МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания к выполнению
выпускной квалификационной работы

Чебоксары
2021

УДК 66.0(075.8)+502(075.8)
ББК Л1я73+Е0*88я73

Составители:
Л.И. Мухортова,
И.В. Глушков,
К.В. Липин,
Т.Г. Константинова

Химическая технология и защита окружающей среды: метод. указания к выполнению выпускной квалификационной работы / сост. Л.И. Мухортова, И.В. Глушков, К.В. Липин, Т.Г. Константинова. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2021. – 84 с.

Содержат основные требования к выполнению выпускной квалификационной работы, содержанию и оформлению пояснительной записки и графической части.

Для обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 18.03.01 «Химическая технология» и 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Ответственный редактор канд. хим. наук,
доцент А.А. Сазанова

Утверждено Учебно-методическим советом университета

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНЫМ КВАЛИФИКАЦИОННЫМ РАБОТАМ 4
2. БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА.....9
2.1. Выполнение бакалаврской работы 9
2.2. Содержание бакалаврской работы.....10
3. БАКАЛАВРСКИЙ ПРОЕКТ.....15
3.1. Структура и содержание пояснительной записки 15
3.2. Оформление графической части проекта.....28
3.2.1. Технологическая схема производства 30
3.2.2. Монтажно-компоновочные чертежи 38
3.2.3. Размещение оборудования 41
3.3. Чертеж общего вида аппаратов.....43
4. ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ.....48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 50
ПРИЛОЖЕНИЯ 55
А. План-график выполнения выпускной квалификационной работы.....55
Б. Правила оформления текстовых документов.....57
В. Форма отзыва о выпускной работе 59
Г. Форма титульного листа бакалаврского проекта.....61
Д. Пример оформления реферата 62
Е. Пример блок-схемы технологического процесса 63
Ж. Развернутая схема автоматизации 64
И. Условные обозначения оборудования на схемах 65
К. Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов.....71
Л. Цифровые обозначения трубопроводов 72
М. Примеры технологических схем 74
М1. Технологическая схема установки ректификации 74
М2. Технологическая схема установки адсорбции.....76
Н. Примеры монтажных и компоновочных чертежей.....78
П. Примеры оформления чертежей общего вида аппаратов.....80
П1. Колонна абсорбционная. Чертеж общего вида.....80
П2. Адсорбер. Чертеж общего вида 82

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНЫМ КВАЛИФИКАЦИОННЫМ РАБОТАМ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

ВКР для квалификации бакалавр выполняется в форме бакалаврской работы и бакалаврского проекта. Она представляет собой самостоятельную прикладную или теоретическую работу, подтверждающую уровень знаний и умений, способность применять знания при решении практических задач [1].

ВКР имеет целью:

– систематизировать и закрепить теоретические знания обучающихся, необходимые при решении конкретных профессиональных задач в практической деятельности учителя;

– показать необходимый (высокий) уровень мировоззренческой, общенаучной и специальной подготовки выпускника; уровень освоения методов научного анализа сложных социогуманитарных процессов; умение формировать теоретические обобщения и практические выводы; способность применять теоретические знания и практические навыки при исследовании культурологического материала, при решении конкретных методических задач, стоящих перед учителем в современных условиях;

– приобрести навыки самостоятельной научной работы – планирования и проведения исследований, внедрения полученных результатов, их правильного изложения и оформления.

Перечень тем ВКР разрабатывается кафедрой и ежегодно обновляется.

Темы бакалаврских работ имеют следующие направления:

– исследование и/или оптимизация химико-технологических процессов экспериментальными, теоретическими методами, методами математического моделирования;

– исследование процессов очистки и утилизации газовых выбросов, сточных вод и переработки отходов;

– разработка или усовершенствование методов анализа газовых выбросов, сточных вод и отходов;

– исследование состояния воздушного бассейна, поверхностных и грунтовых вод, почвы в районах и городах Чувашской Республики и в других регионах;

– разработка проекта предельно допустимых выбросов (ПДВ) и нормативов допустимых сбросов (НДС);

– разработка проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение;

– разработка проекта санитарно-защитной зоны предприятия;

– раздела проекта «Охрана окружающей среды» производства (сооружения) с определением ПДВ и НДС.

Темы бакалаврских проектов предусматривают, как правило, разработку проектов:

– производства химической продукции;

– усовершенствования технологии производства органических веществ;

– установки малоотходной и безотходной технологии;

– установки (сооружения) очистки газовых выбросов, или сточных вод, или переработки жидких и твердых отходов;

– усовершенствования технологии рекуперации растворителей, реагентов, катализаторов;

– усовершенствования технологии переработки жидких и твердых отходов производства и потребления.

Темы ВКР разрабатываются выпускающими кафедрами с указанием предполагаемых научных руководителей по каждой теме и базы для реализации ее подготовки. Тематика ВКР обсуждается на первом в очередном учебном году заседании кафедры и рекомендуется к рассмотрению Ученым советом факультета.

Ученый совет химико-фармацевтического факультета утверждает перечень тем ВКР, предлагаемых обучающимся.

Кафедра доводит тематику ВКР до сведения обучающихся не позднее чем за 6 месяцев до даты начала ГИА, публикуя информацию на сайте факультета в сети «Интернет» и размещая тематику на информационной доске кафедры.

Обучающимся предоставляется право выбора темы ВКР вплоть до предложения своей темы с обоснованием целесообразности ее разработки.

Вопросы утверждения тем ВКР, назначения руководителей (в необходимых случаях – консультантов) рассматриваются на заседании кафедры. По представлению кафедры и декана факультета темы ВКР и руководители ВКР утверждаются приказом ректора.

Работа по подготовке ВКР ведется в течение периода, отведенного для ее выполнения графиком учебного процесса. Выполнению ВКР предшествует прохождение преддипломной практики, в рамках которой обучающимися собираются необходимый фактический материал, статистические данные, иная информация, необходимая для разработки технологического проекта по выбранной теме [2]. В соответствии с темой ВКР руководитель научно-исследовательской и преддипломной практики выдает обучающемуся задание по изучению объекта исследования (проектирования) и сбору материала.

После окончания преддипломной практики руководитель ВКР:

– помогает обучающемуся разработать календарный график работы на весь период выполнения ВКР (прил. А);

– рекомендует необходимую основную литературу, справочные материалы и другие источники по теме;

– проводит систематические беседы с обучающимся и дает ему консультации, назначаемые по мере надобности;

– проверяет выполнение работы по частям и в целом.

Обучающийся может выполнять ВКР в учебной организации, на промышленном предприятии, в научных, проектно-конструкторских и других учреждениях.

За принятые в ВКР решения и за правильность всех данных отвечает обучающийся – автор работы.

Результаты бакалаврской работы оформляются в виде пояснительной записки и иллюстрационных материалов (презентаций, схем, макетов), результаты бакалаврского проекта – в виде пояснительной записки, графической части и иллюстрационных материалов для доклада при защите проекта.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями ГОСТа 7.32-2017 [3]. Основные правила оформления текстовой части пояснительной записки приведены в прил. Б.

Содержание ВКР должно соответствовать основной образовательной программе и профилю подготовки бакалавра. Причем тематика работ должна быть реальной и соответствовать современному научно-техническому уровню производства, уровню развития данной отрасли знаний и согласовываться с конкретными задачами кафедры, связанными с разработкой новой технологии или развитием соответствующих областей знаний. ВКР должна быть направлена на детальную разработку отдельных аспектов какой-либо комплексной задачи.

ВКР должна отвечать ряду обязательных требований:

1) самостоятельность исследования. Материал ВКР должен содержать более 50 % оригинального текста, установленного университетской системой для проверки текстов на оригинальность «Антиплагиат» (chuvsu.antiplagiat.ru), и закреплен протоколом проверки.

В объем оригинального текста входят:

– собственные суждения автора,

– суждения и данные, заимствованные из других научных, учебных, нормативно-правовых, статистических, архивных источников, на которые автор ссылается для обоснования своей позиции или ведения полемики по предмету исследования и на которые имеется ссылка (заимствования из «белых» источников);

2) анализ литературы по теме исследования;

3) связь предмета исследования с актуальными проблемами современной науки и практики;

4) логичность изложения, убедительность представленного фактического материала, аргументированность выводов и обобщений;

5) научно-практическая значимость работы.

ВКР должна сочетать теоретическое освещение вопросов темы с анализом практики, показывать общую и правовую культуру обучающегося; носить творческий характер с использованием актуальных статистических данных и действующих нормативно-правовых актов; отвечать требованиям логичного и четкого изложения материала, доказательности и достоверности фактов.

Завершенная ВКР, подписанная обучающимся и консультантами, представляется руководителю. После просмотра и одобрения ВКР руководитель подписывает ее и вместе со своим письменным отзывом (прил. В) представляет заведующему кафедрой.

В отзыве должна быть характеристика проделанной работы по всем разделам.

Кафедра химической технологии и защиты окружающей среды проводит предварительную защиту выпускных квалификационных работ. На предварительной защите должны быть созданы условия для выступления обучающихся с докладами. По результатам предварительной защиты на заседании выпускающей кафедры в присутствии руководителя и обучающегося решается вопрос о допуске обучающегося к защите. Заседание кафедры оформляется протоколом. При проведении предварительной защиты на выпускающей кафедре (в случае успешного прохождения предварительной защиты) обучающийся допускается к защите выпускной квалификационной работы (оформляется выписка из заседания кафедры).

После завершения подготовки обучающимся ВКР руководитель ВКР представляет на выпускающую кафедру письменный отзыв о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы

В течение десяти дней после защиты ВКР размещается в электронной библиотечной системе университета на основании заявления обучающегося на размещение ВКР в электронной библиотечной системе университета.

2. БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

2.1. Выполнение бакалаврской работы

Главной частью бакалаврской работы является, как правило, эксперимент. Однако ему предшествует значительная подготовительная работа, направленная на осмысление задачи, определение существующего научного уровня вопроса и составление рабочего плана.

Стратегический план работы, постановку задачи и главные пути решения, как правило, определяет руководитель ВКР, хотя не исключено, что обучающийся может сделать проработку этих вопросов самостоятельно или же принять в этом деле активное участие.

Обучающиеся должны участвовать в решении или самостоятельно решать тактические вопросы планирования эксперимента. Для составления рабочего плана сначала необходимо четко определить и понять задачу и цель исследования, сформулировать, в чем заключается сущность предлагаемой идеи, новизна и актуальность темы, ее теоретическая и практическая ценность. Полное понимание всего этого возможно только после осмысления современного состояния вопроса по теме на основе систематического изучения литературы и других необходимых материалов, анализа и объяснения их. Эта часть работы в итоге составит основу литературного обзора, требующего лишь некоторых уточнений и дополнений.

После выполнения такой подготовительной работы обучающийся разрабатывает рабочий план, представляющий собой подробный перечень исследовательской работы по этапам со всеми подробностями и максимально возможной конкретизацией вопросов. Предварительное планирование необходимо для рациональной организации самостоятельной работы. Хорошо продуманный план, строгая последовательность выполнения намеченных дел, ежедневный самоконтроль и проверка их выполнения – залог продуктивности всякой работы.

При составлении рабочего плана требуется рассматривать, как правило, следующие вопросы:

– поиск и выбор наиболее подходящих методов очистки и утилизации газовых выбросов, сточных вод и переработки отходов;

– выбор интервалов условий и минимальное количество опытов при подборе оптимальных или близких к оптимальным условиям параметров;

– выбор метода и методики для текущего контроля изучаемого процесса.

Любой эксперимент, если он как-то испорчен или идет не так, как планировался, если уже затрачен значительный труд, доведите до конца. При этом обязательно выявятся особенности, полезные при повторении опыта.

Важно правильно определить, какая работа в данный момент является главной, какая – вспомогательной. Не рекомендуется одновременно делать несколько опытов, и, конечно, заниматься только одним малотрудоемким процессом также не продуктивно.

Недостающую литературу заказывайте по межбиблиотечному абонементу (МБА) немедленно по выявлению. Обычно заказы по МБА выполняются долго, тем не менее таким образом можно получить необходимую информацию быстрее, а часто и надежнее, чем экспериментальным путем.

2.2. Содержание бакалаврской работы

Обучающийся в научных кружках при выполнении курсовых работ и ВКР знакомится с большим количеством научных статей, отчетов по научно-исследовательским работам и даже с диссертациями. При этом складывается определенное представление о форме научной публикации. Чтобы закрепить этот необходимый для научного работника стереотип, при оформлении дипломных работ также целесообразно придерживаться наиболее общих правил оформления авторитетных научных публикаций. ВКР как по сути, так и по форме ближе всего к научно-исследовательской работе. Эти две формы научных трудов отличаются глубиной рассмотрения и объемом изложения результатов исследований одного автора по определенной достаточно узкой теме.

Структура работы. Бакалаврская работа имеет, как правило, следующий состав.

1. Титульный лист.
2. Реферат.
3. Содержание.
4. Определения, обозначения, сокращения (при наличии).
5. Введение.
6. Литературный обзор.
7. Выбор направления исследований.
8. Методология экспериментальных (теоретических) исследований.
9. Обобщение результатов исследований.
10. Рекомендации и исходные данные по использованию результатов исследования.
11. Технико-экономическая и/или экологическая оценка предлагаемых технических или организационных решений.
12. Заключение.
13. Список использованной литературы.
14. Приложения (при наличии).

Название и титульный лист. Название ВКР должно в кратком виде наиболее полно выразить сущность работы и точно совпадать с формулировкой в приказе по университету. Титульный лист должен быть оформлен в строгом соответствии с прилагаемым образцом (прил. Г). При предоставлении выполненной работы в ГАК титульный лист должен иметь подписи автора, научного руководителя и заведующего кафедрой.

Реферат представляет собой краткую характеристику дипломного проекта и включает сведения об объеме работы, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источниках (прил. Д). Текст реферата должен отражать объект исследования, цель и результаты работы.

Содержание. Слово «СОДЕРЖАНИЕ» пишется на отдельной строке. Ниже последовательно перечисляются заголовки каждого раздела и подраздела, приводимые в тексте, с указанием начальных страниц каждого раздела и подраздела.

Введение. Во введении должны быть кратко изложены задачи, сущность работы, а также основные пути ее выполнения. Именно здесь следует указать актуальность проблемы, цель работы, ее научную новизну и практическую ценность (но не выводы).

Литературный обзор. Это обобщение литературных сведений по тематике ВКР. Важно, чтобы подбор литературы был по возможности исчерпывающим и соответствовал теме. Если по обсуждаемому вопросу уже имелись обзорные статьи или монографии, их нужно отмечать особо и следует использовать как отправную точку при составлении более полного анализа современных данных, появившихся после их опубликования. Причем материал обзорных статей и монографий надо использовать минимально, с ссылкой на них.

Литературный обзор не должен быть формальной сводкой сведений. Необходимо проанализировать литературные данные на основании технической логики, критически осмысливая данные и взгляды разных авторов, показывая свое отношение к ним.

Весь литературный материал рекомендуется иллюстрировать схемами реакций, формулами. Таблицы без особой необходимости помещать в литературный обзор не рекомендуется.

Нумерация ссылок на литературные данные должна быть сплошной и единой по всей работе.

Выбор направления исследований. На основании составленного литературного обзора исследователь обоснованно выбирает направление исследования, методы решения задач. На этой стадии уточняется, конкретизируется план выполнения экспериментальных или теоретических исследований.

Методология исследований. В данном разделе приводится четкое и скрупулезное описание технической стороны выполняемой работы (экспериментальная часть). Эксперимент должен быть описан по возможности подробно. Нужно следить за тем, чтобы описание опытов было выражено в одном времени. Лучше употреблять прошедшее время, например, «к смеси прибавляли...». В экспериментальной части приводятся схема и описание лабораторной или опытной установки, режимы и условия проведения эксперимента, использованные методики анализа исходных, промежуточных и конечных продуктов.

В теоретических исследованиях (математическом моделировании) приводят данные об использованных теоретических закономерностях, математических моделях, алгоритмах расчетов и др.

Обобщение результатов исследований. Излагая существо собственной работы, необходимо четко показать, что и как сделано, какие выводы следуют из литературных данных и из сопоставления их с собственным материалом. При обсуждении результатов необходимо широко привлекать литературные данные, аналогии и противопоставления.

Обсуждение собственных результатов следует проводить подробно, не опуская деталей.

Рисунки должны быть выполнены на стандартных листах или приклеены на них. Соотношение масштабов осей должно обеспечивать как можно более полное использование системы координат при сравнимых длинах осей. При этом величина рисунка должна быть такова, чтобы были видны все обсуждаемые подробности. Оси координат должны иметь названия с использованием обозначений, размерности приведенных на них величин, деления с указанием соответствующих им величин в 4–6 точках. При этом надписи должны быть достаточно крупными.

