного, на титульном листе и задании нумерация должна быть скрытая (т.е. на содержании ставиться третий номер страницы).

Состав и примерный объем разделов пояснительной записки следующий:

1. Титульный лист (Приложение 2).
2. Задание на ВКР (Приложение 3).
3. Содержание.
4. Введение.
5. Описание технологического процесса.
6. Выбор регулируемых величин и каналов внесения регулирующих воздействий.
7. Выбор контролируемых и сигнализируемых величин, параметров защиты.
8. Выбор средств автоматизации.
9. Спецификация средств автоматизации.
10. Описание электрических схем сигнализации, защиты, регулирования, блокировки и управления электроприводами.
11. Расчет автоматических устройств (Приложение 4).
12. Расчет настроек регулятора.
13. Монтаж приборов.
14. Грубный и кабельный журналы.
15. Эксплуатация приборов.
16. Техника безопасности.
17. Расчет экономической эффективности автоматизации.
18. Перечень использованной литературы.

Графическая часть ВКР состоит из четырех – пяти чертежей:

1. Функциональная схема автоматизации производственного участка.
2. Электрическая схема сигнализации, защиты, регулирования, блокировки, управления электроприводами.
3. Общий вид щита (пульты) управления.
4. Монтажно-коммутационные схемы соединений приборов на щите (пульте).
5. Схема проводов внешних соединений.

В качестве отдельного листа могут быть представлены экономические показатели ВКР и алгоритм расчета автоматических устройств.

Чертежи могут быть выполнены карандашом на бумаге формата А4 (ГОСТ 2.301—68) или в программе «Компас».

Задание на ВКР обучающийся получает непосредственно перед направлением его на преддипломную практику (не позднее, чем за две недели до начала практики). Задание является основным документом для проекта.

Тематика заданий составляется учебным заведением совместно с предприятиями, на которых будет проводиться преддипломная практика. Рекомендуется в задания включать вопросы, решение которых имеет практическое значение для этих предприятий. Примерная тематика ВКР приведена в приложении.

ВКР выполняется по графику, в котором указываются сроки выполнения отдельных разделов пояснительной записки и чертежей. В установленные согласно графику сроки учащийся обязан отчитываться о выполненной работе перед руководителем, который фиксирует степень готовности проекта (в процентах ко всему объему работы).

Обучающиеся обязаны являться на консультации согласно расписанию консультаций. По технологическим и экономическим вопросам могут быть выделены специальные консультанты.

Полностью выполненная ВКР сдается на проверку руководителю проекта. После просмотра работы руководитель пишет отзыв о работе обучающегося и сдается на проверку рецензенту. Рецензентом должен быть представитель работодателя. Затем работа с отзывом и рецензией сдается заместителю директора, по учебной работе.

После ознакомления с работой решается вопрос о допуске обучающегося к защите ВКР. Обучающийся должен быть ознакомлен с содержанием рецензии не позднее, чем за день до защиты проекта. Внесение изменений в ВКР после получения рецензии не допускается.

Защита ВКР проводится на заседании Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Доклад обучающегося при защите работы должен быть кратким (не более 20 - 25 мин.) и содержать обоснование всех принятых решений. Высокий технический уровень ВКР и успешная защита его дают возможность ГЭК присвоить обучающемуся звание техника.

Далее рассматриваются требования к изложению отдельных разделов ВКР.

## **2. Пояснительная записка**

### **2.1 Введение**

Указывается значение автоматизации производственных процессов в нефтяной и химической промышленности, даются основные направления в ее развитии. Указывается проблема исследования, актуальность ВКР, что является объектом исследования, предметом исследования, а также перечисляются задачи ВКР и методы исследования.

### **2.2 Характеристика объекта автоматизации**

Указывается назначение автоматизируемого участка, взаимосвязь его с другими участками предприятия. Дается описание технологии участка согласно принципиальной

схеме автоматизация. Приводятся данные о сырье, полуфабрикатах и конечном продукте. Необходимо дать описание основных машин и аппаратов, привести технологический режим.

### **2.3 Обоснование выбора регулируемых величин и каналов внесения регулирующих воздействий**

Данный раздел является основным разделом пояснительной записки. Первоначально следует указать назначение процесса, отнести его к определенному классу и типу, выявить показатель эффективности и уточнить цель управления процессом.

Затем процесс рассматривается с точки зрения возможных возмущающих воздействий, выявляются входные параметры, с изменением которых в объект управления будут поступать наиболее сильные возмущающие воздействия. Анализируется возможность их стабилизации. В том случае, если все возмущающие воздействия ликвидировать не удастся, необходимо изыскивать пути регулирования непосредственно режимных параметров. Если же и это осуществить не удастся, то в качестве главной регулируемой величины выбирается сам показатель эффективности или какой-либо косвенный параметр, четко отражающий изменения показателя эффективности.

При выборе регулируемых величин и каналов внесения регулирующих воздействий следует по возможности пользоваться статическими и динамическими характеристиками процесса.

### **2.4 Обоснование выбора контролируемых и сигнализируемых величин, параметров защиты и блокировки**

Выявляются параметры, которые следует контролировать из соображений пуска, наладки и ведения технологического процесса. Приводятся параметры, значения которых необходимы для проведения хозрасчетных операций и подсчета технико-экономических показателей.

Приступать к выбору сигнализируемых величин следует только после анализа процесса с точки зрения его взрыво- и пожароопасности, а также токсичности и агрессивности перерабатываемых веществ. Выделяется группа параметров процесса, с изменением которых может возникнуть авария, пожар, взрыв. Затем выявляются параметры, отклонение которых от режимных значений может повлечь за собой сильное нарушение технологического режима. В качестве параметров защиты выбираются те параметры, которые сигнализируются из соображений безопасности процесса.

### **2.5 Обоснование выбора средств автоматизации**

Выбор средств автоматизации должен быть произведен технически грамотно и экономически обосновано. Целесообразно в проекте использовать централизованное управление. Если предполагается использовать приборы с дистанционной передачей, то начинать выбор следует с обоснования ветви ГСП (пневматической, электрической, гидравлической), на которой будет базироваться система автоматического управления. При этом необходимо учитывать пожара - и взрывоопасность производства, требования к качеству регулирования, протяженность соединительных линий (трасс). Затем дается обоснование выбора конкретных автоматических устройств. Здесь принимается во внимание однотипность и серийность приборов, класс точности и стоимость их, место установки приборов, агрессивность и токсичность перерабатываемых веществ, количество измеряемых величин и т. д.

### **2.6 Спецификация**

В спецификацию включаются все автоматические устройства, нанесенные на принципиальную схему автоматизации. В ней должны быть приведены следующие сведения:

- 1) номер позиции, но принципиальной схеме автоматизации (в том случае, если несколько приборов имеют одинаковые характеристики, номера их позиций заносятся в одну строчку);
  - 2) наименование и техническая характеристика оборудования (прибора), завод изготовитель;
  - 3) Тип, марка оборудования (прибора);
  - 4) единицы измерения (например –шт.);
  - 5) количество приборов
- Форма спецификации приведена в приложении 5.

## **2.7 Описание принципиальной электрических схем сигнализации (защиты, регулирования, блокировки и управления электроприводами)**

Указывается, для какого агрегата построена данная схема. Даются назначение схемы и предусмотренные режимы работы (ручной, автоматический, аварийный и т.п.). Приводится последовательность срабатывания элементов схемы в различных режимах. В заключении даются типы электрических аппаратов и приборов схемы.