Рекомендации и исходные данные по использованию результатов исследования. Используя полученные данные, разрабатывается технологическая схема процесса и приводится ее описание. Дается описание конструкций и принципа работы основных аппаратов.

Приводятся рекомендуемые значения технологических параметров основных процессов, данные о материальных потоках, ожидаемых расходных нормах на сырье, энергоресурсы.

Например, данные о количестве, составе газовых выбросов, сточных вод и твердых отходов, а также методы их утилизации, обезвреживания, уничтожения приводятся в унифицированной форме (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики и методы обезвреживания газовых выбросов, сточных вод и твердых отходов

Наименование газовых выбросов, сточных вод, твердых отходов	Объем газовых выбросов, сточных вод, отходов	Характеристика газовых выбросов, сточных вод, твердых отходов				Способ обезвреживания
		Наименование вещества	Концентрация	ПДК	Класс опасности	
1	2	3	4	5	6	7

Технико-экономическая и/или экологическая оценка предлагаемых технических или организационных решений. В данном разделе приводят результаты расчетов, сравнительные таблицы по технико-экономическим и/или экологическим показателям.

Заключение. Это концентрированное выражение основных достижений работы. Основные результаты работы, выводы и предложения должны быть краткими, понятными и обобщающими. Каждое положение должно быть пронумеровано.

Список использованной литературы. Литературные, научно-технические, патентные и другие источники, которые использовались при составлении пояснительной записки, располагаются в порядке упоминания их в тексте. Список оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ [4, 5].

3. БАКАЛАВРСКИЙ ПРОЕКТ

Бакалаврский проект состоит из пояснительной записки и графической части. Для защиты дипломного проекта на заседании ГАК студент готовит иллюстрационные материалы, на которых из пояснительной записки в увеличенном масштабе приводит блок-схему производства, графики зависимостей, итоговые таблицы.

3.1. Структура и содержание пояснительной записки

Пояснительная записка к бакалаврскому проекту содержит все исходные, расчетные и графические материалы. Она не должна превышать 70 страниц. Должна содержать титульный лист (прил. Г), реферат (прил. Д), содержание (см. раздел 2), перечень условных обозначений и основные разделы.

В основные разделы пояснительной записки рекомендуется включать:

Введение.

1. Литературный обзор.
2. Технико-экономическое обоснование выбранного метода.
3. Инженерные решения, предлагаемые в проекте.
4. Характеристика производимой продукции, исходного сырья, материалов и полупродуктов.
5. Химизм процесса по стадиям, физико-химические основы процесса.
6. Описание технологического процесса и схемы.
7. Материальный баланс.
8. Выбор основного и вспомогательного оборудования.
9. Технологический расчет аппаратов.
10. Автоматизация процесса.
11. Аналитический контроль.
12. Охрана окружающей среды.
13. Техника безопасности.
14. Экономическая оценка проектных решений.
15. Заключение.

16. Список использованной литературы (20 источников и более).

16. Приложения.

Введение. В этом разделе излагают цели, задачи выполняемого бакалаврского проекта, четко отражают значение проектируемого объекта: народнохозяйственное, с позиций защиты окружающей среды, утилизации промышленных отходов и т.д. Введение обосновывает направление и целесообразность выполняемого проекта, соответствующего заданию.

Литературный обзор. Объем литературного обзора в ВКР бакалавра не может превышать 15–20 стр. В отличие от бакалаврской работы в литературном обзоре бакалаврского проекта необходимо рассмотреть основные свойства продукта и различные методы его получения. На основании сопоставления существующих методов по выходам, длительности процесса, затратам на сырье, оборудование и др. необходимо обосновать выбор технологии для проектируемого производства в целом или отдельных его стадий. Также необходимо выявить недостатки существующей базовой технологии. Базовая технология – это существующая на производстве технология, которую изучил студент. На основании этого формулируется цель работы. Как правило, целью бакалаврского проекта является модернизация базового производства для улучшения качества продукции или снижения негативного воздействия на окружающую среду.

В литературном обзоре обязательно должны присутствовать ссылки на литературные источники не позднее 5–7 лет к моменту написания работы. Анализ литературных данных должен привести автора к выводам – формулировке цели и задач исследования.

Технико-экономическое обоснование выбранного метода. После тщательного анализа данных литературных источников приводят характеристику существующего производства (сооружения), включающую специфичные данные о технологии, наличии очистных сооружений и их эффективности, наличии отходов производства и их возможной рекуперации, данные экономики. Обоснование выбора метода производства осуществляют с учетом использования безотходной технологии, технико-экономических показателей, охраны окружающей среды и при-

родных ресурсов. Анализ рассмотренных методов позволяет обосновать целесообразность выбранного процесса.

Инженерные решения, предлагаемые в проекте. Рассматривают те изменения и усовершенствования, которые вносятся в проект и направлены на достижение поставленных целей. Эти изменения должны быть увязаны с реальными требованиями современного производства и учитывать следующие вопросы промышленного проектирования:

– проектирование принципиально нового производства;

– реконструкцию существующего производства, связанную с модернизацией оборудования или технологических узлов;

– усовершенствование, механизацию или автоматизацию процесса, замену периодического процесса (оборудования) на непрерывный;

– усовершенствование технологии;

– уменьшение загрязнений окружающей среды за счет совершенствования системы очистки;

– сокращение количества отходов производства, использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов;

– увеличение степени переработки или извлечение полезного компонента;

– повышение качества продукции.

Характеристика производимой продукции, исходного сырья, материалов и полупродуктов. Приводят состав, физические и другие показатели производимой продукции (очищенные газовые выбросы, сточные воды и обезвреженные отходы; полученная из отходов продукция и т.д.). Состав и показатели исходных газов, сточных вод и отходов, а также основные показатели полупродуктов и используемых материалов. Раздел должен содержать номера нормативных документов на сырье, промежуточные и конечные продукты.

Химизм процесса по стадиям, физико-химические основы процесса. Приводят структурную блок-схему технологических процессов (прил. Е), на которой показывают технологические стадии производства (гидромеханические, химические, тепло- и массообменные) и материальные потоки.

Рассматривают уравнения основных и побочных реакций, тепловые эффекты, влияние температуры, давления, концентра-

ции, катализатора на равновесие и кинетику процесса. Зависимости полноты протекания процессов от параметров дают в виде графиков или математических моделей. В заключении приводят обоснование технологического режима процесса.

Описание технологического процесса и схемы. С учетом принятых инженерных решений разрабатывают принципиальную технологическую схему проектируемого производства (сооружения) с указанием позиции (номеров аппаратов), точек технологического контроля (рис. 1).

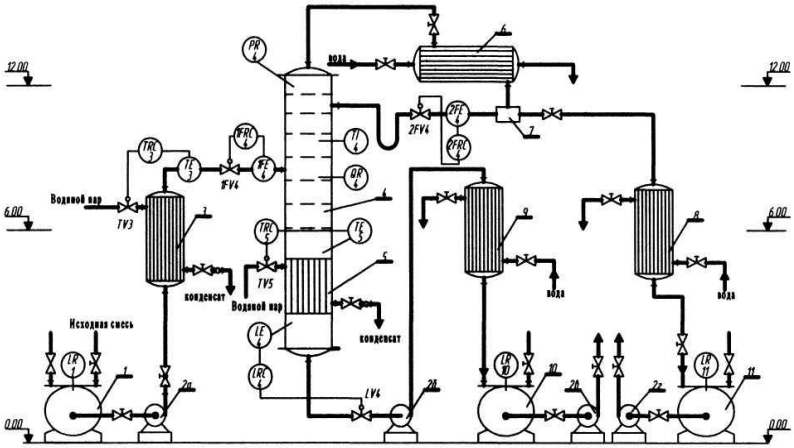


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема ректификационной установки [5]

На схеме проставляют стрелки, указывающие направления всех потоков. В описании в скобке указывают номера контрольных точек. Все изменения, вносимые в существующую схему, либо в режимы работы оборудования, излагают с подробным анализом их целесообразности. Описание и графическое изображение схемы выполняют в соответствии с ГОСТ 2.793-79 [6].

Материальный баланс. Является основой всех последующих расчетов: тепловых, технологических, экономических. От точности выполняемых расчетов в этом разделе зависит качество проекта в целом, поэтому расчеты должны выполняться с максимальной точностью.

Задачей материального баланса является установление расхода сырья, вспомогательных материалов с целью обеспечения заданной производительности по целевому продукту или определение выхода целевого и побочных продуктов по заданному расходу сырья.

Материальный баланс производства включает в себя материальные балансы по отдельным стадиям и рассчитывается для основных аппаратов по всей технологической схеме производства (сооружения). Материальный баланс стадии производства составляют по уравнениям химических реакций (на основе стехиометрических коэффициентов уравнения) с учетом протекающих побочных реакций, состава исходного сырья, готовой продукции, потерь, расходных коэффициентов [6–22].

Уравнение материального баланса записывают в виде

$$m_{\text{А},0} + m_{Y,0} = m_{\text{А}} + m_Y + m_B + m_Z + m_D + m_C + m_{\Pi}, \quad (1)$$

где $m_{\text{А},0}$ и $m_{\text{Y},0}$ – масса веществ, введенных в производственный процесс или в одну из его стадий; m_B и m_Z – масса продуктов, получившихся в результате химического взаимодействия; m_A и m_Y – масса не прореагировавших исходных веществ; m_D и m_C – масса продуктов побочных реакций; m_{Π} – масса потерь (отходов, остатков в таре, потерь на промывку оборудования).

Уравнение материального баланса составляют в пересчете на единицу готовой продукции, на единицу массы сырья или единицу времени для всех ключевых компонентов.

Для составления материального баланса необходимо знать химический состав, некоторые физические и физико-химические свойства исходного сырья, отходов, основных и побочных продуктов. После проведения стехиометрических расчетов, для которых используют данные материальной отчетности производства, результаты вычислений оформляют в виде таблицы, состоящей из двух частей: приходной и расходной (табл. 2).

В каждой из них все статьи баланса выражают не только в весовых или объемных единицах, но и в процентах к общему приходу или расходу. Это позволяет нагляднее отображать степень использования веществ по отношению к теоретически возможному и облегчает анализ цифровых данных.

Таблица 2 – Материальный баланс процесса

Приход					Расход				
Поток	Количество		% мас.	Плотность, кг/м^3	Поток	Количество		% мас.	Плотность, кг/м^3
	м^3/ч	кг/ч				м^3/ч	кг/ч		

Материальные расчеты непрерывных процессов ведут на часовую производительность или 1 т перерабатываемого сырья либо на 1000 м^3 очищаемого газа (жидкости).

Если производительность задается по готовому продукту, то материальный баланс составляют на 1 т готового продукта и рассчитывают расходные коэффициенты по сырью.

Для периодических процессов составляют пооперационные балансы.

Выбор основного и вспомогательного оборудования. Как правило, задание на проектирование указывает вид основного процесса, систему, производительность. Выбор типов основных аппаратов, режимов и условий их работы выполняется обучающимся.

На основании составленной обучающимся технологической схемы намечают тип и конструкцию аппаратов с учетом специфики конкретного производства (герметичные или открытые, с обогревом или охлаждением, способ загрузки и выгрузки сырья и продуктов, способ перемешивания и т.д.), определяют потребное количество оборудования для обеспечения заданной производительности по конечному продукту.

Данные об оборудовании приводят в форме табл. 3. В столбце «Техническая характеристика» указывают, как правило, объем аппарата V, диаметр D и его высоту H, поверхность теплообмена или фильтрования F, мощность привода N и др.

Таблица 3 – Список основного и вспомогательного оборудования

Обозначение по схеме	Наименование оборудования	Количество	Материал, способы защиты	Техническая характеристика *(V, D, H, F, N)*

Технологический расчет аппаратов. Задачей данного раздела является определение основных размеров (объема, диаметра, высоты, поверхности теплопередачи и т.д.), количества, типов аппаратов, используемых в данном производстве (сооружении). Расчет аппаратов осуществляют с использованием методик расчета, приведенных в литературе [23–43].

При заданной мощности (годовой производительности) установок (сооружений), работающих в непрерывном режиме, необходимое число одновременно работающих аппаратов рассчитывают по формулам

$$n = \frac{U_{\text{год}}}{u_{\text{ч}} \cdot z \cdot 24 \cdot (365 - \Delta)}, \qquad (2)$$

$$n = \frac{G_{\text{год}}}{g_{\text{ч}} \cdot z \cdot 24 \cdot (365 - \Delta)}, \qquad (3)$$

где n – количество параллельно работающих аппаратов на одной технологической линии; $U_{\text{год}}$ и $G_{\text{год}}$ – объемная и массовая мощность, м^3/год, т/год; $u_{\text{ч}}$ и $g_{\text{ч}}$ – часовая производительность одной технологической линии, м^3/ч, т/ч; z– число одновременно работающих технологических линий; Δ – время, отводимое на ремонт и профилактические мероприятия, сут./год.

Значение Δ зависит от вида оборудования, наличия резервного оборудования, мощности ремонтной базы предприятия и в первом приближении составляет, сут./год:

– легко ремонтируемое оборудование (емкости) 10–20;

– простые аппараты, работающие при атмосферном давлении и невысоких температурах.....20–30;

– ответственная аппаратура, сложные машины .....30–60.

Необходимый объем одного аппарата для установок непрерывного действия вычисляется по уравнению

$$V_{\text{ап}} = \frac{u_{\text{ч}} \cdot \tau_{\text{пр}}}{\phi \cdot n}, \qquad (4)$$

где $V_{\text{ап}}$ – объем аппарата, м^3; $\tau_{\text{пр}}$ – время пребывания рабочей среды в аппарате, ч; φ – коэффициент заполнения или доля активной зоны аппарата.

Значение коэффициента φ составляет:

– сборники, емкости ..... 0,85…0,9;

– реакционные аппараты ..... 0,75…0,8;

– оборудование с пенящейся жидкостью ..... 0,40…0,6.

Необходимый объем одного аппарата установок, работающих в периодическом режиме, вычисляют по формуле

$$V_{\text{ап}} = \frac{U_{\text{год}} \cdot \tau_{\text{оп}}}{\phi \cdot z \cdot n \cdot 24 \cdot (365 - \Delta)}, \qquad (5)$$

где $\tau_{\text{оп}}$ – полная длительность одной операции, ч/оп.

Максимальную производительность локальных газоочистных установок, например абсорбционных колонн, при проведении периодических процессов рассчитывают по соотношению

$$g_{\text{ч}} = \frac{\Delta m_{\text{оп}}}{\varepsilon \cdot \tau_{\text{оп}}}, \qquad (6)$$

где $\Delta m_{\text{оп}}$ – масса потока, которая направляется на локальную установку непрерывного действия с одной операции, кг/оп; ε – доля времени от полной длительности операции $\tau_{\text{оп}}$, в течение которого происходит интенсивное образование потока $\Delta m_{\text{оп}}$.

Теплотехнические расчеты. Все процессы осуществляются в соответствии с регламентом технологического процесса, в котором указываются температурные условия, количественный состав исходных и конечных потоков, необходимость подвода или отвода тепла. Поэтому в число задач теплотехнического расчета входят:

– определение количества тепла или холода, которое необходимо подвести или отвести из основных аппаратов;

– выбор вида и расчет расхода теплоносителя или хладоносителя;

– выбор типа теплообменного устройства и расчет необходимой поверхности теплообмена;

– расчет теплоизоляции аппарата, трубопровода.

Количество тепловой энергии, которое необходимо подвести в рассчитываемый аппарат, определяют из уравнения теплового баланса, кВт, ГДж/ч

$$N_1 = \left(N_2 + N_3\right) - \left(N_4 + N_5 + N_6\right), \qquad (7)$$

где N_1 – тепловой поток, вносимый в аппарат теплоносителем; N_2 – тепло, вносимое в аппарат с исходными веществами; N_3 – тепловой эффект процесса (положительный для экзотермических процессов, отрицательный – для эндотермических); N_4 – тепло, уносимое из аппарата с продуктами реакции; N_5 – теплопотери в окружающую среду; N_6 – тепло, расходуемое на нагрев аппарата (в периодических процессах).

Тепловые потоки N_2 и N_4, связанные с материальными потоками, рассчитываются по уравнениям вида

$$N_i = G_i \cdot h_i = G_i \cdot c_p \cdot t, \qquad (8)$$

где G_i – массовый расход материального потока, кг/ч, кг/с; h_i – энтальпия материального потока, кДж/кг; c_p – теплоемкость жидкости, газа, кДж/(кг·К); t – температура потока, °С.