## **2.8 Расчет автоматических устройств**

В задание на ВКР входят расчеты измерительной диафрагмы (сопла), измерительной схемы электронного потенциометра или моста, диаметра регулирующего органа, устойчивости регулятора.

В отдельных случаях по указанию руководителя проекта должны быть проделаны в другие расчеты, например расчёт редуктора в приборе, профиля программного диска, настроек командного прибора типа КЭП-12у.

Расчет диафрагмы (сопел) должен проводиться в полном соответствии с «Правилами 28-64 измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами» Для расчета измерительной схемы автоматического потенциометра (моста) можно пользоваться приложениями.

Методика расчета диаметра регулирующего клапана приведена в приложении 4.

## **2.9 Монтаж средств автоматизации**

В этом разделе пояснительной записки необходимо дать обоснование выбранным способам монтажа первичных приборов, приборов на щитах, исполнительных механизмов, соединительных линий. Здесь же требуется обосновать тип принятого в проекте щита управления (шкафной, панельный, полногабаритный, малогабаритный). Должны быть указаны основные технические характеристики монтажных материалов (материал, диаметр, сечение в т. п.). Текст, должен сопровождаться небольших размеров иллюстрациями (схемами, рисунками) отдельных узлов монтажа.

Места установки приборов и способы их монтажа выбираются с учетом требований инструкций заводов-изготовителей. При монтаже должны быть обеспечены свободный доступ к приборам, хорошая видимость и освещенность шкал и диаграмм, удобство обслуживания приборов.

Особое внимание следует уделить выбору (проектированию) отборных устройств и приборов, монтируемых непосредственно на технологическом оборудовании. Так при использовании бобышки с резьбой на средах, обладающих коррозионными свойствами, демонтировать прибор бывает невозможно без разрушения резьбы. Здесь необходимо применить фланцевое соединение и указать материал прокладки. Если же аппарат работает на кислороде должны быть установлены специальные приборы и запорные органы.

Места установки сужающих устройств выбираются в соответствии с «Правилами 28—64 измерения расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами».

Ротаметры могут устанавливаться только на вертикальных трубопроводах с направлением потока снизу вверх. При установке ротаметров, счетчиков жидкостей и газов, регулирующих клапанов необходимо предусмотреть обводную линию. При установке термопар и термометров сопротивления штуцеры должны быть направлены вниз.

Отборные устройства для газоанализаторов обычно поставляются в комплекте с приборами.

Необходимо предусматривать устройства для продувки соединительных линий.

Приборы-датчики, устанавливаемые непосредственно в цехах, не следует разбрасывать на большие расстояния один от другого. Целесообразно их размещение на щитах. Вторичные приборы размещаются, как правило, на центральных щитах, в диспетчерских пунктах. Размещение приборов на щитах и другие вопросы, связанные с этим, приведены в разделе «Графическая часть» (лист 3).

В качестве соединительных линий для пневмоавтоматики наиболее перспективными являются пластмассовые трубы, имеющие ряд преимуществ перед трубами из цветных металлов и нержавеющей стали. Однако при выборе труб необходимо учитывать характер производственного помещения (агрессивность и взрывоопасность перерабатываемых веществ, температурные условия). Наиболее часто применяются трубы с внутренним диаметром 6 мм.

При выборе электрических проводок следует учитывать следующее. Во взрывоопасных помещениях классов В-1 и В-1а могут применяться только медные провода. В проекте должны быть указаны принятые способы монтажа (прокладки) всех соединительных линий.

## **2.10 Эксплуатация средств автоматизации**

В этом разделе должны быть даны правила (инструкции), соблюдение которых обеспечит правильный пуск и останов системы автоматизации, нормальную эксплуатацию приборов в установившемся режиме. Здесь указываются последовательность и способы включения в работу (выключения из работы) как отдельных приборов, так и всей автоматической системы.

Правила эксплуатации приборов излагаются в инструкциях, прилагаемых к приборам заводами-изготовителями.

Необходимо привести перечень работ, проводимых обслуживающим персоналом при аварийном снижении давления приборного воздуха, выключении электроэнергии, пара и т. п.

## **2.11 Трубный и кабельный журналы**

Исходя из схемы проводок внешних соединений (лист 5) необходимо произвести расчет потребных материалов: труб, проводов, кабелей и т. д. Полученные данные заносятся в трубный и кабельный журналы.

## **2.12 Экономический расчет**

Расчет экономической эффективности автоматизации учащийся должен производить на основе выбранных схем и данных. Все расчеты экономической эффективности автоматизации производятся в соответствии и в объеме, указанном в «Методической разработке по технико-экономическому обоснованию ВКР для химико-технологических и механико-эксплуатационных специальностей»

## **2.13 Техника безопасности**

В этом разделе излагаются основные правила и требования техники безопасности, промышленной санитарии и противопожарной техники, действующие на участке (в отделении, в цехе).

Указываются класс производства по санитарной классификации и категория производства по пожарной опасности, приводятся величины предельно допустимых концентраций вредных и токсичных веществ. Для огнеопасных и взрывоопасных веществ должны быть указаны пределы опасных концентраций в смеси их с воздухом и другими газами, температуры вспышки. Необходимо привести условия безопасной организации технологического процесса, правила эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Должен быть указан тип вентиляции, применяемой в цехе (отделении).

Необходимо показать порядок ремонта средств автоматизации на работающей технологической установке, особенно в условиях возможной загазованности окружающей среды, агрессивности и пожароопасности перерабатываемых веществ.

## **2.14 Литература и нормативно-техническая документация**

Здесь приводится перечень литературы, которая была использована при выполнении проекта. Для книг указываются следующие данные: фамилия и инициалы автора, название книги, издательство, год издания;

для журналов: название журнала, номер, год издания, название статьи, фамилия и инициалы автора, страницы.

## **3. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **3.1 Лист 1. Функциональная схема автоматизации производственного участка**

Функциональные схемы автоматизации являются головными чертежами, на основе которых разрабатываются остальные чертежи проекта. Они должны давать четкое и полное представление о том, что из себя представляет объект управления: как будет осуществляться контроль, регулирование, сигнализация, защита, блокировка и программное управление процесса, какие средства автоматизации используются при автоматизации.

Технологическая схема автоматизируемого участка наносится на схемы в сокращенном виде. В частности, не изображаются на схеме технологические аппараты и трубопроводы, играющие второстепенную роль при ведении процесса к тому же не оснащенные средствами автоматизации. Технологическая схема должна разворачиваться на чертеже слева направо.

Контуры графического обозначения отдельных аппаратов технологической схемы должны соответствовать действительной конфигурации аппаратов, а размерное соотношение обозначения должно примерно повторять действительное соотношение габаритов аппаратов. Толщина линий графического обозначения аппаратов 1:2 или 1:3 мм.

На обозначении каждого технологического аппарата наносится название аппарата. Если схема автоматизации сложна, рекомендуется присваивать аппаратам условные обозначения цифрами, которые проясняются в специальной таблице.

Трубопроводные коммуникации жидкости, газа и пара изображаются на схеме по ГОСТ 3464—68 «Условные обозначения трубопроводов для жидкостей и газов» (цветные обозначения применяются в мнемосхемах). Расстояние между цифрами на обозначениях трубопроводов должно быть не менее 50 мм. Если в ГОСТ отсутствует обозначение для какого-либо вещества, используемого в схеме автоматизации, разрешается вводить свои обозначения. При этом цифры на обозначении проставляются, начиная с 28. Все вновь введенные для обозначения трубопроводов цифры должны быть пояснены в таблице.

Для более детального указания характера среды, например, «вода чистая», «вода теплая», к цифровому обозначению разрешается добавлять буквенный или цифровой индекс

(1 ч; 1 т). Толщина линий условных обозначений трубопроводов может быть взята в пределах 0,6+ 1,5 мм (для коллекторов, располагаемых в верхней части схемы, взять толщину 1 мм, а расстояние между линиями — 10 мм; в остальных случаях 0,6 мм). Для облегчения чтения чертежа на обозначениях трубопроводов следует проставлять стрелки, указывающие направление движения вещества в трубопроводе (ГОСТ 2.721-68). Соединение и пересечение линий связи показывается по ГОСТ 2784-70.

После нанесения на лист технологической схемы условно обозначаются все средства, используемые для автоматизации процесса, кроме вспомогательной аппаратуры (фильтры, редукторы, соединительные коробки, источники питания, реле, предохранители, выключатели и т. д.). Относительно средств автоматизации, поставляемых комплектно с основным оборудованием, делается примечание.

Все средства автоматизации изображаются на схемах автоматизации по ГОСТ 3925—59 «Обозначения основных величин и условные изображения приборов в схемах автоматизации производственных процессов». Толщина линий всех условных обозначений 0,5-0,6 мм, а горизонтальная разделительная черта внутри обозначения прибора и линии связи 0,2-0,3 мм. В том случае, когда для применяемого автоматического устройства (или величины) в ГОСТ 3925-59 отсутствует условное обозначение, необходимо принять свое условное обозначение (в частности, обозначения можно взять из других ГОСТ). Принятые условные обозначения поясняются в таблице.

Обозначения приборов и устройств не щитового монтажа (термопары, счетчики, ротаметры, диафрагмы, манометры, регулирующие органы, исполнительные механизмы и т. п.), которые монтируются непосредственно на трубопроводах и аппаратах, наносятся на обозначения соответствующих трубопроводов и аппаратов в местах их действительного месторасположения.

Обозначения всей остальной автоматической аппаратуры сносятся в нижнюю часть чертежа. Вдоль нижней части лист та вычерчиваются прямоугольники, условно изображающие щиты, пульты, шкафы. Число их должно соответствовать действительности. Толщина линий прямоугольника 0,2-0,3 мм. Ширина прямоугольника 40 мм. С левой стороны на расстоянии 15 мм внутри прямоугольника проводится вертикальная линия и в образовавшееся поле (15x40 мм) вписывается название щита, условное изображение которого и представляет данный прямоугольник.

Для приборов, устанавливаемых непосредственно у технологического оборудования, например дифманометров, предусматривается свой прямоугольник. Рекомендуется располагать прямоугольники сверху вниз в следующей последовательности: приборы местные (если они устанавливаются без шкафов и щитов), шкафы местных приборов или щиты местного управления; щит вторичных приборов, щит блоков в преобразователей, щит сигнализации, графопанели.

В прямоугольнике показывается обозначение той аппаратуры, которая устанавливается на соответствующем ему щите. Расстояние между осями приборов в прямоугольнике может быть 12, 24, 36 мм и т. д.

Обозначения приемных устройств (первичных преобразователей), исполнительных механизмов связываются с датчиками (передающими преобразователями) вторичными и регулируемыми приборами соединительными линиями (расстояние между соседними параллельными линиям и должно, быть не менее 3 мм).

Не рекомендуется пересекать соединительными линиями условные обозначения технологических аппаратов и приборов. Около прямоугольников на соединительных линиях указываются максимальные значения измеряемых параметров. Соединительные линии от обозначений автоматических приборов, контакты которых используются в электрических схемах сигнализации, блокировочных зависимостей и защиты, объединяются в одну горизонтальную линию. Эта линия подписывается соответствующим образом, например: «В электрическую схему блокировочных зависимостей». Каждому элементу автоматических устройств на схеме присваивается номер позиции (буквенно-цифровое обозначение). Не

обходимо при этом придерживаться следующего принципа: все элементы одного автоматического устройства (первичный и передающий преобразователи, вторичный прибор и т. д.) получают одну в ту же цифру. Цифра 1 присваивается первому (слева) автоматическому устройству, 2 — второму и т. д. для того, чтобы различать элементы одного устройства, цифре придается цифровой(буквенный) индекс: первичному преобразователю — «1», передающему преобразователю — «2» и т. д. (высота цифры 3,5 мм, буквы 2,5 мм). Своего позиционного обозначения не имеет термобаллон манометрического термометра. Позиционного обозначения не имеют отборные устройства давления и уровня.

В том случае, когда схема сложна, рекомендуется применять адресный метод. На соединительной линии делается разрыв. Каждому концу линии присваивается одна и та же арабская цифра. Целесообразно сначала проставлять цифры у прямоугольника (слева направо: 1, 2, 3, 4 и т. д.).

В случае агрессивной среды между диафрагмой и дифманометром устанавливаются разделительные сосуды, а в случае пара - конденсационные.

Если в схеме многократно используются местные приборы с одинаковыми характеристиками, разрешается заносить в прямоугольник «Приборы на местных щитах» обозначение только одного прибора. Соединительные линии, отходящие в этих случаях, целесообразно объединять в одну линию. Допускается такое же объединение соединительных линий, идущих от нескольких датчиков к одному вторичному прибору.

Схема автоматизации должна быть ясной и четкой, с равномерным распределением по полю листа технологических аппаратов и средств автоматизации, с минимальным количеством пересечений и перегибов обозначений трубопроводов и соединительных линий.

Все надписи и цифры на схемах автоматизации необходимо выполнять нормальным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304—68. В правом нижнем углу листа, на котором выполняется схема, наносится основная надпись (см. ГОСТ 2.104—68). Над ней даются таблицы обозначений технологических аппаратов, трубопроводов и средств автоматизации, применяемых в схеме, но не предусмотренные в ГОСТ, и примечания, например, в отношении поставки тех или иных средств автоматизации совместно с технологическим оборудованием.

### **3.2 Лист 2. Принципиальные электрические схемы сигнализации, защиты, регулирования, блокировки и управления электроприводами.**

Данные схемы (ГОСТ 2.702—69, гл. 3) служат для изображения взаимосвязи между электрическими приборами, аппаратами и устройствами, которые обеспечивают автоматическое управление, защиту, блокировку, регулирование и сигнализацию процесса. В задание дипломного проекта входит одна из принципиальных электрических схем: силовой цепи с элементной схемой управления электроприводами; регулирования; защиты; блокировки; сигнализации.

В случае многопозиционных приборов должна быть приведена диаграмма замыкания контактов. Схемы вычерчиваются при снятом напряжении, т. е. в отключенном состоянии всех элементов. Общие силовые цепи изображаются на электрических схемах в многолинейном исполнении горизонтальными линиями толщиной 1 мм с расстоянием между ними 10 - 15 мм. Силовые цепи отдельных нагрузок наносятся на схему вертикальными линиями толщиной 0,6 мм с расстоянием между ними 15 - 20 мм.