Значения массовых расходов потоков определяют на основании данных расчетов материального баланса, значения энтальпий и теплоемкостей – из справочников. Теплота химических реакций определяется по энтальпиям сгорания или образования. Величину тепловых потерь в первом приближении принимают в количестве 3% от общего прихода тепла

$$N_5 \approx 0{,}03\left(N_1 + N_2 + N_3\right), \qquad (9)$$

Конструктивные расчеты выполняют для основного и вспомогательного оборудования проектируемого производства с целью определения и уточнения размеров аппаратов.

Объем емкостей $V_{\text{ап}}$ и их количество n вычисляют по уравнениям (2–5). В непрерывных производствах с периодическим заполнением и опорожнением аппаратов объем емкости рассчитывают по уравнению

$$V_{\text{ап}} = \frac{G \cdot \tau}{\phi \cdot \rho}, \qquad (10)$$

где G – массовый расход потока, кг/ч; τ – время заполнения, ч; $\varphi \approx (0{,}6–0{,}8)$ – коэффициент заполнения; ρ – плотность среды, кг/м^3.

Типоразмеры емкостей, сосудов, аппаратов, выпускаемых промышленностью, регламентированы рядом ГОСТ. Номиналь-

ная емкость сосудов установлена ГОСТ 13372-67 [43], внутренний диаметр цилиндрических сосудов – ГОСТ 9617-76 [44], длина и высота обечаек – ГОСТ 9931-69 [45].

Кроме основного оборудования, технологический процесс содержит вспомогательное оборудование, к которому относят насосы, вентиляторы, компрессоры, емкости и др.

Основными параметрами при расчете насоса являются производительность, необходимый напор, мощность электродвигателя при заданном расходе жидкости. На основании рассчитанных параметров выбирают типы насоса по каталогу, ГОСТу и т.п. с учетом свойств транспортируемой жидкости.

Транспортировку исходных веществ и продуктов между элементами технологической схемы осуществляют по трубопроводам. При этом внутренний диаметр (d, мм) трубопровода определяют по формуле

$$d = 1000\sqrt{\frac{4 \cdot G}{3600 \cdot \pi \cdot \rho \cdot W}} \approx 18{,}81\sqrt{\frac{G}{\rho \cdot W}}, \qquad (11)$$

где G – массовый расход потока, кг/ч; ρ – плотность среды, кг/м^3; W – скорость потока, м/с.

При расчете трубопроводов рекомендуется принимать следующие значения скорости W, м/с:

– перемещение вязких жидкостей самотеком ..... 0,1…0,5;
– жидкости во всасывающих линиях насосов ..... 0,5…1,5;
– жидкости в нагнетающих трубопроводах..... 1…3;
– газы при естественной тяге ..... 2…4;
– газы в газоходах вентиляторов ..... 4…15;
– газы, сжатые в компрессорах ..... 10…25;
– пар водяной насыщенный ..... 15…40.

Оптимальную скорость жидкости в длинных трубопроводах определяют на основе технико-экономического расчета.

После определения диаметра трубопровода выбирают материалы в соответствии со свойствами транспортируемой среды.

Расчеты основного и вспомогательного оборудования, определение оптимальных режимов и параметров процесса могут осуществляться на компьютерах по стандартным программам. Результаты расчетов прикладывают к расчетно-пояснительной записке в разделе «Приложения».

Аналитический контроль. Обучающийся составляет график аналитического контроля процесса, в котором указывает перечень контролируемых параметров сырья, продукции, а также способы, периодичность отбора проб, методики проведения анализов и расчетов (табл. 4).

Таблица 4 – Карта аналитического контроля

Номер	Наименование стадии	Что берется на пробу	Периодичность анализа	Измеряемый параметр	Показатели и нормы, допустимые отклонения	Методики анализа	Длительность анализа

При анализе сырья и готовой продукции приводят ссылки на ГОСТ, ТУ, по которым выполняются анализы.

Автоматизация процесса. В бакалаврских проектах используют типовые системы автоматизации технологических процессов [46–51]. Функциональные схемы автоматизации выполняются в упрощенном (рис. 2) или развернутом (прил. Ж) виде.

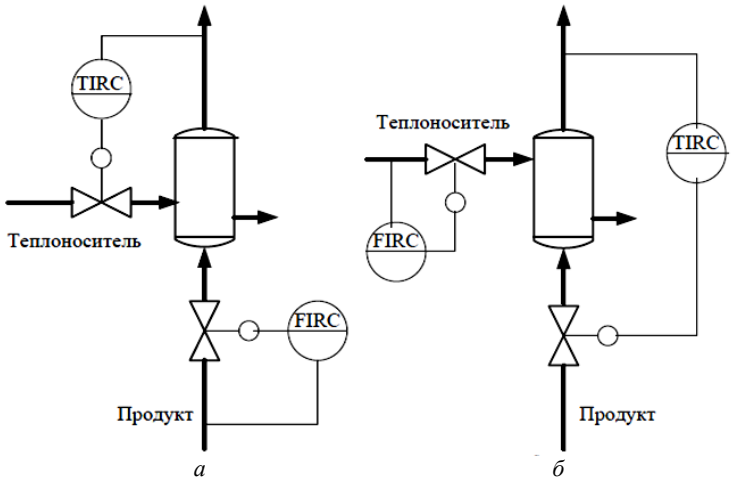


Рисунок 2 – Схема регулирования процесса нагревания:

а – со стабилизацией расхода продукта; *б* – с изменением расхода продукта в зависимости от конечной температуры [49]

Рекомендации по автоматизации процесса и средства контроля и автоматизации оформляют в виде таблиц (табл. 5 и 6).

Таблица 5 – Рекомендации по автоматизации технологического процесса

Номер контура	Наименование стадии, параметра	Единица измерения	Значение параметра, допустимые отклонения	Значение параметров включения / отключения				Особенности среды
				Блокировка		Сигнализация		
				min	max	min	max	

Таблица 6 – Средства контроля и автоматизации технологического процесса

Номер контура	Регулируемый / измеряемый параметр	Прибор		Чувствительный элемент	Преобразователь	Датчик	Исполнительное устройство	
		на щите	по месту				Исполнительный механизм	Регулирующий орган

При выполнении бакалаврского проекта функциональную схему автоматизации совмещают с технологической схемой проектируемого производства и выполняют на листе формата А1. В правом нижнем углу листа располагают основную надпись, над ней на расстоянии не менее 12 мм – таблицу с перечнем основного оборудования. Над таблицей с перечнем основного оборудования располагают на расстоянии также не менее 12 мм таблицу с перечнем средств автоматизации.

Охрана окружающей среды. В разделе приводят характеристику, источники образования и методы очистки газовых выбросов и сточных вод, а также характеристику, переработку и безопасное удаление отходов в соответствии с приведенными табл. 7–9.

Таблица 7 – Характеристика и методы очистки газовых выбросов

Наименование газовых выбросов	Объем отходящих газов, $м^3$/год	Характеристика отходящих газов					Способ очистки отходящих газов
		Наименование	Концентрация, $мг/м^3$	$ПДК_{мр}$, $мг/м^3$	$ПДК_{сс}$, $мг/м^3$	Класс опасности	

Таблица 8 – Характеристика и методы очистки сточных вод

Наименование сточных вод	Объем сточных вод, $м^3$/год	Характеристика сточных вод					Способ очистки сточных вод
		Наименование	Концентрация, $мг/дм^3$	$ПДК_в$, $мг/дм^3$	$ПДК_{вр}$, $мг/дм^3$	Класс опасности	

Таблица 9 – Характеристика и методы удаления твердых отходов

Наименование отхода	Объем образования, т/год	Наименование и содержание компонентов, %	Класс токсичности отхода	Способ утилизации

Любое производство в процессе функционирования имеет выбросы (даже при наличии эффективных очистных сооружений). Поэтому при изучении производства, технологии и выявлении недостатков, связанных с природоохранной деятельностью, необходимо определить количество и состав газовых выбросов, сточных вод, твердых отходов (переработка на самом предприятии или на других, хранение, захоронение и т.д.), предельно допустимые концентрации в воздухе, воде, почве на основании справочных данных. После этого можно сделать выводы о возможном пути их утилизации, очистки, уничтожения или выброса в атмосферу, сброса в водоемы.

Техника безопасности. В данном разделе приводят токсикологическую характеристику сырья, реагентов, промежуточных и конечных продуктов; рекомендуемые средства защиты и средства оказания первой помощи; пожаро- и взрывоопасные свойства газообразных, жидких и твердых продуктов; основные меры безопасности при работе на производстве.

Экономическая оценка проектных решений. Приводят расчет затрат на строительство и эксплуатацию установки (производства). Доказывается экономическая целесообразность создания установки.

Заключение. В данном разделе в краткой форме излагаются результаты решения поставленной задачи, в которые должны войти новые инженерные решения и технические предложения, а также мероприятия, направленные на комплексное решение

экологических проблем предприятия с приведением данных по технико-экономическому обоснованию (ТЭО).

Список использованной литературы оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32–2017, ГОСТ Р 7.0.100–2018, ГОСТ 7.0.5–2008 [3–5].

Иллюстрационный материал. Обучающийся для своего доклада на заседании Государственной аттестационной комиссии готовит иллюстрационный материал в виде электронной презентации (или в виде плакатов) со следующими примерными данными:

– общие сведения о производстве, технологии, мощности производства, данные о сырье, готовой продукции;

– цель и задачи дипломной работы;

– диаграммы и графики, отражающие известные и полученные зависимости;

– уравнения основных химических реакций, расчетные уравнения;

– характеристику газовых выбросов, сточных вод и отходов до и после очистки (переработки);

– рекомендации и исходные данные по использованию результатов исследования;

– сводную таблицу технико-экономических показателей;

– основные выводы по работе.

3.2. Оформление графической части проекта

Графическая часть бакалаврского проекта состоит из 3–4 листов формата А1, оформляется по ГОСТ 2.301-68 [52] и включает:

– технологическую схему;

– монтажно-компоновочный чертеж;

– чертежи общих видов одного или двух аппаратов.

В соответствии с ГОСТ 2.201-80 «Обозначение изделий и конструкторских документов» чертежам и пояснительной записке присваивают определенную систему обозначений, состоящую из пяти групп, например: ЧГУ.БОС.00.00.000 ПЗ.

1-я группа обозначений содержит краткое наименование учебного заведения.

2-я группа обозначений включает от трех до четырех знаков, буквенный код которых отражает наименование проектируемого объекта. Например, БОС – биологические очистные сооружения; ОГСП – установка очистки газов в производстве серной кислоты; РОПА – реакционное отделение производства анилина.

3-я группа обозначений состоит из двух подгрупп по два знака в каждой: в первой подгруппе указывается номер аппарата по схеме, а во второй – номера крупных сборочных единиц этого аппарата. Для технологических схем проставляются нули.

4-я группа используется для индексации деталей.

5-я группа обозначений включает буквы, характеризующие вид документа: ПЗ – пояснительная записка, ВО – чертеж общего вида, СБ – сборочный чертеж, С6 – схема общая комбинированная, С7 – чертеж компоновки оборудования.

При наличии нескольких сборочных чертежей аппарата им присваивается шифр СБ I, СБ 2 и т.д.

Технологическую схему и общий вид аппарата выполняют, как правило, на листах формата А1 согласно ГОСТ 2.301–68 [52]. Допускается применение дополнительных форматов.

Масштабы изображений на чертежах выбирают в соответствии с ГОСТ 2.306–68 [53] из следующего ряда: 1 : 1; 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100. Стандартом предусматриваются также масштабы увеличения (2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1).

Основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 [54] располагают в правом нижнем углу чертежа и выполняют по форме, приведенной на рис. 3.

В графы основной надписи вносят следующие сведения:

а) «Разраб.» – фамилия студента, выполнившего проект, его подпись и дата выполнения проекта;

б) «Пров.» – фамилия руководителя и его подпись, дата;

в) «Т. контр.» – технический контроль *(не заполняется);*

г) «Рук.» – руководитель *(не заполняется);*

д) «Н. контр.» – нормоконтроль *(не заполняется);*

е) «Утв.» – утвердил, фамилия заведующего кафедрой;

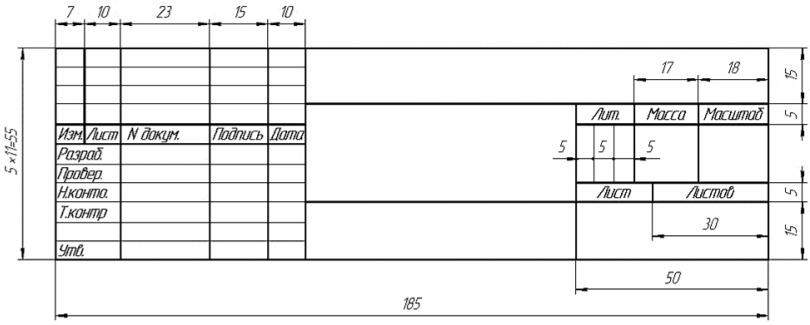


Рисунок 3 – Основная надпись для чертежей и схем

ж) в верхней правой графе указывают обозначение чертежа;

з) в центральной графе указывают наименование изделия в именительном падеже единственного числа, причем на первом месте помещают существительное; наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии и быть по возможности кратким; под наименованием изделия записывают вид чертежа;

к) в графе «Масштаб» указывают масштаб основной проекции;

л) в правой нижней графе помещают сокращенное название кафедры (ХТиЗОС) и номер группы.

3.2.1. Технологическая схема производства

Технологическая схема проектируемого производства (сооружения) совмещается со схемой автоматизации, ей присваивается шифр С6. На схеме приводят аппараты и оборудование, трубопроводы в виде линий потоков (материальных, энергетических, вспомогательных) с соответствующей запорной регулирующей и предохранительной арматурой, устройства контроля, автоматического регулирования и сигнализации. Наименование и обозначение схем определяются ГОСТ 2.701-2008 [55].

Чертеж аппаратурно-технологической схемы выполняют с примерным соблюдением масштаба 1 : 50. При очень больших габаритах аппаратуры (например, ректификационная установка) допустим примерный масштаб 1 : 100. Допускается изображать

элементы и устройства на схеме без масштаба, но с примерным соблюдением соотношения габаритов.

Аппаратурная схема должна приближенно отражать действительное пространственное расположение аппаратов по вертикали. На схеме оборудование размещают слева направо по ходу технологического процесса.

В технологических процессах с большим числом применяемого оборудования и приборов аппаратурные схемы допускается вычерчивать для каждой стадии отдельно, не разрывая индексацию.

Аппаратурная схема должна содержать [56–61]:

– условные и буквенно-цифровые изображения основного и вспомогательного оборудования (реакторы, абсорберы, фильтры, ректификационные колонны, теплообменники, емкости, мерники, сборники, насосы и т.д.), основных и вспомогательных трубопроводов и трубопроводной арматуры, обеспечивающих технологический процесс (прил. К, Л, М);

– приборы, средства автоматизации и управления, изображаемые условными обозначениями, а также линии связи между ними;

– технические характеристики установки;

– экспликацию оборудования и таблицу с условными обозначениями трубопроводов;

– основную надпись.

При выполнении аппаратурной схемы отдельного технологического узла упрощенным способом зоны магистральных трубопроводов и контрольно-измерительных приборов могут отсутствовать.

Примерное расположение перечисленных элементов с разбивкой поля чертежа на рекомендуемые зоны показано на рис. 4.

В верхней зоне располагают магистральные трубопроводы, по которым осуществляется подвод потоков к установке, с их условными обозначениями (пар, вода и пр.).

Ниже в зоне дозирующей аппаратуры располагают мерники, загрузочные устройства, теплообменники-конденсаторы.

Главной является зона основного оборудования. Она может подразделяться на несколько зон, как правило, по этажам производственного корпуса.