Элементы электрической аппаратуры (автоматические выключатели, предохранители, контакты магнитных пускателей и т. д.) изображаются в силовых цепях, а также цепях управления, сигнализации, регулирования, защиты и блокировки согласно ГОСТ 2.721-68; 2.748-68; 2.749-70; 2.750-68; 2.751-68.

Размеры графических обозначений элементов приведены в ГОСТ 2.747-68. Элементы, размеры которых не установлены в ГОСТ 2.747-68, должны вычерчиваться в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах. Толщина линий условных обозначений должна быть такой же, как в ГОСТ. Разрешается толщину этих линий выполнять равной толщине линии электрической связи. Буквенные обозначения элементов приведены в ГОСТ 2.702-69.

В том случае, если в электрической схеме используется аппаратура или приборы, на которые отсутствуют условные обозначения в ГОСТ, следует ввести свои условные обозначения.

Принятые условные обозначения расшифровываются в таблице. Графические обозначения можно поворачивать на 45, 90, 180, 270, 360°.

Элементные схемы управления, регулирования, защиты, блокировки и сигнализации располагаются с правой стороны силовых цепей нагрузок. Если элементная схема не помещается по длине в одной колонке, то разрешается выполнять ее в нескольких колонках. Кроме того, разрешается в отдельных случаях, элементные схемы наносить не у силовых цепей. Это относится, например, к схемам сигнализации, которые часто выполняются общими для нескольких технологических аппаратов. Расстояние между линиями питания, толщина которых 0,4 мм, должно быть 140 -180 мм.

Отдельные цепи электрических схем рекомендуется изображать горизонтальными линиями (строками) толщиной 0,3 мм в последовательности (сверху вниз), определяемой порядком срабатывания, установленной в них аппаратуры (строчный способ) допускается располагать строки вертикально.

Все токоприемники (катушки пускателей; реле и соленоидов, лампы, звонки и т. п.) желательно располагать по одной или нескольким вертикалям. Это же правило касается и контактов элементов. Если элементная схема сложна, то для облегчения ее чтения с правой стороны следует дать надписи, поясняющие ее работу (ГОСТ 2.702-69).

Разрешается обрывать линии связи удаленных друг от друга элементов, например цепи накала электронных ламп (ГОСТ 2.702-69).

Допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в одну общую.

Условные позиционные обозначения элементов схемы должны характеризовать наименования или функциональные значения приборов или аппаратов схемы.

Рекомендуется условное обозначение принимать в виде сочетания букв и цифр. Буквенная часть отражает название и выполняемую функцию аппарата, например, промежуточное реле РП. Если таких реле в схеме несколько, то следует дополнить буквенное обозначение цифрой: РП I, РП2 в т. д. (буква а цифра одной высоты). для обозначения контактов аппаратуры ставятся цифры после обозначения аппарата, например, первый контакт реле РП1: РП1-1.

Позиционные обозначения проставляются рядом с условным графическим обозначением по возможности справа или сверху. Допускается выполнять схемы с цифровыми обозначениями элементов, представляющими сквозную нумерацию, начиная с единицы (цифры вписываются в окружность) см. ГОСТ 2.702-69.

Если в данной электрической схеме используются контакты электрических аппаратов, установленных в какой-либо другой схеме, то ЭТП контакты рекомендуется заключать в прямоугольник.

Маркировку цепей следует осуществлять согласно ГОСТ 9099-59. Маркировку цепей (проводников) производить так цепи питания — цифрами от 1 до 100; цепи измерения от 101 до 200; цепи сигнализации от 201 до 400; цепи управления в регулирования от 401 и выше.

Маркировку цепей схемы наносят независимо от нумерации зажимов аппарата, к которым подсоединяются проводники маркируемых цепей. Для удобства монтажа и эксплуатации рекомендуется наряду с принимаемой маркировкой около зажима аппарата проставлять в скобках их заводскую нумерацию.

Участки цепей, соединяющиеся в одном месте, а также проходящие через одно контактное соединение, должны иметь одинаковую маркировку. Рекомендуется помимо маркировки проводников, проходящих через одно разъемное контактное соединение, показывать на схеме этот разъем и над его графическим изображением в скобках давать его порядковый номер на сборке зажимов.

В случае использования многопозиционных аппаратов (командо-аппаратов КЭП, конечных и путевых выключателей, ключей управления, универсальных переключателей и т.п.), контактные системы которых настраиваются и работают в зависимости от состояния объекта управления или программы, на схему должны быть нанесены диаграммы замыкания контактов.

В верхней правой части чертежа даются примечания, а которых приводятся краткие пояснения по условиям работы и режимам объектов управления.

В правой нижней части над основной надписью выполняется перечень элементов, в который должны войти все элементы схемы. На принципиальной схеме допускается помещать указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей, которыми должны быть выполнены соединения элементов, а также указания о специфических требованиях к электрическому монтажу.

### **3.3 Лист 3. Общий вид щита или пульта управления.**

Данный лист должен давать полное представление о типе и размерах щита, расположении в связи приборов на нем, креплении щита к полу и стенам.

Чертеж должен содержать вид на щит с фасадной стороны, таблицу расшифровки надписей под приборами, электрическую в пневматическую схемы соединений приборов на щите.

Выбор типа и размеров щита следует производить, исходя из следующих соображений: назначения щита, количества и размеров аппаратуры, устанавливаемой на передней и задней сторонах щита, места расположения щита, требований техники безопасности. При выборе типа и размера следует пользоваться ГОСТ 3244—68 «Щиты в пультах. Корпусы и каркасы. Основные размеры».

Компоновку аппаратуры на фасадной стороне щита рекомендуется выполнять с учетом ряда положений, основные из которых приведены ниже.

Показания приборов должны считываться слева направо и сверху вниз, что достигается установкой приборов в соответствии с последовательностью технологического процесса. На каждой панели многопанельных щитов следует располагать приборы определенной части технологического процесса.

Приборы и аппаратуру следует размещать на высоте, обеспечивающей удобство их обслуживания и наблюдения за ними:

- показывающие приборы и аппаратура 800—2100 мм;
- самопишущие приборы 900—1600 мм;
- вспомогательная аппаратура контроля и управления (переключатели, ключи, кнопки и т. п.) 900—1500мм.

Приборам, показания с которых снимаются часто, а так же наиболее важным приборам необходимо отводить место в центральной части щита. Часто используемая аппаратура управления должна располагаться в наиболее доступном и удобном для оператора месте.

Рекомендуется выдерживать принцип объединения приборов как по функциональному признаку, так и приборов контроля с соответствующими органами управления.

Под приборами должны располагаться рамки с надписями, в которых указывается назначение приборов, а под органами управления рамки, показывающие производимые операции.

Расстояние между осями приборов по высоте и ширине щита должно выбираться так, чтобы могли свободно открываться крышки приборов и прокладываться электрические и трубные линии.

Способ установки и крепления щита определяется местом их расположения (на бетонном основании, на металлическом покрытии, на раме металлического перекрытия, на решетке двойного пола и др.).

### **3.4 Лист 4. Монтажно-коммутационная схема панелей управления**

На виде щита с фасадной стороны дается упрощенное изображение всех установленных приборов, аппаратуры управления, рамок для надписей под приборами, сигнальными лампами, аппаратурой управления (текст в рамках расшифровывается в таблице), проставляются размеры панелей щита и установочные размеры приборов и аппаратуры (по центру).

Электрические и пневматические схемы соединений приборов на щите выполняются отдельно в соответствии с ГОСТ 2.702-69, п. 4 (для электрических схем) и ГОСТ 2.704-68, п. 3 (для пневматических схем). Эти схемы выполняются для 2-х панелей щита — в дипломном проекте.

#### **Выполнение электрических схем соединений.**

Одной линией толщиной 0,5 мм изображаются контуры панелей щита (без масштаба). Приборы на панелях изображаются условно в виде прямоугольников (без масштаба) линией толщиной 0,5 мм. Допускается изображать приборы в виде внешних очертаний. На схеме, кроме приборов, указываются разъемы, зажимы, платы и т. п. Позиционное обозначение аппаратуры должно производиться в соответствии с принципиальной схемой автоматизации и принципиальной электрической схемой. Остальной аппаратуре присваивается позиционное буквенно-цифровое обозначение, например, панель: П1; автоматические выключатели: ВА1, ВА2. Маркировка проводников должна соответствовать принципиальной электрической схеме. Остальным проводникам дается позиционное обозначение следующими за взятыми из принципиальной электрической схемы цифрами. Условное обозначение электрических проводов делается линиями толщиной 0,4 - 1,0 мм. У разъемов должны быть таблицы с указанием подключения контактов (ГОСТ 2.702-69). При большом количестве электрических соединений данные о проводах и кабелях, а также адреса их присоединения должны быть сведены в таблицу, именуемую «Таблицей соединений». В этом случае таблицу у разъемов можно не делать. При небольшом количестве электрических соединений данные о проводах и кабелях указываются непосредственно около графических обозначений. Если все или большинство проводов и кабелей имеют одинаковые данные (марка, сечение), то допускается эти данные указывать на поле схемы.

Взаимное расположение условных обозначений приборов, их входных и выходных элементов должно соответствовать действительности. Допускается приводить в виде таблиц перечень приборов, проводов, жгутов и кабелей. Можно применить адресный метод (ГОСТ 2.702—69, черт. 6), если графическое изображение соединений затрудняет чтение схемы.

Если в кабеле используются не все жилы, то после марки кабеля в квадрате указывается количество занятых жил. Должны быть указаны марки всех проводов, сечения, при необходимости — расцветка, марки кабелей, количество занятых жил. Над основной надписью приводится перечень приборов и монтажных изделий. На поле схемы помещаются указания о монтаже (прокладка в защитных трубах, коробах, заземление и т. п.) — см. ГОСТ 2.702—69, приложение 2, пример 10. Помощь при выполнении схемы могут оказать примеры 11, 12, 13 приложения 2 к ГОСТ 2.702—69.

#### **Выполнение пневматической схемы соединений**

Одной линией толщиной 0,5 мм изображаются контуры панелей щита (без масштаба). Приборы и их соединения изображаются в виде упрощенных внешних очертаний (без масштаба). Трубопроводы изображаются сплошными линиями одной толщины от 0,6 до 1,5 мм. Перекрещивание и соединение линий показывается в соответствии с ГОСТ 2.784—70.

Позиционное обозначение аппаратуры должно производиться в соответствии с принципиальной схемой автоматизации. Остальной аппаратуре, а также линиям связи и соединениям трубопроводов присваивается цифровое позиционное обозначение по порядку). Сначала нумеруются приборы, далее линии, потом соединения трубопроводов. Маркировка трубопроводов производится арабскими цифрами перед которыми ставится нуль: 01, 02, ..., 012 и т. д. Составляется перечень приборов, линий связи и соединений (см. ГОСТ 2.704—68, перечень к черт. 3). Марки трубопроводов, ГОСТ на них, названия трубных соединений можно взять из ЛЗ. Помощь при выполнении пневматической схемы соединений может оказать черт. 3 в ГОСТ 2.704—68.

### **3.5 Л и с т 5. Схема проводок внешних соединений**

На монтажном чертеже показываются места установки средств автоматизации, трубные и электрические проводки с координацией их по отношению к строительным конструкциям здания, технологическому оборудованию и трубопроводам, а также узел прохода электрических и трубных линий в операторную.

При многоэтажном расположении оборудования следует давать поэтапные планы и разрезы здания и сооружений с указанием расстояния от уровня нулевой планировочной отметки. Контуры зданий и сооружений, а также технологическое оборудование следует изображать в масштабе (1:50; 1:100; как исключение — 1:200).

Технологические трубопроводы изображаются без масштаба, причем могут показаться только отдельные участки, с условным изображением устанавливаемых на них приборов или мест отбора сигналов.

Рядом с графическим обозначением прибора указывается его позиционное обозначение (по принципиальной схеме автоматизации). Для изображения средств автоматизации необходимо использовать символы, выполняемые без масштаба.

Трубные и электрические проводки изображаются в виде сплошных линий, а их позиционные обозначения проставляются в соответствии с принципиальной электрической схемой и пневматической схемой соединений приборов на щите.

Электрические и трубные линии, отходящие от отдельных приборов и идущие в одном направлении (например, к щиту управления), объединяются в одну линию, около которой проставляются позиционные обозначения объединенных линий (для 4-х объединенных линий позиционные обозначения проставляются около общей Линии; при большем количестве линий позиционные обозначения сносятся в таблицу).

Выбор места установки отборных устройств, измерительных и передающих преобразователей, исполнительных механизмов и регулирующих органов следует производить с учетом требований заводских инструкций, правил техники безопасности. Должны быть учтены: свободный доступ к приборам, хорошая видимость и освещенность шкал и диаграмм, требуемые условия для нормальной работы приборов (температура, влажность, вибрация). Трассы трубных и электрических проводок следует прокладывать так, чтобы они шли по кратчайшему пути с наименьшим количеством пересечений и перегибов, параллельно стенам, междуэтажным перекрытиям и колоннам, были доступны для монтажа и обслуживания, были расположены, возможно, дальше от технологического оборудования и технологических трубопроводов, а также от мест, где возможны вибрация и механические повреждения. Выбор проводок должен проводиться в зависимости от категории и класса производственных помещений, правил техники безопасности и условий на монтаж автоматических устройств.

## **Заключение**

Должно содержать:

- краткие выводы по результатам выполненной Выпускной квалификационной работы или отдельных её этапов;
- оценку полноты решения поставленных задач;
- разработку рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов работы;
- оценку технико-экономической эффективности (при необходимости);
- оценку научно-технического уровня выполненной работы в сравнении с известными достижениями в данной области.