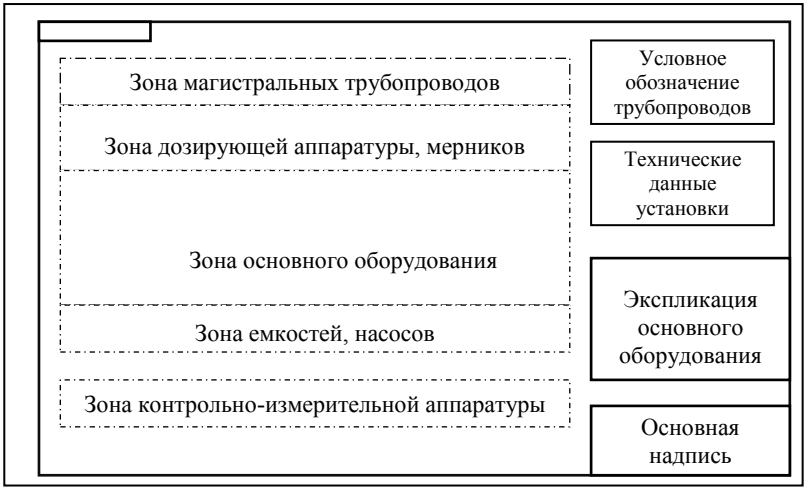


Рисунок 4 – Рекомендуемое расположение элементов схемы

Многоэтажные производственные здания проектируют шириной 18 м и более. Количество этажей обычно принимают от 2 до 6 с высотой, кратной 0,6 м и равной 3,6: 4,8 и 6 м. Для первого этажа предусмотрена дополнительная высота 7,2 м [6].

На верхнем этаже располагают, например, реакторы, ниже – оборудование для разделения суспензий, эмульсий, еще ниже – сборники, сушилки, устройства для расфасовки. Такое расположение оборудования позволяет транспортировать реакционные смеси самотеком. Оборудование, которое требует постоянного обслуживания (реакторы, друк-фильтры и т.п.), устанавливают на монтажных площадках.

На нулевой отметке (на полу) устанавливают основные емкости, насосы, компрессоры, сборники, центрифуги и т.п. В этой зоне также рекомендуется располагать основные магистральные трубопроводы, по которым осуществляется отвод потоков от установки.

На чертеже аппаратурной схемы не приводят оборудование, которое используют не только для проектируемого, но и для других производств (складские емкости, централизованные компрессоры и холодильные станции и т.п.). В этом случае

на чертеже наносят стрелку с надписью, указывающей, откуда поступает сырье, сжатый воздух, азот и т. п.

Каждый аппарат, нанесенный на схему, имеет свой индекс. В нефтепереработке общепринятыми являются следующие буквенные индексы отдельных видов оборудования: К – ректификационная или абсорбционная колонна; П – трубчатая печь; Х – холодильник; ХК – конденсатор-холодильник; Т – теплообменник; Е – ёмкость; С – сепаратор; ПК, ЦК – поршневой и центробежный компрессоры соответственно; Н – насос; И – инжектор-смеситель; М – аппарат с перемешивающим устройством; Ф – фильтр.

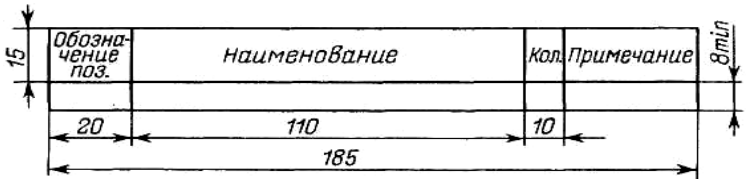
Каждый аппарат, изображенный на схеме, должен иметь свой номер. Аппараты в схеме нумеруют слева направо в порядке их упоминания в описании технологического процесса. Нумерация оборудования должна соответствовать данной в описании аппаратурной схемы.

Для основных и вспомогательных аппаратов и машин в буквенно-цифровом обозначении высота цифры равна высоте букв, например: Е1, Н2, К3, Т4. Для арматуры и приборов высота числового индекса равна половине высоты букв, например: $ВЗ_1$, $ВР_2$.

Буквенные обозначения элементов схемы следует проставлять для аппаратов, машин и механизмов непосредственно на их изображении, а при малом масштабе – в непосредственной близости от изображения (на полках линий-выносок, проводимых от изображения); для арматуры – рядом с её изображением.

Номера позиции на полках линий-выносок следует наносить параллельно основной надписи чертежа и группировать, по возможности, в строчку или колонку на одной линии по вертикали или горизонтали. Линии-выноски не должны пересекаться, а также пересекать контуры других аппаратов и линий, указывающих направление материальных потоков.

Поле листа технологической схемы заполняют следующим образом. С левой стороны располагают технологическую схему; в правом нижнем углу – основную надпись, а над ней на расстоянии не менее 12 мм – таблицу с перечнем основных составных частей и элементов схемы. Эта таблица заполняется сверху вниз и имеет следующую форму:



В графе «Обозначение поз.» приводят цифровое или буквенно-цифровое обозначение составной части схемы.

Для удобства чтения документов цифровая нумерация элементов является сквозной, например: емкость – Е1, насос – Н2, теплообменник – Т3, мерник – Е4, аппарат – А5, теплообменник – Т6 и т.д. При наличии в схеме нескольких одинаковых элементов используют нижние числовые индексы, например, рабочий и резервный насосы обозначают $Н2_{1,2}$.

В графе «Наименование» приводят наименование элемента или устройства в соответствии с документом, на основании которого этот элемент или устройство применено, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт, технические условия).

В графе «Примечание» рекомендуется указывать технические данные устройства, не содержащиеся в его наименовании (производительность, габаритные размеры и т.п.).

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, однако условные обозначения должны обеспечивать четкость схемы и быть вычерчены в соотношениях, в которых они выполнены в стандартах. Графические обозначения элементов и линий связи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи [62]. Их выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схемы. Рекомендуется толщина линий от 0,3 до 0,4 мм. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм, а между графическими обозначениями – не менее 2 мм.

При выполнении схем применяют условные графические обозначения, установленные в стандартах ЕСКД. Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, равный 90°.

Все оборудование (машины, аппараты, насосы и др.) на схеме вычерчивают сплошными тонкими линиями толщиной 0,3–0,4 мм, а трубопроводы и арматуру – сплошными основными линиями, т.е. в два-три раза толще, чем оборудование.

Изделия и элементы схемы установки показывают условно в соответствии со стандартами (прил. И).

На небольших схемах технологическое оборудование изображают схематически в виде конструкторского очертания изделия, причем должны быть также показаны основные технологические штуцера, загрузочные люки, входы и выходы основных продуктов. При необходимости допускается смещение штуцеров и отверстий по отношению к их истинному расположению, но с соблюдением их технологического назначения и взаимосвязи. Допускается изображать изделия на схеме без строгого соблюдения масштаба, но и без резкого нарушения соотношения габаритных размеров основных изделий.

При размещении установки в многоэтажном корпусе на схеме можно условно показать горизонтальные линии отметок пола на разных этажах (см. рис. 1).

Разводку трубопроводов к оборудованию показывают схематично, причем она должна отходить от основных магистральных трубопроводов, показанных ниже или выше оборудования, изображенного на схеме. Допускается показывать линии магистральных трубопроводов одновременно снизу и сверху схемы.

Линии трубопроводов, а также расположенные на них арматуру и приборы следует показывать на схеме горизонтально и вертикально, параллельно линиям рамки формата (рис. 5).

На трубопроводах должны быть указаны: размеры (наружный диаметр и толщина стенки), материал и сведения о внутреннем антикоррозионном покрытии или наружной изоляции (при наличии покрытия или изоляции).

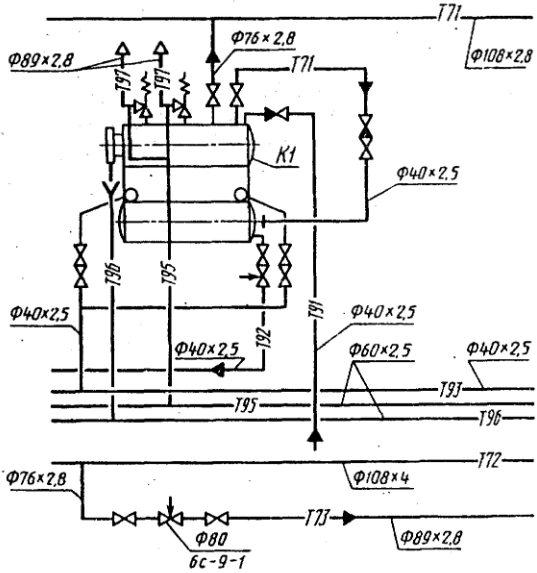
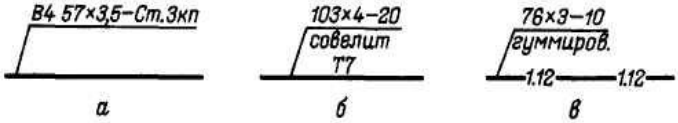


Рисунок 5 – Изображение трубопроводов и арматуры на схемах

Соответствующие сведения следует приводить над условным обозначением трубопровода, например:



а – трубопровод для оборотной воды (подающий), наружный диаметр трубы $d_н$ = 57 мм, толщина стенки δ = 3,5 мм, материал трубы – сталь марки Ст3кп;

б – трубопровод для водяного пара с наружной изоляцией из совелита, $d_н$ = 103 мм, δ = 4 мм, материал трубы – Сталь 20;

в – трубопровод для кислого раствора с внутренней гуммировкой, $d_н$ = 76 мм, δ = 3 мм, материал трубы – сталь марки Сталь 10.

Условное обозначение трубопроводов состоит из графического обозначения трубопровода и обозначения транспортируемой технологической среды, характеризующего его вид, назначение и параметры (прил. Л, М).

Условные изображения и обозначения трубопроводов, принятые на схеме, должны быть расшифрованы в таблице условных обозначений (рис. 6).

Рисунок 6 – Рекомендуемая форма таблицы маркировки трубопроводов

Пересекать изображения аппаратов, машин и других изделий линиями трубопроводов не допускается. Основные магистральные трубопроводы, от которых отводятся трубопроводы данной схемы, должны быть показаны горизонтальными линиями. На каждом трубопроводе нужно проставлять стрелки, указывающие направление движения потока и условное обозначение вида среды: газ – светлые, жидкость – темные (прил. К, Л).

Число проставленных буквенно-цифровых обозначений на линиях трубопроводов должно быть минимальным, но обеспечивающим понимание чертежа и удобство пользования им.

На схемах допускается помещать различные технические данные, указывая их либо около графических обозначений и линий связи, либо на свободном поле схемы.

Для отличия линий связи различного назначения допускается применять цифровые обозначения с расшифровкой на поле схемы в виде таблицы.

Технологическая схема должна содержать систему автоматизации в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 [60]. Функциональные схемы автоматизации технологических процессов приведены в [5].

Арматура, а также приборы, устанавливаемые на оборудовании, должны быть показаны на схеме в соответствии с их действительным расположением и изображены условно согласно стандартам.

В правом нижнем углу располагают основную надпись, над ней на расстоянии не менее 12 мм – таблицу с перечнем основного оборудования. Выше на расстоянии не менее 12 мм располагают таблицу с перечнем средств автоматизации [49, 50].

Примеры технологических схем производств приведены в прил. М.

3.2.2. Монтажно-компоновочные чертежи

Основные задачи конструкционного или монтажно-технического проектирования:

– выбор оптимального объемно-планировочного решения (компоновка) производства;

– выбор и разработка конструкций и чертежей технологического оборудования;

– оптимальное размещение оборудования в заданном объеме (или с его определением) производства;

– выбор конструкций и разработка трасс и чертежей технологических трубопроводов и инженерно-транспортных коммуникаций;

– разработка чертежей производственных и жилищно-хозяйственных зданий;

– составление монтажно-технологической документации, необходимой для строительства и пуска в эксплуатацию проектируемого объекта.

На данной стадии разрабатывают компоновочные и монтажные чертежи.

Компоновочные чертежи (КЧ) – это масштабное изображение архитектурно-строительных конструкций и расположение в плане всех аппаратов с указанием осевых линий фундаментов, контуров и расположение сооружений, зданий. Масштаб исполнения 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200 или 1 : 400.

Монтажные чертежи (МЧ) – это масштабное изображение планов, продольных поперечных размеров с нанесенными на них оборудованием и ТП. МЧ разрабатываются на основе МТС и КЧ. Наиболее часто используется масштаб чертежей 1 : 100. Монтажные чертежи составляют ≈ 60 % всего объема рабочих чертежей [63].

Компоновка, или объемно-планировочное решение производства, – операция конструкционного проектирования химического производства, в результате которой определяют состав производственных помещений, их размеры и рациональное взаимное расположение, а также выполняют в определенном масштабе чертежи поэтажных планов и разрезов.

Важной операцией конструкционного проектирования является монтажная проработка производства, в результате которой решают задачи размещения оборудования и трассировки внутрицеховых трубопроводов, создают чертежи всех технологических трубопроводов и чертежи трубопроводной обвязки технологического оборудования проектируемого производства.

Нормативные документы. Компоновочные и монтажные чертежи разрабатывают по требованиям стандартов системы проектной документации для строительства.

Выбор здания. Промышленные здания сооружают (или используют) в зависимости от технологического процесса. С вертикальным процессом технологическое оборудование размещают в многоэтажных зданиях. В них удается применять самотек потоков, это важно с экономической точки зрения. Высоту этажей используют от отметки чистого поля до отметки чистого поля следующего этажа, равной 0,00; 6,00; 12,00; 18,00; 28,50. Ширину зданий устраивают не менее 18 м (рис. 7).

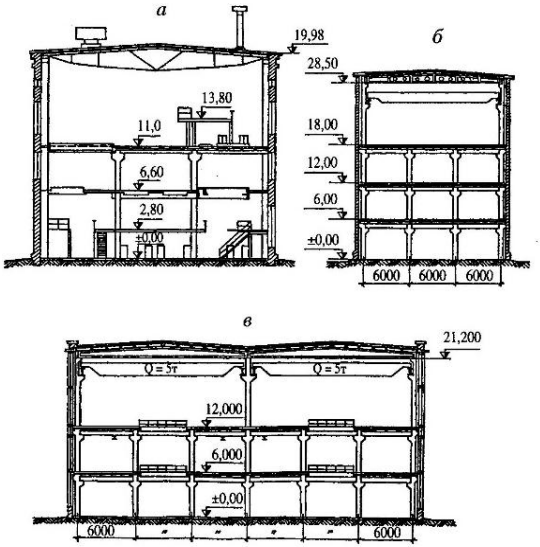


Рисунок 7 – Многоэтажное производственное здание:

а – без подкрановых балок; *б* – с одной подкрановой балкой;
в – с двумя подкрановыми балками [64]

Сетка колонн составляет 6×6 м при нагрузке 2500 кг/м^2 и 9×6 м при нагрузке до 1000 кг/м^2 (рис. 8).

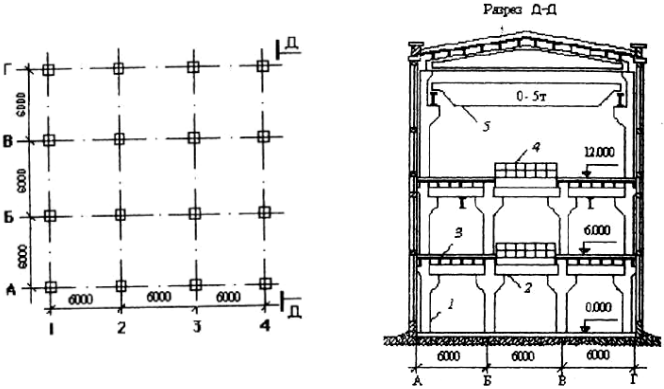


Рисунок 8 – Строительный план и разрез промышленного здания [5]:

1 – колонна; *2* – ригель; *3* – плита перекрытия;
4 – ограждение по периметру монтажного проема; *5* – мостовой кран; *6* – балка

Ширина здания для взрывоопасных производств составляет не более 30 м при двухстороннем остеклении и 18 м – при одностороннем. На чертеже плана здания осевые линии по длине здания обозначают буквами, по ширине здания (ряды) – цифрами в кружочках (рис. 9).

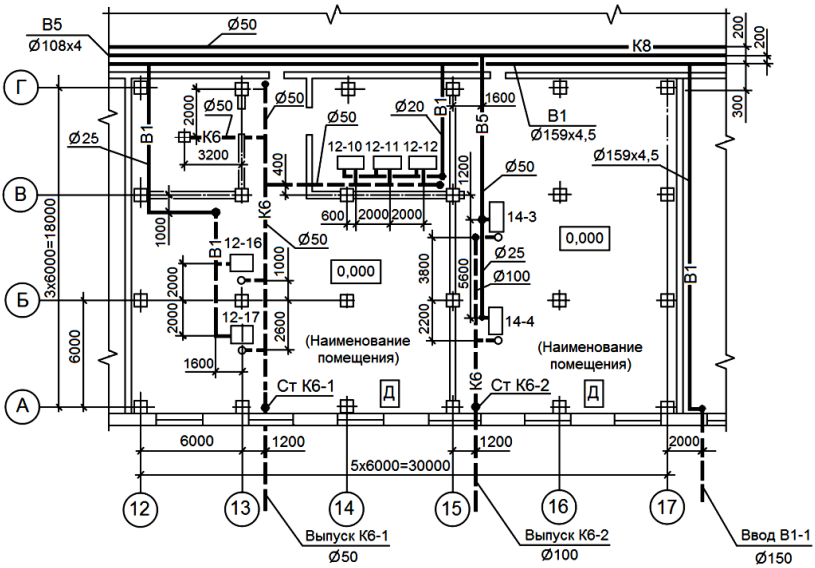


Рисунок 9 – Пример выполнения плана систем водоснабжения

3.2.3. Размещение оборудования

При открытом размещении оборудование можно устанавливать на железобетонных или стальных этажерках, либо на собственных фундаментах или постаментах. Особо важно размещать оборудование на открытых площадках тех производств, где применяют сжиженные горючие газы, образующие взрывоопасные смеси с воздухом. На этажерках устраивают мостики, переходы, лестницы для свободного доступа к оборудованию.