## Список литературы

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки дипломированного специалиста 657900 - Автоматизированные технологии и производства [Текст]. – М.: Высшая школа, 2001. – 26 с.
2. Административно-управленческий портал [Электронный ресурс]: электр. библиотека. – Электрон. дан. – М., 1999. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/docs/d2/>. – Загл. с экрана.
3. ГОСТ 2.105 – 95. Общие требования к текстовым документам [Текст]. – Взамен ГОСТ 2.105-79; введ. 1996-07-01. – Минск: Издательство стандартов, 1996. – 36 с.
4. ГОСТ 34.201 – 89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплексность и обозначения документов при создании автоматизированных систем [Текст]. – Взамен
5. ГОСТ 24.101-80; введ. 1990-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1991. – С.105-127.
6. ГОСТ 34.003 – 90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения [Текст]. – Взамен ГОСТ 24.003-84; введ. 1992-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1991. – С.105 –127.
7. РД50 – 34.698-90 Методические указания/ Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1991. – С.66 – 96.
8. СТП 101-00. Общие требования и правила оформления выпускных квалификационных работ, курсовых проектов (работ), отчетов по РГР, по УИРС, по производственной практике и рефератов [Текст]. – Оренбург: ОГУ, 2000. – 62 с.
9. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание: Общие требования и правила составления [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.1-84; введ. 2004-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 48 с.
10. ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов: Общие требования и правила составления [Текст]. – Введ. 2002-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 23 с.
11. Мастерская Dr. dimdim [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения по докум. этапов разработки программ. продуктов и соответств. ГОСТы. – Электрон. дан. – М., [200\_]. – Режим доступа:
12. [http://www.info-system.ru/tech\\_doc/tech\\_doc.html](http://www.info-system.ru/tech_doc/tech_doc.html). – Загл. с экрана.
13. Diplom Maker [Электронный ресурс]: сайт дипломника. – Электрон. дан. – [Б.м.], [200\_]. – Режим доступа: <http://diplomaker.h1.ru/rules4.shtml>. –
14. Сердюк, А. И. Основы создания ГПС механообработки [Электронный ресурс]: [интерактив. учеб.]. – Электрон. дан. и прогр. – Оренбург: ОГУ, 2004. – Режим доступа: <http://fms-cim.narod.ru> – Загл. с экрана.
15. Ключев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М.: Энергия, 1980.-512 с.
16. РМ4-2-78. Системы автоматизации технологических процессов. Схемы функциональные. Методика выполнения. М.: Проектмонтажавтоматика, 1978. - 39 с.
17. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1985.
18. Плоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. М.: Химия, 1982.- 250 с.
19. Кузьминов Г.П. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов. ЛТА им. С.М.Кирова.- Л., 1974.- 89 с.

20. Буйлов Г.П. Методические указания для выполнения курсовой работы по курсу "Основы автоматики и автоматизации производственных процессов" ЛТИ ЦБП. - Л., 1974.- 64 с.
21. Камразе А.И., Фитерман М.Я. Контрольно-измерительные приборы и автоматика. М.: Высшая школа, 1980.- 208 с.

**Примерная тематика Выпускных квалификационных работ для обучающихся специальности 220703 Автоматизация технологических процессов и производств в химической промышленности.**

1. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации получения изопропилбензола методом алкилирования бензола пропилена
2. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса первичной перегонки нефти (АВТ-9)
3. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса разделения мазута на масляные фракции и гудрон (АВТ-9)
4. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения гидроперекиси изопропилбензола
5. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса ректификации нефтепродуктов.
6. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации парового котла.
7. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации водогрейного котла.
8. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения пара.
9. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса химводоподготовки.
10. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса деаэрации воды.
11. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса горения.
12. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса ректификации ацетона.
13. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса абсорбции ацетона.
14. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса нитрации бензола.
15. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса содовой промывки нитробензола.
16. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса кислой промывки нитробензола.
17. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса водной промывки нитробензола.
18. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения нитробензола.
19. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса промывки нитробензола.
20. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса каталитической очистки.

21. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса концентрирования слабой азотной кислоты.
22. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации отделения денитрации отработанных кислот.
23. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации отделения абсорбции нитрозных газов.

24. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения содового раствора.
25. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса сжигания щелоков.
26. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения аммонитов 6ЖВ.
27. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения эмульгатора.
28. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса концентрирования слабой серной кислоты.
29. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения продукта марки КМФ-15.
30. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса получения формалина.
31. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации процесса сжигания хвостовых газов.
32. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации установки селективного восстановления окислов азота.
33. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации барботажного концентратора.
34. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации хранилищ бензола.
35. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации хранилищ нитробензола.
36. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации скрубберной установки.

Государственное бюджетное профессиональное  
образовательное учреждение Самарской области  
«Чапаевский химико-технологический техникум»

Специальность 15.02.07 Автоматизация технологических  
процессов и производств в химической промышленности

Допустить к защите  
Директор ГБПОУ «ЧХТТ» \_\_\_\_\_ Е.В.Первухина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202  
\_г.

Выпускная квалификационная работа  
(дипломный проект)

Тема проекта: \_\_\_\_\_

Пояснительная записка

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ (И.О.Ф.)  
Консультант по автоматизации \_\_\_\_\_ (И.О.Ф.)  
Консультант по экономической части \_\_\_\_\_ (И.О.Ф.)  
Н. контролёр \_\_\_\_\_ (И.О.Ф.)  
Рецензент \_\_\_\_\_ (И.О.Ф.)  
Обучающийся \_\_\_\_\_ (И.О.Ф.)

Министерство образования и науки Самарской области  
Государственное бюджетное  
профессиональное образовательное  
учреждение Самарской области «Чапаевский  
химико-технологический техникум»

Специальность 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств в  
химической промышленности

**Утверждаю"**  
Директор ГБПОУ «ЧХТТ»

Е.В. Первухина

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Задание**  
**на Выпускную квалификационную работу**  
**(дипломный проект)**

обучающемуся IV курса, 43 группы

**Неверову Илье Петровичу**  
(ФИО)

**Тема проекта:** Контроль и метрологическое обеспечение систем автоматизации в процессе химводоподготовки и деаэрации в цехе №20 на предприятии АО «Промсинтез»

**1. Исходные данные к проекту:**

Технологическая схема процесса;  
Описание технологического процесса;  
Данные для расчетов.

**2. Перечень подлежащих разработке вопросов по технологии:**

Охарактеризовать объект автоматизации;  
Описать ход технологического процесса. Представить блок-схема процесса. Описать применяемые материалы.

**3. Перечень подлежащих разработке вопросов по проектированию систем**

**автоматизации:**

Выбрать регулируемые величин заданного процесса;  
Выбрать контролируемые и сигнализируемые величины заданного процесса;  
Осуществить выбор средств автоматизации;  
Осуществить метрологическое обеспечение систем автоматизации;  
Описать работу составленной электрической или пневматической схемы технологической сигнализации;  
Описать способы произведенного монтажа выбранных метрологических средств автоматизации;  
Описать особенности эксплуатации выбранных метрологических средств автоматизации;  
Составить трубно-кабельный журнал;

Перечислить правила техники безопасности для ведения процесса;

Разработать мероприятия по охране окружающей среды.

**4. Перечень подлежащих разработке вопросов по расчётам средств автоматизации:**

Выполнить расчет сужающего устройства расходомера; Выполнить расчет регулирующего органа;

Выполнить расчет измерительной схемы автоматического моста или потенциометра; Выполнить расчет устойчивости автоматического регулятора;

**5. Перечень подлежащих разработке вопросов по расчёту экономических показателей:**

Выполнить расчет затрат на производство единицы продукции с учётом автоматизации.

**6. Специальный вопрос:**

Составить структурную схему службы главного метролога; Перечислить обязанности мастера КИПиА.

**7. Перечень графических разработок (с указанием формата чертежа):**

Выполнить схему контроля и метрологического обеспечения процесса ( формат А1);

Составить электрическую схему технологической сигнализации (формат А1);

Составить общий вид щита управления метрологического обеспечения средств автоматизации(форматА1);

Выполнить монтажно-коммутационную схему щита КИПиА (форматА1);

Составить схему проводов внешних соединений (формат А1);

Выполнить план расположения метрологического обеспечения средствами автоматизации (формат А3 или А4)

Научный руководитель ВКР \_\_\_\_\_

(подпись)

М.Ю. Толмачева

(инициалы, фамилия)

Консультант (рецензент)

по автоматизации \_\_\_\_\_

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Консультант по экономической части \_\_\_\_\_

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Рассмотрено на заседании предметной (цикловой) комиссии

автоматизации и информационных технологий

Протокол № \_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_\_ года.

Председатель предметной (цикловой) комиссии \_\_\_\_\_

(подпись)

М.Ю. Толмачева

(инициалы, фамилия)

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Срок окончания проекта \_\_\_\_\_

Обучающийся \_\_\_\_\_

(подпись)

И.П.Неверов

(инициалы, фамилия)

**Выбор и расчет регулирующего органа.****Цель расчета:**

1. Расчет условной пропускной способности ( $K_{vн}$ );
2. Выбор диаметра условного прохода ( $D_y$ );
3. Выбор конкретного типа клапана.

**Исходные данные:**

1. Вещество -
2. Температура вещества  $t^0 = \dots$  °C
3. Максимальный объемный расход  $Q_{o \max} = \dots$  м<sup>3</sup>/ч
4. Минимальный объемный расход  $Q_{o \min} = \dots$  м<sup>3</sup>/ч
5. Давление в начале участка трубы, на котором стоит клапан  $P_n = \dots$  кгс/см<sup>2</sup>

6. Давление в конце трубы  $P_k = \dots$  кгс/см<sup>2</sup>
7. Длина трубопровода  $L = \dots$  м
8. Внутренний диаметр трубопровода  $D_{тр} = \dots$  мм  
Трубопровод имеет конец выше (ниже) начала на  $Z = \dots$  м  
Количество вентилей  $\dots$  шт.  
Количество колен  $\dots$ , на  $L = \dots$  °.

### Расчет.

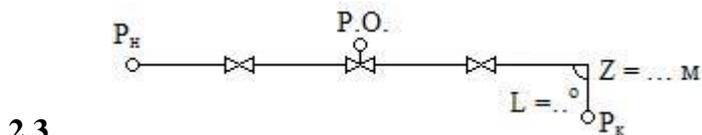
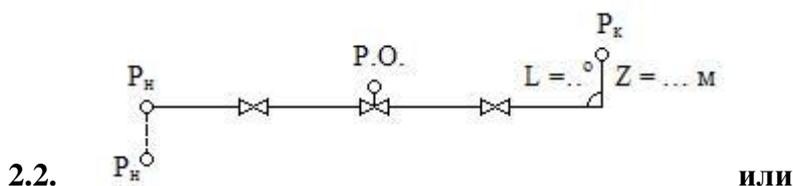
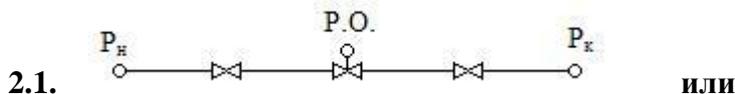
1. Из таблиц находим недостающие для расчета данные:

$$\rho = \dots \text{ кг/м}^3$$

$$\mu = \dots \text{ сПз}$$

плотность вещества      динамическая вязкость

2. Составляем схему трубопровода:



3. Определяем число Рейнольдса для max и min расходов по одной из формул стр. 437-439 (Шипетин «Техника проектирования систем автоматизации тех. процессов» 1976г. 496 стр.)

$$Re_{\max} = 354 \frac{Q_{o \max} \cdot \rho}{D_{mp} \cdot \mu}; Re_{\max} =$$

$$Re_{\min} = 354 \frac{Q_{o \min} \cdot \rho}{D_{mp} \cdot \mu}; Re_{\min} =$$

4. Определяем среднюю скорость потока для max и min расходов:

$$\omega_{\max} = 353 \frac{Q_{o \max}}{D_{mp}^2}; \omega_{\max} =$$

$$\omega_{\min} = 353 \frac{Q_{o \min}}{D_{mp}^2}; \omega_{\min} =$$

5. Определяем коэффициент трения для max и min расходов по формуле исходя из условий:

$$\text{если } Re_{\max} > 2300, \pi_{\max} = \frac{0.3164}{Re_{\max}^{0.25}}; \pi_{\min} = \frac{0.3164}{Re_{\min}^{0.25}}$$

$$\text{если } Re_{\max} < 2300, \pi_{\max} = \frac{64}{Re_{\max}}; \pi_{\min} = \frac{64}{Re_{\min}}$$

6. Определяются потери на трение при max и min расхода:

$$\Delta P_{T \max} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot \frac{L}{D_{mp}} \cdot \omega_{\max}^2 \cdot \rho; \Delta P_{T \max} =$$

$$\Delta P_{T \min} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot \omega_{\min} \cdot L \cdot \omega_{\min}^2 \cdot \rho ; \Delta P_{T \min} =$$

7. Определяем потери на местные сопротивления. Для этого находим коэффициенты местных сопротивлений. стр. 510 (Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. «Примеры и задачи по

курсу процессов и аппаратов технологий», 1976 г.)

Для входа в трубу  $\xi_{\text{вх}} = 0,5$

Для выхода из трубы  $\xi_{\text{вых}} = 1$

Для колена  $\xi_{90^\circ} = 1,1$

Для вентиля  $\xi_{\text{вент}} = 5$

$$\Delta P_{M \max} = 5 \cdot 10^{-6} (\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + 2\xi_{\text{вент}} + \xi_{90^\circ}) \cdot \omega_2 \cdot \rho ; \Delta P_{M \max} =$$

$$\Delta P_{M \min} = 5 \cdot 10^{-6} (\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{вых}} + 2\xi_{\text{вент}} + \xi_{90^\circ}) \cdot \omega_2 \cdot \rho ; \Delta P_{M \min} =$$

8. Определяем суммарные потери:

$$\Delta P_{\Pi \max} = \Delta P_{T \max} + \Delta P_{M \max} \quad / \text{ кгс/см}^2 /$$

$$\Delta P_{\Pi \min} = \Delta P_{T \min} + \Delta P_{M \min} \quad / \text{ кгс/см}^2 /$$

9. Определяем перепады давления на регулирующем клапане:

$$\Delta P_{\max} = [(P_n - P_k) \pm 10^4 \cdot Z \cdot \rho] - \Delta P_{\Pi \min} \quad / \text{ кгс/см}^2 /$$

$$\Delta P_{\min} = [(P_n - P_k) \pm 10^4 \cdot Z \cdot \rho] - \Delta P_{\Pi \max} \quad / \text{ кгс/см}^2 /$$

(«+», если конец выше начала; «-», если конец ниже начала; если участок прямой, то «+» и  $Z = 1$ )

10. Определяем max и min пропускную способность клапана с учетом коэффициента запаса:

$$K_{V \max} = 1.2 \cdot Q_{o \max} \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot \rho}{\Delta P_{\min}}} \quad / \text{ м}^3/\text{ч} /$$

$$K_{V \min} = 1.2 \cdot Q_{o \min} \sqrt{\frac{10^{-3} \cdot \rho}{\Delta P_{\max}}} \quad / \text{ м}^3/\text{ч} /$$

11. По таблице стр. 295 выбираем стандартные значения. (Кошарский Б. Д. «Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы»)

$D_y$  и  $K_{Vy}$

(желательно, чтобы  $D_y = D_{\text{тр}}$ , а  $K_{Vy} \geq K_{V \max}$ )

$D_y = \dots$  мм  $K_{Vy} = \dots$  м<sup>3</sup>/ч

12. Находим  $Re_{\max}$  для  $D_y$ :

(если  $D_y = D_{\text{тр}}$ , то расчет не нужен и  $Re_{\max}$  берем из п. 3)

### Расчет сужающего устройства расходомера

**Цель расчета:**

1. Выбор типа сужающего устройства.
2. Выбор типа дифманометра.
3. Определение диаметра отверстия сужающего устройства.