Наружные установки из-за отсутствия локализирующих очаг пожара ограждающих конструкций имеют повышенную пожароопасность.

При размещении технологического оборудования следует руководствоваться принципами группировки.

Прежде всего необходимо выделить оборудование, которое может быть полностью размещено на открытых площадках и то, для которого достаточно соорудить укрытие.

Затем следует сгруппировать аппараты и машины, в процессе эксплуатации которых наблюдается значительное выделение пылей, сильная вибрация и выделение агрессивных веществ; объединить в группы аппараты, снабжаемые водой.

Все крупногабаритное, тяжелое оборудование должно быть установлено как можно ниже. Аппараты с высокорасположенными люками, штуцерами, перемешивающими устройствами, обслуживание которых ведется со специальных площадок, должны размещаться так, чтобы их можно было использовать в качестве опор для этих площадок.

В одном помещении не следует объединять оборудование с различными по категориям выделениями. Вибрирующее оборудование (поршневые компрессоры, насосы, дробилки и т.п.) объединяют и размещают на массивных фундаментах, тщательно изолированных от соседних строительных конструкций.

В каждом технологическом помещении оборудование должно образовать вертикальные и горизонтальные ряды с несколькими основными проходами шириной 1 ... 2 м и удобными подходами к каждому агрегату, ширина которых в свету не менее 0,8 м. В качестве основных подходов и проездов целесообразно использовать перекрытие каналов, проходящих по цеху.

Размещение аппаратов по нулевой отметке и других должно производиться так, чтобы обеспечить возможность прохождения пучков трубопроводов, подвешиваемых к перекрытиям. При конструировании нового производства в машинном зале большой протяженности рекомендуется при 40 … 50 м предусмотреть монтажные площадки длиной 6 … 12 м, на которых впоследствии можно будет установить дополнительное оборудование.

Для проведения чисток, устранения неисправностей, смены изнашивающихся деталей должны быть предусмотрены рабочие площадки и подъемно-транспортное оборудование.

При установке оборудования в цехе необходимо соблюдать следующие правила [63]:

– основные проходы по фронту обслуживания щитов управления должны быть шириной не менее 2 м;

– основные проходы по фронту обслуживания и между рядов машин (компрессоров, насосов, местных контрольно-измерительных приборов и т.д.) при наличии постоянных рабочих мест должны быть не менее 1,5 м;

– проходы между компрессорами должны быть не менее 1,5 м, а между насосами – не менее 1 м;

– расположение оборудования на открытом воздухе и внутри здания должно обеспечивать свободный проход к аппаратам шириной не менее 1 м со всех сторон; свободный доступ к отдельным узлам управления аппаратами;

– наличие ремонтных площадок размерами, достаточными для разборки и чистки аппаратов и их частей.

Размещение технологического оборудования над и под вспомогательными и бытовыми помещениями не допускается.

Для предотвращения влияния вибрации необходимо:

– фундаменты под компрессоры отделять от конструкции здания;

– при необходимости применять изоляцию фундаментов, предохраняющую их от вибрации и т.п.

Примеры выполнения монтажно-компоновочных чертежей приведены в прил. Н.

3.3. Чертеж общего вида аппаратов

Чертеж общего вида аппарата определяет конструкцию изделия, взаимодействие его составных элементов и поясняющий принцип работы. Чертежу присваивается шифр ВО и наименование «Вид общий». Чертеж общего вида должен содержать следующие сведения:

– изображение изделия (аппарата), необходимые виды, разрезы и сечения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия;

– основные размеры: конструктивные, присоединительные и габаритные, а в случае необходимости – установочные, монтажные и предельные отклонения подвижных частей;

– обозначения посадок в ответственных сопряжениях;

– вид или схему с действительным расположением штуцеров, люков, лап;

– таблицу назначения штуцеров, патрубков и т.п.;

– техническую характеристику;

– технические требования;

– таблицу составных частей изделия.

При выполнении чертежа общего вида соблюдают следующую последовательность:

1. На листе бумаги выбранного формата наносят внутреннюю рамку и в правом нижнем углу – основную надпись.

2. На поле чертежа наносят все необходимые изображения: главный и дополнительные виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Дополнительные изображения (виды, разрезы, сечения, выносные изображения и т.д.) должны располагаться по возможности ближе к разъясняемому элементу.

3. На чертеж наносят линии-выноски от каждой сборочной единицы или детали. Над полками линий-выносок наносят номера сборочных единиц и деталей в соответствии с номерами позиций, указанных в таблице составных частей.

4. Цифры, соответствующие номерам позиций, проставляют параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения таким образом, чтобы они располагались на одной горизонтальной или вертикальной линии (насколько это возможно).

5. На чертеже проставляют габаритные, установочные и необходимые конструктивные размеры, причем размерные линии не должны пересекаться между собой и (по возможности) с линиями-выносками.

6. На свободном поле чертежа над основной надписью сверху вниз размещают таблицу штуцеров, технические характеристики объекта, технические требования на изготовление и эксплуатацию (рис. 10).

Надписи, техническую характеристику, технические требования и таблицы на чертеже следует выполнять с соблюдением ГОСТ 2.316–68. Высота строк таблицы не менее 8 мм, высота заголовка таблицы – 15 мм. Заголовки граф таблицы начинаются с прописных букв и указываются в единственном числе.

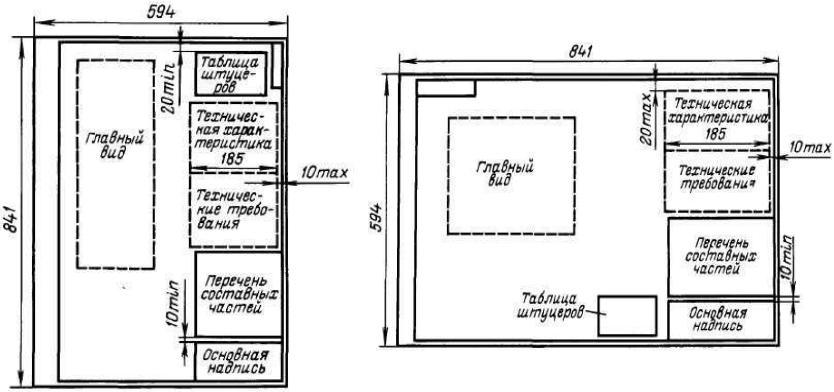


Рисунок 10 – Рекомендуемое расположение элементов чертежа общего вида, располагаемого короткой или длинной стороной по горизонтали

Таблицы, техническую характеристику, технические требования и перечень составленных частей следует располагать над основной надписью чертежа. Допускается размещение таблицы штуцеров слева от основной надписи.

На изображении чертежа общего вида допускается показывать условно смещенными штуцера, бобышки, люки и т.п., не изменяя их расположения по высоте или длине аппарата.

На виде аппарата сверху необходимо показать действительное расположение штуцеров, бобышек, люков и т.п. При отсутствии вида сверху его следует вычертить схематически, проставив условные обозначения штуцеров, бобышек, люков и т.п., указанных на главном или другом виде изделия (рис. 11).

При этом над схемой необходимо сделать надпись, например: «Схема расположения штуцеров, бобышек, люков и лап», а в технических требованиях на чертеже обязательно указать: «Действительное расположение штуцеров, бобышек, люка и лап см. по схеме (по плану, виду В и т.д.)».

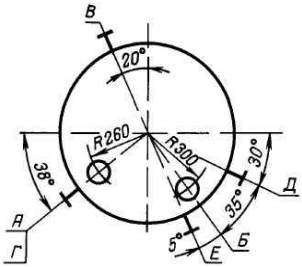
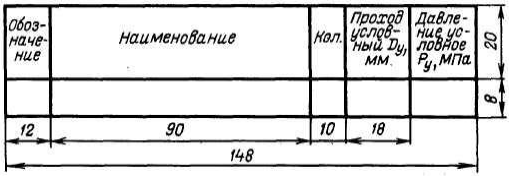


Рисунок 11 – Схема расположения штуцеров, бобышек, люков

Штуцера, патрубки, гильзы для термометров и другие элементы на главном и сопряженном с ним изображениях и на схеме обозначают условно на продолжении их осей или на полках линий-выносок прописными буквами размером от 5 до 7 мм (буквы З, Й, О, Х, Ъ, Ь не применяют).

Таблицу назначения штуцеров, патрубков, гильз и других элементов аппарата выполняют по форме:



Над таблицей помещают заголовок «Таблица штуцеров».

Буквенные обозначения в алфавитном порядке (без пропусков и повторения) присваивают сначала видам, размерам, сечениям, а затем штуцерам. В случае недостатка букв применяют цифровую индексацию, например: $А_1$, $Б_1$, $В_1$ и т.д.

В технической характеристике указывают:

– назначение изделия (аппарата) и его производительность;

– объем аппарата номинальный и рабочий;

– площадь поверхности теплообмена;

– максимальное давление, максимальную температуру среды;

– мощность привода и частоту вращения деталей;

– токсичность и взрывоопасность среды;

– другие необходимые данные.

В технических требованиях на чертеже указывают:

– обозначение ГОСТ или ТУ, согласно которым должно быть изготовлено и испытано данное изделие;

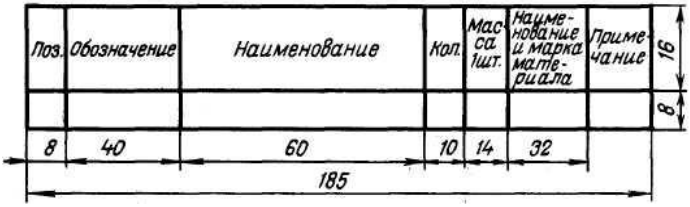
– обозначение ГОСТ или ТУ на основные материалы, применяемые в изделии;

– требования к испытанию на прочность и плотность сварных швов и других видов соединений;

– сведения о необходимости тепловой изоляции, гуммирования и других антикоррозионных покрытий;

– другие необходимые данные.

Перечень составных частей изделия следует располагать на поле чертежа общего вида над основной надписью по форме:



Последняя строка перечня составных частей не должна доходить до основной надписи на расстояние менее 10 мм. В целях упрощения составления перечня допускается оставлять незаполненными две – три строки с соответствующим пропуском номеров позиций после каждой группы перечня составных частей (составные единицы, детали, стандартные изделия).

Все данные, вносимые в перечень составных частей изделия, следует записывать сверху вниз в порядке, предусмотренном ГОСТ 2.206-96: *«Документация»,* «*Комплексы», «Сборочные единицы*», *«Детали»*, *«Стандартные изделия», «Прочие изделия»*. При большом числе составных частей изделия допускается (по согласованию с руководителем) исключать из перечня второстепенные детали и неответственные стандартные изделия.

Примеры оформления чертежей общего вида из пособия по проектированию [35] приведены в прил. П.

4. ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

К защите ВКР допускается обучающийся, выполнивший задание на дипломную работу (проект) в полном объеме и оформивший его в соответствии с требованиями данных методических указаний. У допущенного к защите обучающегося ВКР должна быть подписана руководителем, консультантами (при наличии) и заведующим кафедрой.

Публичная защита ВКР осуществляется на заседании Государственной аттестационной комиссии (ГАК). Обучающийся делает доклад продолжительностью 7–10 минут, в котором освещает поставленные задачи и полученные результаты. По окончании доклада члены комиссии задают обучающемуся вопросы по теме ВКР. Докладчик дает на них конкретные ответы.

Подготовка доклада требует максимум внимания. Необходимо тщательно составить текст выступления на публичной защите и согласовать его с руководителем. Текст любого доклада должен выглядеть как цельный, логически завершенный рассказ-монолог. Поскольку довольно сложно за регламентируемое время изложить работу, следует очень тщательно подбирать каждое слово, каждое выражение.

Выступление должно иметь краткое вступление, вводящее аудиторию в курс дела, очень краткое изложение литературных данных по данной проблеме с приведением ссылок на результаты работ, которые ближе всех к результатам автора.

Основная часть доклада призвана показать аудитории сущность работы, ее результаты, приводить объяснения.

В заключении должны быть кратко и четко даны итоги работы и главные выводы.

Перед днем публичной защиты полезно несколько раз прорепетировать доклад с хронометрированием его продолжительности. При публичной защите следует выполнять следующие правила:

1. Говорите как можно проще, используя только общепринятые термины, не монотонно, но достаточно громко, горячо, убежденно и в привычной для себя манере.

2. Не читайте доклад с бумаги, в то же время точный текст доклада готовьте заранее, при выступлении избегайте сущест-

венных изменений, не отходите от заготовленного отрепетированного текста.

3. Не злоупотребляйте изложением большого количества фактического материала. Это отвлекает слушателя от основной мысли.

4. Не растягивайте доклад сверх регламента. Это может вызвать раздражение аудитории и членов ГАК, вас могут прервать.

5. Используйте иллюстративный материал, тесно увязанный с текстом доклада и помогающий изложению текста. Пользуйтесь указкой.

6. При подготовке иллюстрационного материала (чертежей, презентации, плакатов) полезно учитывать следующие правила:

– для доклада используйте иллюстрационный материал в форме электронной презентации на 7–13 слайдах или на 6–8 листах формата А1: по бакалаврской работе – схемы, рисунки, формулы, графики, таблицы; по бакалаврскому проекту – чертежи, схемы, таблицы;

– на иллюстрациях изображайте общие схемы, чертежи, ни в коем случае не добивайтесь исчерпывающего изложения, иллюстрации должны выражать простую мысль и строго соответствовать тексту;

– на рисунках не должно быть много надписей, буквы и цифры на них следует писать достаточно крупно;

– иллюстрации снабжают краткими заголовками, заголовки на всех иллюстрациях должны быть написаны одинаковым шрифтом (на слайдах рекомендуется использовать кегль 36, шрифт полужирный);

– таблицы, схемы, графики, диаграммы, рисунки максимально упрощают;

– все иллюстрации должны иметь сквозную нумерацию в соответствии с текстом доклада.

Наименование файла с презентацией должно иметь следующую форму: Фамилия докладчика_ВКР_Год защиты, например Иванов_БП_2021.ppt.

На первом слайде необходимо приводить:

– полное наименование темы работы;

– фамилию и имя автора работы.

Оценки защищенных дипломных работ (проектов) публично оглашает председатель ГАК в день защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». Утв. Ученым советом ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». Протокол от 21.04.2020 г. № 7.

2. Положение о практической подготовке обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». Утв. Ученым советом ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова». Протокол от 28.09.2020 г. № 23.

3. ГОСТ 7.32-2017. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ, 2018. 27 с.

4. ГОСТ Р 7.0.100-2018. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2008. 123 с.

5. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2008. 18 с.

6. Дворецкий С.И. Основы проектирования химических производств [Текст] / С.И. Дворецкий, Г.С. Кормильцин, В.Ф. Калинин. М.: Машиностроение-1, 2005. 280 с.

7. ГОСТ 2.793-79. ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. Общие обозначения. М.: Стандартинформ, 2012. 6 с.

8. Кутепов А.М. Общая химическая технология: учебник для тех. вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. 3-е изд., испр. и доп. М.: Академкнига, 2003. 528 с.

9. Игнатенков В.И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учеб. пособие / В.И. Игнатенков. 2-е изд. М.: Издательство Юрайт, 2019. 195 с.

10. Тимофеев В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза / В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов. М.: Высш. шк., 2003. 530 с.

11. Савельев Н.И. ChemCAD. Примеры решения практических задач химической технологии / Н.И. Савельев. Чебоксары: Изд-во ЗАО «Порядок», 2009. 200 с.

12. Технология важнейших отраслей промышленности: учебник для экономич. спец. вузов / А.М. Гинберг, Б.А. Хохлов, И.П. Дрякина и др.; под ред. А.М. Гинберга, Б.А. Хохлова. М.: Высш. шк., 1985. 496 с.

13. Общая химическая технология и основы промышленной экологии/ под ред. В.И. Ксензенко. М.: КолоС, 2003. 328 с.

14. Расчеты химико-технологических процессов / под ред. И.П Мухленова. Л.: Химия, 1986. 352 с.

15. Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учеб. пособие для вузов / В.И. Игнатенков, В.С. Бесков. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. 198 с.

16. Инженерная защита окружающей среды в примерах и задачах: учеб. пособие / под ред. О.Г. Воробьева. СПб.: Лань, 2002. 288 с.

17. Эндюськин П.Н. Промышленная экология: учеб. пособие / П.Н. Эндюськин, П.М. Лукин, В.П. Эндюськин. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2006. 528 с.

18. Техника защиты окружающей среды: лаб. практикум / П.Н. Эндюськин, П.М. Лукин, В.П. Эндюськин, А.И. Козлов. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2009. 84 с.

19. Гринин А.С. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка: учеб. пособие / А.С. Гринин, В.Н. Новиков. М.: Фаир-Пресс, 2002. 332 с.

20. Кривошеин Д.А. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин. М.: Высш. шк., 2003. 344 с.

21. Голицин А.Н. Основы промышленной экологии: учебник / А.Н. Голицин. М.: Академия, 2002. 240 с.

22. Введение в промышленную экологию: учеб. пособие / Г.Н. Потапов. Казань, 1999. 96 с.

23. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник / под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадина. М.: Логос, 2003. 527 с.

24. Денисов В. В. Экология и охрана окружающей среды: учеб. пособие / В.В. Денисов, Т.И. Дрововозова, Б.И. Хорунжий, О.Ю. Шалашова, Е.С. Кулакова, С.А. Манжина, В.В. Алилуйкина. СПб.: Лань, 2019. 440 с.

25. Процессы и аппараты защиты гидросферы: учеб. пособие / А.И. Козлов, П.М. Лукин, В.С. Илакин и др. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2009. 356 с.

26. Альперт Т.З. Основы проектирования химических установок: учеб. пособие / Т.З. Альперт. М.: Высш. шк., 1982. 304 с.

27. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун. М.: Стройиздат, 1996. 591 с.

28. Домашнев А.Д. Конструирование и расчет химических аппаратов / А.Д. Домашнев. М.: Машгиз, 1961. 514 с.

29. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / под ред. В.Н. Сомохина. 2-е изд. М.: Стройиздат, 1981. 631 с.

30. Кузнецов И.Е. Оборудование для санитарной очистки газов: справочник / И.Е. Кузнецов, К.И. Шмат, С.И. Кузнецов. Киев: Техника, 1989. 304 с.

31. Ласков Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений/ Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. М.: Стройиздат, 1987. 255 с.

32. Лащинский А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры / А.А. Лащинский, А.Р. Толчинский. Л.: Машиностроение, 1970. 752 с.

33. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи: учеб. пособие / И.В. Доманский, В.П. Исаков, Г.М. Островский и др.; под общ. ред. В.Н. Соколова. Л.: Машиностроение, 1982. 384 с.

34. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов / А.И. Родионов, Ю.И. Кузнецов, В.В. Зенков, Г.С. Соловьев. М.: Химия, 1985. 352 с.

35. Основные процессы аппарата химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1991. 496 с.

36. Очистка и рекуперация промышленных выбросов: учеб. пособие для вузов / В.Ф. Максимов, И.В. Вольф, Л.Н. Григорьев и др. 3-е изд., перераб. М.: Лесная промышленность, 1989. 640 с.

37. Очистка производственных сточных вод: учеб. пособие для студентов вузов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. 2-е изд. М.: Стройиздат, 1985. 333 с.

38. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. Л.: Химия, 1987. 576 с.

39. Плановский А.Н. Аппаратура промышленности полупродуктов и красителей: учеб. пособие / А.Н. Плановский, Д.А. Гуревич. М.: ГНТИ ХЛ, 1961. 504 с.

40. Проектирование сооружений для очистки сточных вод: справочное пособие к СНиП 2.04.03-85. М.: Стройиздат, 1990. 193 с.

41. Радионов А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов: учеб. пособие / А.И. Радионов, Ю.Л. Кузнецов, Г.Г. Соловьев. М.: Химия, КолосС, 2005. 392 с.

42. Справочник по пыле- и золоулавливанию / под ред. А.А. Русанова. М.: Энергоатомиздат, 1983. 312 с.

43. Справочник по санитарной очистке газов / И.Е. Кузнецов, К.И. Шмат, С.И. Кузнецов. Киев: Техника, 1989. 304 с.

44. ГОСТ 13372-67. Сосуды и аппараты. Ряд номинальных размеров. М.: Издательство стандартов, 1980. 3 с.

45. ГОСТ 9617-76. Сосуды и аппараты. Ряд диаметров. М.: Издательство стандартов, 2002. 3 с.

46. ГОСТ 9931-69 Корпусы цилиндрические стальных сварных сосудов и аппаратов. Типы, основные параметры и размеры. М.: Издательство стандартов, 1988. 10 с.

47. Соколов В.Н. Газожидкостные реакторы: учеб. пособие / В.Н. Соколов, И.В. Доманский. Л.: Машиностроение, 1976. 214 с.

48. Основы автоматизации процессов химической технологии и защиты окружающей среды: учеб. пособие / А.И. Козлов, П.М. Лукин, В.С. Илакин и др. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2003. 104 с.

49. Системы управления химико-технологическими процессами: учеб. пособие / В.А. Втюрин, В.В. Илющенко. СПб.: Государственная лесотехническая академия, 2010. 179 с.

50. Промышленные приборы и технические средства управления процессами химической технологии и защиты окружающей среды: учеб. справочник / Л.И. Мухортова, А.И. Козлов, П.М. Лукин, Н.С. Ортиков. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2009. 67 с.

51. Автоматизация процессов химической технологии и защиты окружающей среды и химической технологии: метод. указания к курсовым и дипломным проектам / сост. Л.И. Мухортова, А.И. Козлов. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. 28 с.

52. ГОСТ 2.301-68. ЕСКД. Форматы. М.: Стандартинформ, 2007. 2 с.

53. ГОСТ 2.306-68. ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила нанесения на чертежах. М.: Издательство стандартов, 2007. 8 с.

54. ГОСТ 2.104-2006. ЕСКД. Основные надписи. М.: Стандартинформ, 2007. 17 с.

55. ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. М.: Стандартинформ, 2009. 17 с.

56. Графическая часть курсового и дипломного проекта: метод. указания для студентов специальностей 250100 – «Химическая технология органических веществ» и 170500 – «Машины и аппараты химических производств» очной и заочной форм обучения / сост. А.Л. Савченков. Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2012. 31 с.

57. Бочкарев В.В. Графическая часть курсовых и дипломных проектов: учеб.-метод. пособие / В.В. Бочкарев, А.А. Ляпков. Томск: Изд-во ТГУ, 2006. 98 с.

58. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования и правила оформления: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / сост. К.Г. Земляной, И.А. Павлова. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. 116 с.

59. Вавилов Г.А. Этапы курсового и дипломного проектирования. Общие требования оформления дипломной и курсовых проектов (работ) [Учебное электронное текстовое издание]: метод. указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов всех форм обучения специальности 070100 – биотехнология, 250100 – химическая технология органических веществ / М.А. Безматерных, Г.А. Вавилов, В.Ф. Грязев. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ−УПИ, 2005. 52 с.

60. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов / под ред. А.И. Михайличенко. М.: ИКЦ «Академкнига», 2010. 371 с.

61. ГОСТ 21.208-2013. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схема. М.: Стандартинформ, 2015. 25 с.

62. ГОСТ 2.303-68. ЕСКД. Линии. М.: Стандартинформ, 2007. 6 с.

63. Малыгин Е.Н. Информационный анализ и автоматизированное проектирование трехмерных компоновок оборудования химико-технологических схем: учеб. пособие / Е.Н. Малыгин, С.Я. Егоров, В.А. Немтинов, М.С. Громов. Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2006. 128 с.

64. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств: учеб. пособие / В.И. Косинцев, А.И. Михайличенко, Н.С. Крашенинников и др. М.: Академкнига, 2006. 332 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

А. План-график выполнения выпускной квалификационной работы

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)

Химико-фармацевтический факультет

Кафедра химической технологии и защиты окружающей среды

ПЛАН-ГРАФИК
выполнения выпускной квалификационной работы

обучающегося (йся) группы _____
_____
(фамилия, имя, отчество)
Контактный телефон: _____
Тема ВКР:_____
Руководитель проекта _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

№	Этапы работ	Срок выполнения	Отметка руководителя о выполнении (выполнено / не выполнено)	Подпись руководителя
1	Выбор темы ВКР и объекта исследования			
2	Разработка плана ВКР и согласование его с научным руководителем			
3	Подбор, изучение, анализ и обобщение теоретических и практических материалов по теме			
4	Подготовка теоретической части ВКР			
5	Подготовка аналитической части ВКР			
6	Подготовка рекомендательной части ВКР			

7	Предоставление первого варианта ВКР научному руководителю на проверку			
8	Устранение замечаний научного руководителя			
9	Подготовка окончательного варианта ВКР, оформление работы в соответствии с предъявляемыми требованиями и сдача научному руководителю для получения отзыва			
10	Предварительная защита ВКР и принятие решения о допуске ее к защите			
11	Устранение замечаний, полученных на предварительной защите			
12	Защита ВКР			

Дата составления плана-графика _____

Руководитель проекта _____ _____
(подпись) ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Обучающийся (аяся) _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Б. Правила оформления текстовых документов

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы оформляется с соблюдением требований ГОСТ 7.32-2017 [2]. Данный ГОСТ распространяется на отчеты о научно-исследовательских работах по всем областям науки и техники.

Терминология и оформление записки должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии – общепринятым научно-технической литературы. Сокращения слов в тексте и подписях, как правило, не допускаются, за исключением сокращений, установленных ГОСТ 7.12-93[1].

Текст печатают на листах формата А4 через 1,5 интервала (текстовый редактор Word, шрифт Times New Roman, основной кегль 14, в таблицах текст следует печатать через 1,0 интервал, допускается использовать кегль 12).

Размеры полей: правое – 15 мм, верхнее и нижнее – не менее 20 мм, левое – 30 мм.

Заголовки структурных элементов «РЕФЕРАТ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» и отдельных глав следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

Разделы, подразделы, пункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. После номера раздела, подраздела, пункта точку не ставят. Заголовки разделов, подразделов, пунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему отчету. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

Иллюстрации (рисунки, схемы, графики и др.) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в отчете. Иллюстрации

---

[1] ГОСТ 7.12-93. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. М.: Стандартинформ, 1993. 18 с.

следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных посередине строки, например, Рисунок 7 – Детали прибора.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Наименование таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Наименование таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например, Таблица 2 – Свойства теплоносителей.

Все формулы, если их более одной, нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенные точкой. Номер приводится с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Формулы приводятся сначала в общем виде, дается объяснение обозначений и размерностей всех входящих в формулу величин. Затем в формулу подставляют численные значения величин и записывают результат расчета.

Все расчеты должны быть выполнены в международной системе единиц СИ. Если из справочников и других источников значения величин взяты в какой-либо другой системе единиц, перед подстановкой их в уравнения необходимо сделать пересчет в систему единиц СИ.

В тексте указываются ссылки на источник основных расчетных формул, физических констант и других справочных данных. Ссылки на литературные источники указывают в квадратных скобках. Например: «...для определения коэффициента массоотдачи в газовой фазе используют уравнение 6.45 [26, с. 294]».

Литературные источники, которые использовались при составлении отчета, располагают в порядке упоминания их в тексте в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Примеры ссылок на электронные ресурсы приведены в работах [82–84]. Сведения о режиме доступа к электронным ресурсам допускается заменять аббревиатурой «URL» (Uniform Resource Locator – унифицированный указатель ресурса).

В. Форма отзыва о выпускной работе

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)

Химико-фармацевтический факультет
Кафедра химической технологии и защиты окружающей среды

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
о работе обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы

Обучающийся _____
фамилия, имя, отчество

Направление подготовки _____
код, наименование

Направленность (профиль) _____

Тема выпускной квалификационной работы:

_____

_____

ВКР выполнена _____
в рамках темы исследования кафедры, по заказу профильного предприятия/организации

Характеристика деятельности обучающегося в период выполнения ВКР (оценка добросовестности, работоспособности, ответственности, инициативности, аккуратности; умение организовать свой труд, владение современными методами исследования, методами сбора, хранения и обработки информации, применяемыми в сфере его профессиональной деятельности; умение анализировать состояние и динамику объектов исследования с использованием методов и средств анализа и прогноза; умение работать с литературными источниками, справочниками; способность ясно и четко излагать материал) _____

_____

Актуальность темы ВКР, ее научное, практическое значение и соответствие заданию _____

_____

Оценка полноты и законченности проведенного исследования; соответствие результатов поставленным целям _____
_____

Апробация основных положений и результатов работы (в том числе в ходе практик) _____

Наличие акта внедрения _____

Степень самостоятельности и способности выпускника/выпускников к научно-исследовательской или исследовательской работе (умение и навыки искать, обобщать, анализировать материал и делать выводы)
_____

Степень участия каждого при выполнении работы несколькими обучающимися _____

Оригинальность текста ВКР составляет _____%

Общие выводы _____
_____

Выпускная квалификационная работа соответствует предъявляемым требованиям Положения о проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в федеральном государственном образовательном учреждении высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», может быть рекомендована к защите и заслуживает отметку _____.
прописью

_____
дата

Руководитель
_____
ученая степень, ученое звание, должность подпись расшифровка подписи

Г. Форма титульного листа бакалаврского проекта

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)

Химико-фармацевтический факультет
Кафедра химической технологии и защиты окружающей среды

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКИЙ ПРОЕКТ)

на тему: _____
_____

по направлению подготовки _____

направленность (профиль) _____
_____

Обучающийся
гр. _____
дата подпись Ф.И.О.

Руководитель проекта
к.т.н., доцент _____
дата подпись Ф.И.О.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент _____
дата подпись Ф.И.О.

Чебоксары
20____ г.

Д. Пример оформления реферата

РЕФЕРАТ

Расчетно-пояснительная записка к выпускной квалификационной работе 120 с., 13 рис., 15 табл., 42 источника.

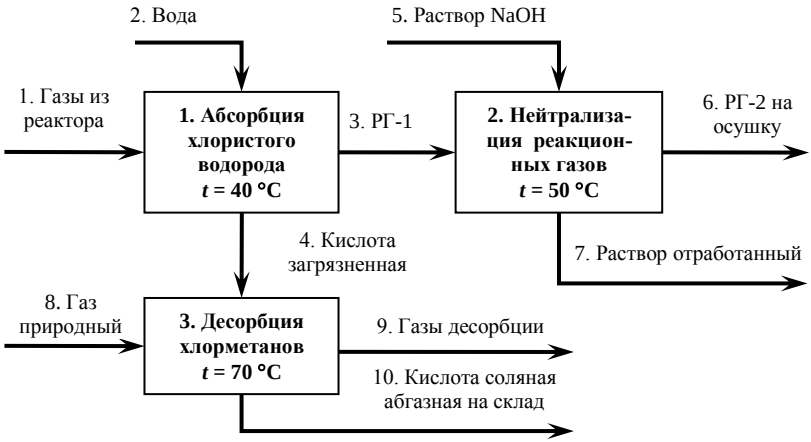
СЕРНАЯ КИСЛОТА, КАТАЛИЗАТОР, РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЙ АБСОРБЕР, ТЕХНОЛОГИЯ, ОЧИСТКА, СЕРНЫЙ И СЕРНИСТЫЙ АНГИДРИД, ТУМАН СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Цель выпускной квалификационной работы заключается в расчете и проектировании отделения очистки отходящих газов от серного и сернистого ангидрида в производстве серной кислоты.