**Исходные данные:**

Измеряемая среда –

Абсолютное давление  $P = \dots$

кгс/см<sup>2</sup> Температура  $t = \dots$  °C

Внутренний диаметр трубы  $D_{\text{тр}} = \dots$  мм

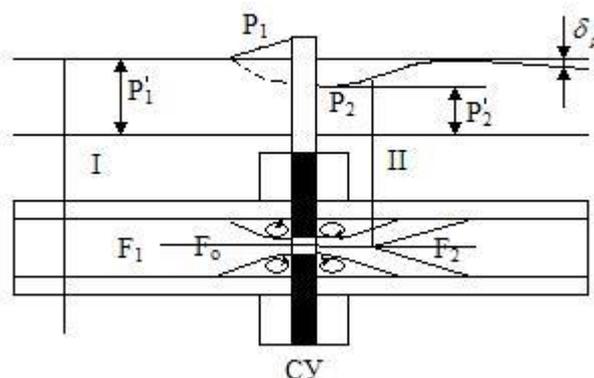
Максимальный объемный расход  $Q_{0 \max} = \dots$  м<sup>3</sup>/ч

Минимальный объемный расход  $Q_{0 \min} = \dots$  м<sup>3</sup>/ч

Допустимые потери давления в сужающем устройстве  $P_n = \dots \text{ кгс/см}^2$

Имеющийся прямой участок трубы  $\frac{l}{D_{тр}} = \dots$

Перед сужающим устройством стоит вентиль.



Принцип действия основан на зависимости перепада давления на сужающем устройстве (СУ) от расхода.

#### Расчет.

1. Определяем необходимые для расчета плотность и динамическую вязкость (Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов в химической технологии» 1976 г. Стр. 327)

$$\rho = \dots \text{ кг/м}^3$$

$$\mu = \dots \text{ сПз.}$$

2. Выбираем сужающее устройство – нормальная диафрагма.

3. Выбираем тип дифманометра – мембранный.

4. Определяем максимальный массовый расход:

$$Q_{M \max} = Q_{o \max} \cdot \rho$$

5. Из стандартного ряда чисел (1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0;  $10 \cdot 10^n$ ) по максимальному массовому расходу выбираем ближайшее число большее заданного на 20 – 25%

и принимаем его за максимальный расход.

$$Q_{M \max} = \dots \text{ кг/ч;}$$

6. По одной из формул (стр. 437 – 439 Шипетин «Техника проектирования систем автоматизации тех. процессов». 1976) вычисляем число Рейнольдса, которое соответствует минимальному расходу:

$$Re_{\min} = 354 \frac{Q_{o \min} \cdot \rho}{D_{тр} \cdot \mu}; Re_{\min} = \dots$$

7. Из графика 1 рис. XI.I (стр. 444 учебник Шипетин) определяем для каких модулей диафрагмы выполняется условие  $Re_{\min} > Re_{гр}$

Из графика видно, что условие  $Re_{min} > Re_{гр}$  выполняется при  $m \leq \dots$  ( $Re_{min} > Re_{гр}$ , при  $m < m_{max}$ )

8. Определяем произведение  $m \cdot \alpha$ , для трех соседних  $\Delta P_n$ , взятых из стандартного ряда чисел (раздел 5 расчета) по одной из формул (стр. 440 – 443 учебник Шипетин) производим расчет.

( $\Delta P_n$  - стандартный предел измерения дифманометра в кгс/м<sup>2</sup>. Их выпускают на мах (X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>)

перепады давлений 10; 16; 25; 63; 100; 160; 250; 630; 1000; 2500; 4000; 6300.

$$m \cdot \alpha = \frac{Q_{M \max}^n}{0.01252 \cdot D_{тр}^2 \sqrt{\Delta P_n \cdot \rho}}$$

Результаты измерений заносим в таблицу:

$\Delta P_n$ кгс/м <sup>2</sup>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
$m \cdot \alpha$			
$\alpha$			
$m$			
$\frac{l_1}{D_{тр}}$			
$\frac{\Delta P_n}{\Delta P}$			
$P_n$ кгс/м <sup>2</sup>			

9. Для вычисленных значений  $m \cdot \alpha$  по графикам XI.3 (стр. 444 учебник Шипетин) определяют величины  $m$  и  $\alpha$  и заносим в таблицу.

10. По значениям  $m$  из графика XI.II (стр. 451 учебник Шипетин) определяем необходимый прямой участок трубопровода перед сужающим устройством  $\frac{l}{D_{тр}}$  и заносим в таблицу.

11. По значениям  $m$  из графика XI.13 (стр. 452 учебник Шипетин) определяем потери давления

в сужающем устройстве  $\frac{\Delta P}{\Delta P_n}$  и заносим в таблицу.

$$P_n = \frac{(\frac{P_n}{\Delta P}) \cdot \Delta P}{100}; \text{ (Рассчитываем для 3-х значений) } X_1, X_2, X_3.$$

12. Из расчетной таблицы видно, что наиболее целесообразным является перепад давления на

диафрагме  $\Delta P_n = \dots$  кгс/м<sup>2</sup>, т. к. при этом располагаемый прямой участок трубопровода > требуемого, потери давления < допустимого и модуль близок к оптимальному.

13. Вычисляем диаметр отверстия диафрагмы:

$$d = D_{тр} \sqrt{m}; \quad d = \dots \text{ (мм)}$$

14. Произведем проверку расчета по формуле:

$$Q_{M \max} = 0.01252 \cdot \alpha \cdot d^2 \sqrt{\Delta P_n \cdot \rho} \text{ (кг/ч)}$$

Относительная погрешность измерения расхода составит:

$$\eta = \frac{\left| \frac{Q^n}{M_{\max}} - \frac{Q}{M_{\max}} \right|}{\frac{Q^n}{M_{\max}}} \cdot 100\%$$

Расчет считается выполненным верно, если  $\eta < 5\%$

Примечание для справки:

(в расчет не писать, для себя) Для п. 12. Из исходных данных берем  $P_n$  и  $\frac{l_1}{D_{np}}$  и сравниваем их

Со значениями в таблице, т. е. сравниваем расчетные значения потери и давления, и прямого Участка трубы с заданными в исходных данных. Табличные значения должны быть  $<$  заданных.

Из 3-х рассчитанных диафрагм выбираем ту, которая удовлетворяет обоим требованиям. Теперь выбор ведется по величине модуля. Если в пункте указывается ограничение по модулю,

То сравнивают  $m$  выбранной диафрагмы с ограничением. Если подходят 2 диафрагмы, то у них

Выбирают ту, у которой модуль ближе оптимальному значению (0,28 – 0,3). Если не одна из 3-х

Диафрагм не подходит, то берут другие значения  $\Delta P_n$  и расчет повторяют.

Приложение 5

Позиция	Наименование и техническая характеристика оборудования. (завод-изготовитель)	Тип, марка оборудования	Единицы измерения	Кол-во
1	2	3	4	5