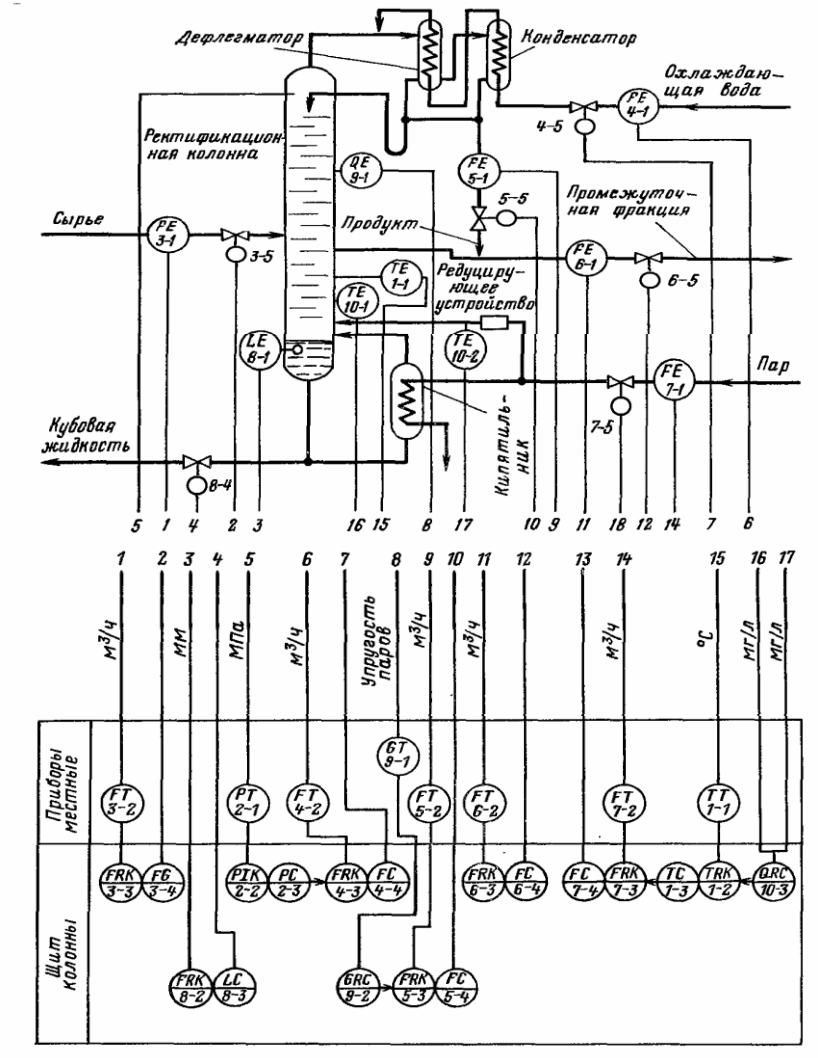
В процессе проектирования разработана технологическая схема отделения очистки отходящих газов. Приведены технологические и механические расчеты основного и вспомогательного оборудования, схема размещения оборудования и схема автоматизации. Разработаны мероприятия по технике безопасности, автоматизации производства.

Предложенные технические решения обеспечивают очистку отходящих газов до санитарных норм.

Е. Пример блок-схемы технологического процесса



Ж. Развернутая схема автоматизации



Развернутая функциональная схема автоматизации процесса ректификации приведена по [50].

И. Условные обозначения оборудования на схемах

Таблица И.1 – Условные изображения трубопроводов и арматуры по ГОСТ 2.784-96[2] и ГОСТ 2.785-70 [3]

Условное изображение	Наименование элемента	Условное изображение	Наименование элемента
	Подвод жидкости		Подвод воздуха или газа
	Пересечение трубопроводов, линий связи без присоединения		Соединение трубопроводов, линий связи
	Вентиль запорный проходной		Вентиль предохранительный проходной
	Вентиль запорный угловой		Вентиль предохранительный угловой
	Вентиль трёхходовый		Клапан дроссельный
	Вентиль регулирующий проходной		Клапан редукционный (вершина треугольника направлена в сторону повышенного давления)
	Вентиль регулирующий угловой		Задвижка
	Клапан обратный проходной		Кран проходной
	Клапан обратный угловой		Кран угловой

[2] ГОСТ 2.784-96. ЕСКД. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов. М.: Стандартинформ, 2012. 5 с.
[3] ГОСТ 2.785-70. ЕСКД. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная. М.: Стандартинформ, 2012. 5 с.

Таблица И.2 – Обозначение потоков (по ГОСТ 2.721-74[4])

Поток	Обозначение
Жидкость: а) в одном направлении (например, вправо)	
б) в обоих направлениях	
Газ (воздух): а) в одном направлении (влево)	
б) в обоих направлениях	

Таблица И.3 – Обозначение насосов и двигателей гидравлических и пневматических (по ГОСТ 2.782-68[5])

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
По функциональному признаку		*По принципу действия*	
Насос постоянной производительности: а) с одним направлением потока		Насос шестеренчатый	
б) с двумя направлениями потока		Насос кривошипно-поршневой	
Насос с регулируемой производительностью: а) с одним направлением потока		Насос струйный (эжектор, инжектор и др.), общее назначение	
б) с двумя направлениями потока		Насос лопастной центробежный	
Компрессор		Вентилятор: а) центробежный	
Насос-дозатор		б) осевой	
Насос ротационный лопастной (пластинчатый)		Насос винтовой	

[4] ГОСТ 2.721-74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Обозначения общего применения. М.: Стандартинформ, 2008. 5 с.
[5] ГОСТ 2.782-96. ЕСКД. Обозначения условные графические. Гидравлические и пневматические насосы и двигатели. М.: Стандартинформ, 2008. 5 с.

Таблица И.4 – Обозначение выпарных установок (по ГОСТ 2.788-74[6])

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Аппарат выпарной общее обозначение		Аппарат выпарной пленочный роторный	
Аппарат выпарной с естественной циркуляцией и с соосной тепловой камерой		Аппарат выпарной с принудительной циркуляцией и с соосной камерой	
Аппарат выпарной с естественной циркуляцией и с выносной тепловой камерой		Аппарат выпарной с принудительной циркуляцией и с выносной тепловой камерой	

Таблица И.5 – Обозначение центрифуг (по ГОСТ 2.795-74[7])

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Центрифуга фильтрующая периодического действия с гравитационной выгрузкой осадка		Центрифуга отстойная периодического действия с гравитационной выгрузкой осадка	
Центрифуга фильтрующая периодического действия с автоматической выгрузкой осадка		Центрифуга отстойная периодического действия с автоматической выгрузкой осадка	
Центрифуга фильтрующая непрерывного действия со шнековой выгрузкой осадка		Центрифуга отстойная непрерывного действия с вертикальной шнековой выгрузкой осадка	

[6] ГОСТ 2.788-74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты выпарные. М.: Стандартинформ, 2012. 4 с.
[7] ГОСТ 2.795-80. ЕСКД. Обозначения условные графические. Центрифуги. М.: Стандартинформ, 2012. 3 с.

Таблица К.6 – Обозначение теплообменных аппаратов (по ГОСТ 2.789-74[8])

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Теплообменник кожухотрубчатый при давлении в трубах и межтрубном пространстве выше атмосферного		Теплообменник кожухотрубчатый с температурным компенсатором	
Теплообменник кожухотрубчатый с паровым пространством, с плавающей головкой		Теплообменник кожухотрубчатый с плавающей головкой	
Конденсатор смешения		Теплообменник регенеративный	
Калорифер		Аппарат воздушного охлаждения	

Таблица К.7 – Обозначение аппаратов сушильных (по ГОСТ 2.792-74[9])

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Сушилка с центробежным распылением		Сушилка с кипящим слоем	
Циклонная сушилка		Сушилка роторная с наружным обогревом	
Сушилка камерная		Сушилка полочно-дисковая	

[8] ГОСТ 2.789-74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты теплообменные. М.: Стандартинформ, 2012. 5 с.
[9] ГОСТ 2.792-74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты сушильные. М.: Стандартинформ, 2012. 6 с.

Таблица И.8 – Обозначение колонных аппаратов (по ГОСТ 2.790-74[10])

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Корпус колонны под атмосферным давлением		Корпус колонны с внутренним давлением выше атмосферного	
Колонна тарельчатая		Колонна барботажная	
Колонна с колпачковыми тарелками		Колонная с клапанными прямоточными тарелками	
Колонна насадочная с насыпной насадкой под давлением выше атмосферного		Колонна насадочная с регулярной насадкой под давлением выше атмосферного	
Колонна пульсационная		Колонна роторная	

[10] ГОСТ 2.790-74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты колонные. М.: Стандартинформ, 2012. 5 с.

Таблица И.9 – Обозначение отстойников и фильтров (по ГОСТ 2.791-74[11])

Наименование	Обозначе-ние	Наименование	Обозначе-ние
Отстойник однокамерный		Отстойник многокамерный	
Отстойник бассейновый		Фильтр песочный гидростатический	
Гидроциклон		Фильтр барабанный	
Фильтр-пресс с вертикальными плитам		Фильтр-пресс с горизонтальными плитами	
Друк-фильтр		Нутч-фильтр	

[11] ГОСТ 2.791-74. ЕСКД. Обозначения условные графические. Отстойники и фильтры. М.: Стандартинформ, 2012. 5 с.

К. Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов

(по ГОСТ 21.206[12], ГОСТ 21.609[13])

Обозначение	Транспортируемое вещество, наименование	Обозначение	Транспортируемое вещество, наименование
В0	**Вода**		
В1	Хозяйственно-питьевая		Натрий гидрооксид:
В3	Производственная	Б20	концентрированный
В4	Оборотная, прямая	Б21	разбавленный
В5	Оборотная, обратная	**К0**	**Канализация**
В6	Умягчённая	К6	Шламсодержащих вод
В9	Подземная. Артезианская	К8	Кислых вод
В11	Осветленная, фильтрованная	К9	Щелочных вод
В26	Повторно используемая, очищенных стоков	К10	Кислотно-щелочных
В27	Захоложенная (охлаждённая)	К11	Цианистых
В28	Обессоленная	К12	Хромсодержащих
В31	Дистиллированная	К17	Обезвреженных стоков
Т0	**Теплоносители**	К18	Жидкости камеры регенерации
Т5	Технологическая горячая вода, прямая	К19	Элюаты из катионитных фильтров
Т6	Технологическая горячая вода, обратная	К20	Элюаты из анионитовых фильтров
Т7	Пар	К22	Отработанные моющие растворы
Т8	Конденсат	**Г0**	**Газы**
Б0	**Электролиты и растворы**	Г1	Природные газы низкого давления (до 5 кПа)
Б1	Хлорид натрия	Г17	Водород (до 2,5 МПа)
Б2	Коагулянт	Г51	Хлор
Б4	Флокулят		
	Кислота соляная:	**А0**	**Воздух**
Б16	концентрированная	А1	Сжатый
Б17	разбавленная	А7	Вакуум

[12] ГОСТ 21.206-2012. Условные обозначения трубопроводов. М.: Стандартинформ, 2012. 4 с.

[13] ГОСТ 21.609-2014. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем газоснабжения. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.

Л. Цифровые обозначения трубопроводов

(по ГОСТ 14202-69[14])

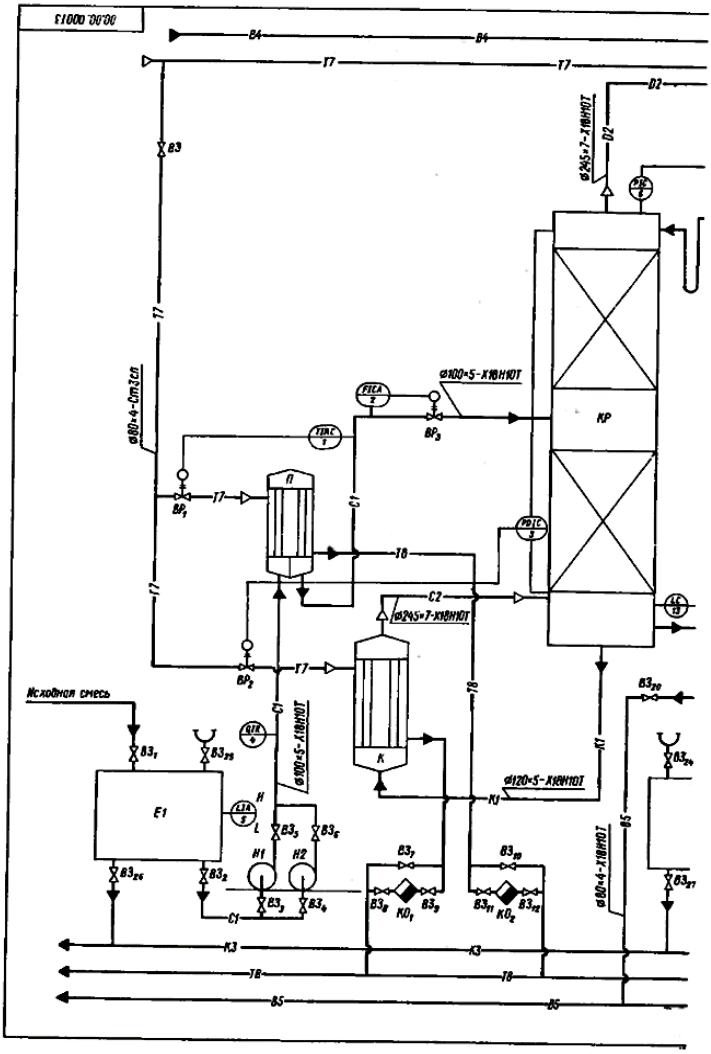
Обозначение	Транспортируемое вещество	Обозначение	Транспортируемое вещество
1	**Вода**	**2**	**Пар**
1.1	Питьевая	2.1	Низкого давления (до 0,2 МПа)
1.2	Техническая	2.2	Насыщенный
1.3	Горячая (водоснабжение)	2.3	Перегретый
1.4	Горячая (отопление)	2.4	Отопление
1.5	Питательная	2.5	Влажный (соковый)
1.6	Резерв	2.6	Отборный
1.7	Резерв	2.7	Резерв
1.8	Конденсат	2.8	Вакуумный
1.9	Прочие виды воды	2.9	Прочие виды пара
1.0	Отработанная, отточная	2.0	Отработанный
3	**Воздух**	**4**	**Газы горючие**
3.1	Атмосферный	4.1	Светлый
3.2	Конденсированный	4.2	Генераторный
3.3	Циркуляционный	4.3	Ацетилен
3.4	Горячий	4.4	Аммиак
3.5	Сжатый	4.5	Водород и газы, его содержащие
3.6	Пневмотранспорта	4.6	Углеводороды и их производные
3.7	Кислород	4.7	Окись углерода и газы, её содержащие
3.8	Вакуум	4.8	Резерв
3.9	Прочие виды воздуха	4.9	Прочие виды горючих газов
3.0	Отработанный	4.0	Отработанные горючие газы
5	**Газы негорючие**	**6**	**Кислоты**
5.1	Азот и газы, его содержащие	6.1	Серная
5.2	Резерв	6.2	Соляная
5.3	Хлор и газы, его содержащие	6.3	Азотная
5.4	Углекислый газ и газы, его содержащие	6.4	Резерв
5.5	Инертные газы	6.5	Неорганические кислоты
5.6	Сернистый газ и газы, его содержащие	6.6	Органические кислоты и их растворы

[14] ГОСТ 14202-73. Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска. Предупреждающие знаки и маркировочные щитки. М.: Изд-во стандартов, 2001. 15 с.

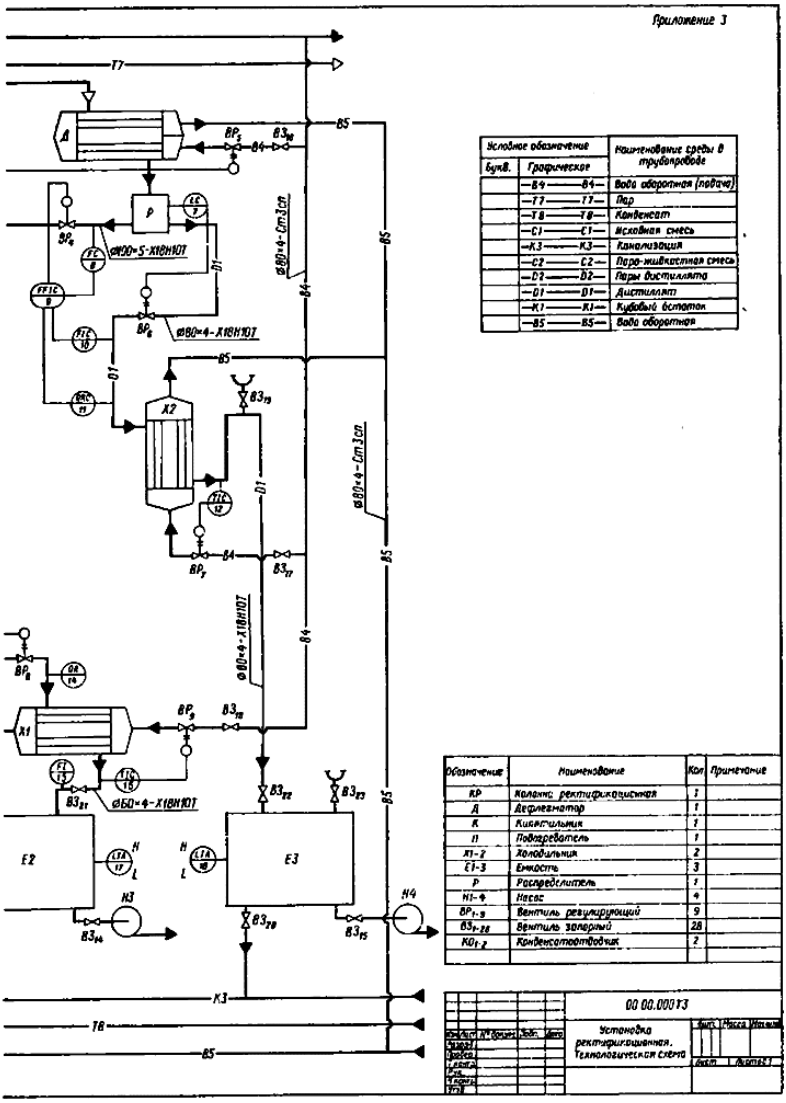
Обозначение	Транспортируемое вещество	Обозначение	Транспортируемое вещество
5.7	Резерв	6.7	Растворы кислых солей
5.8	Резерв	6.8	Резерв
5.9	Прочие виды негорючих газов	6.9	Прочие жидкости кислотной реакции
5.0	Отработанные негорючие газы	6.0	Отработанные кислоты и кислые стоки (при pH < 6,5)
7	**Щелочи**	**8**	**Жидкости горючие**
7.1	Натриевые	8.1	Жидкости А ($T_{воспл}$ < 28 °С)
7.2	Калийные	8.2	Жидкости типа Б (28 ºС < $T_{воспл}$ < 120 °С)
7.3	Известковые	8.3	Жидкости В ($T_{воспл}$ >120 °С)
7.4	Известковая вода	8.4	Смазочные масла
7.5	Неорганические щёлочи и их растворы	8.5	Прочие горючие органические жидкости
7.6	Органические щёлочи	8.6	Взрывоопасные жидкости
7.7	Резерв	8.7	Резерв
7.8	Резерв	8.8	Резерв
7.9	Прочие жидкости щелочной реакции	8.9	Прочие горючие жидкости
7.0	Отработанные щёлочи и стоки (pH > 8,5)	8.0	Горючие стоки
9	**Жидкости негорючие**	**0**	**Прочие вещества**
9.1	Жидкие пищевкусовые продукты	0.1	Порошкообразные материалы
9.2	Водные растворы	0.2	Сыпучие материалы зернистые
9.3	Прочие растворы (нейтральные)	0.3	Смеси твёрдых веществ с воздухом
9.4	Водные суспензии	0.4	Гели
9.5	Прочие суспензии	0.5	Пульпы водяные
9.6	Эмульсии	0.6	Пульпы прочих жидкостей
9.7	Резерв	0.7	Резерв
9.8	Резерв	0.8	Резерв
9.9	Прочие негорючие жидкости	0.9	Резерв
9.0	Негорючие стоки (нейтральные)	0.0	Отработанные твёрдые материалы

М. Примеры технологических схем

М1. Технологическая схема установки ректификации



Приложение 3

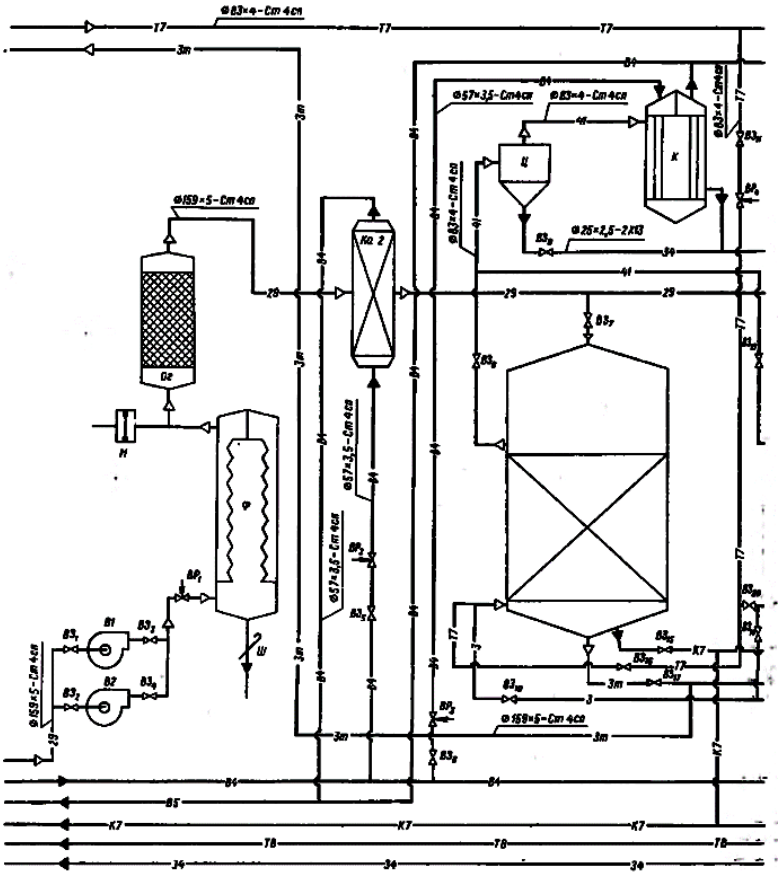


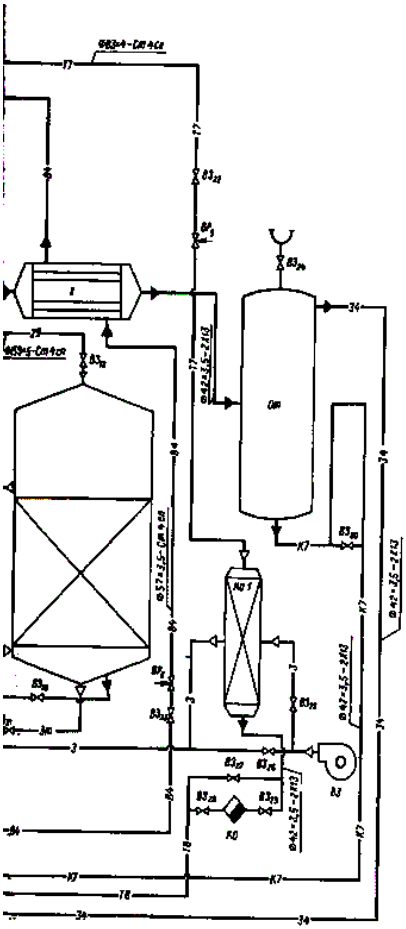
Условное обозначение		Наименование среды в трубопроводе
буквв.	Графическое	
	—В4———В4—	Вода оборотная (подача)
	—Т7———Т7—	Пар
	—Т8———Т8—	Конденсат
	—С1———С1—	Исходная смесь
	—К3———К3—	Канализация
	—С2———С2—	Пара-жидкостная смесь
	—D2———D2—	Пары дистиллята
	—D1———D1—	Дистиллят
	—К1———К1—	Кубовый остаток
	—В5———В5—	Вода оборотная

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
КР	Колонна ректификационная	1	
Д	Дефлегматор	1	
К	Кипятильник	1	
П	Подогреватель	1	
Х1-2	Холодильник	2	
Е1-3	Емкость	3	
Р	Распределитель	1	
Н1-4	Насос	4	
ВР1-9	Вентиль регулирующий	9	
ВЗ1-28	Вентиль запорный	28	
КО1-2	Конденсатоотводчик	2	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	00 00.00013
Разраб.					Установка ректификационная. Технологическая схема
Пров.					Лит. / Масса / Масштаб
Т.контр.					Лист / Листов 1
Утв.					

М2. Технологическая схема установки адсорбции


Ф83×4-Ст4сп
Ф57×3,5-Ст4сп
Ф83×4-Ст4сп
Ф159×5-Ст4сп
Ф25×2,5-2К3
Ф57×3,5-Ст4сп
Ф57×3,5-Ст4сп
Ф159×5-Ст4сп
Ф159×5-Ст4сп
Ф83×4-Ст4сп
Ф83×4-Ст4сп
Ф83×4

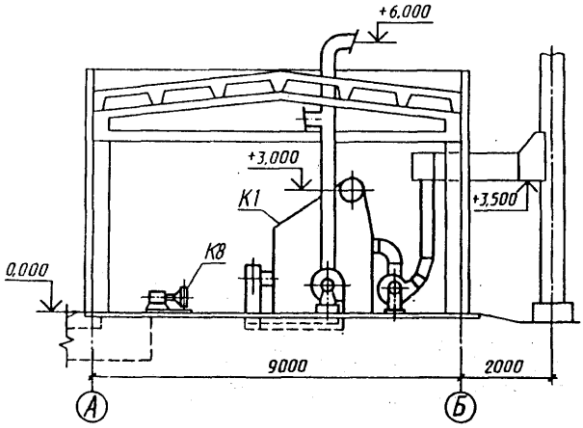


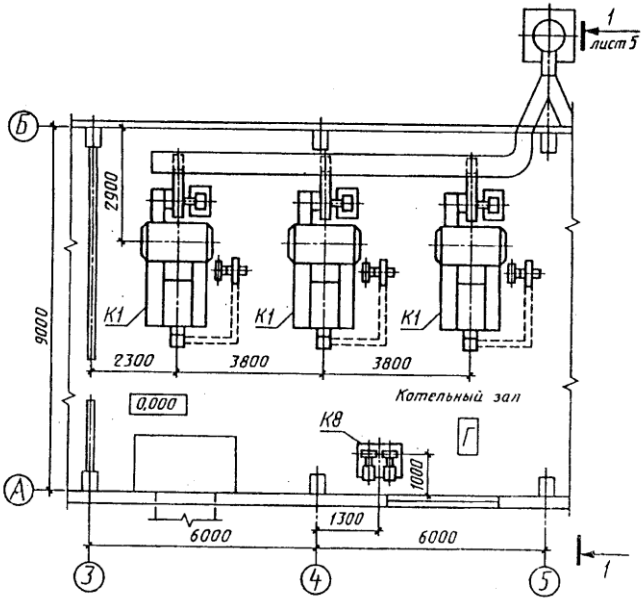
Условные обозначения		Наименование среды в трубопроводе
Буквенное	Графическое	
	—В4—	Вода оборотная (подача)
	—Г7—	Газ
	—З—	Воздух
	—Зп—	Воздух технологический
	—Т8—	Хладагент
	—П5—	Паровоздушная смесь
	—К7—	В канализацию
	—Э4—	Бутилацетат
	—В5—	Вода оборотная (продувка)
	—Ч—	Смесь паров воды с бутилацетатом

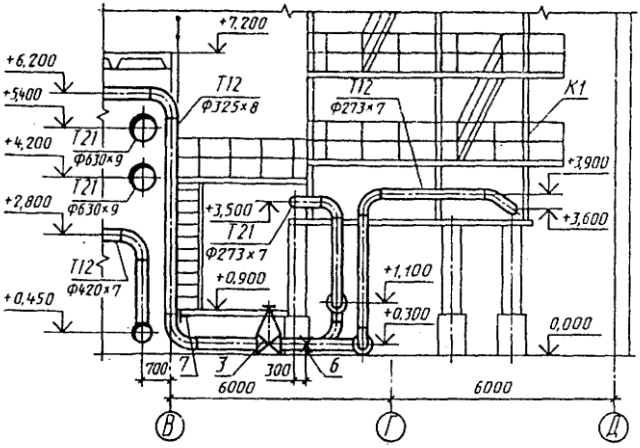
Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
А1-2	Абсорбер	2	
Ф	Фильтр рукавный	1	
От	Отпаривательная	1	
Кд 1	Конденсатор	1	
Кд 2	Холодильник	1	
К	Конденсатор	1	
Х	Холодильник	1	
Ос	Отстойник	1	
Ц	Циклон	1	
Н	Насосно-дозирующий	1	
Ш	Шибер	1	
В1-3	Вентилятор	3	
КО	Конденсатоотводчик	1	
$В_{1-8}$	Вентиль регулирующий	6	
$В_{9-30}$	Вентиль запорный	30	

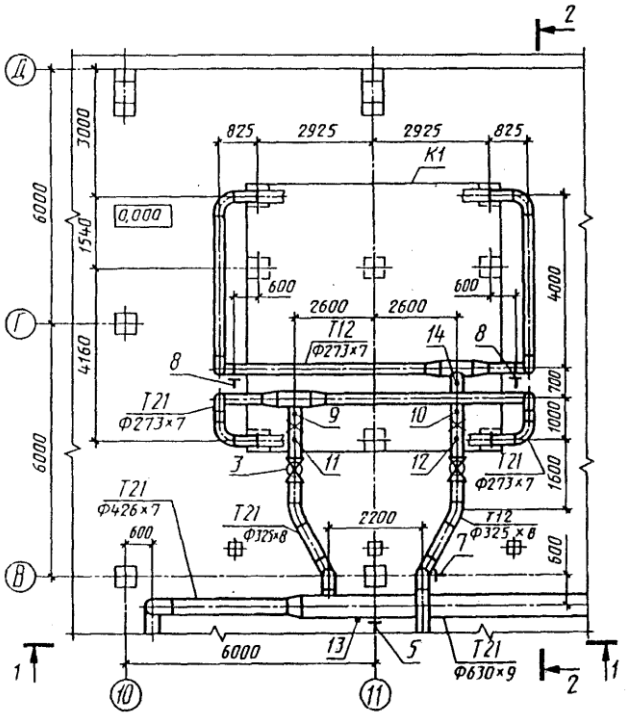
					00.00.000 ТЭ		
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	Установка абсорбционная. Технологическая схема.	Лит.	Листов	Масса
Разраб.							—	—
Пров.								
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								
						Лист 1	(Формат 1)	

Н. Примеры монтажных и компоновочных чертежей



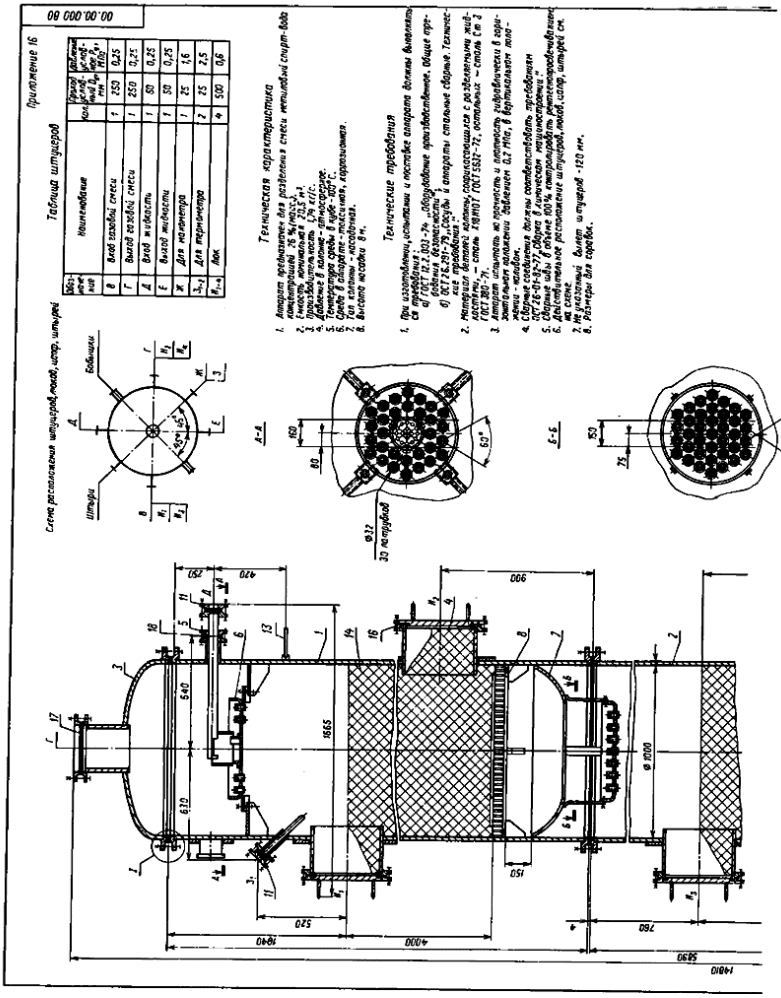


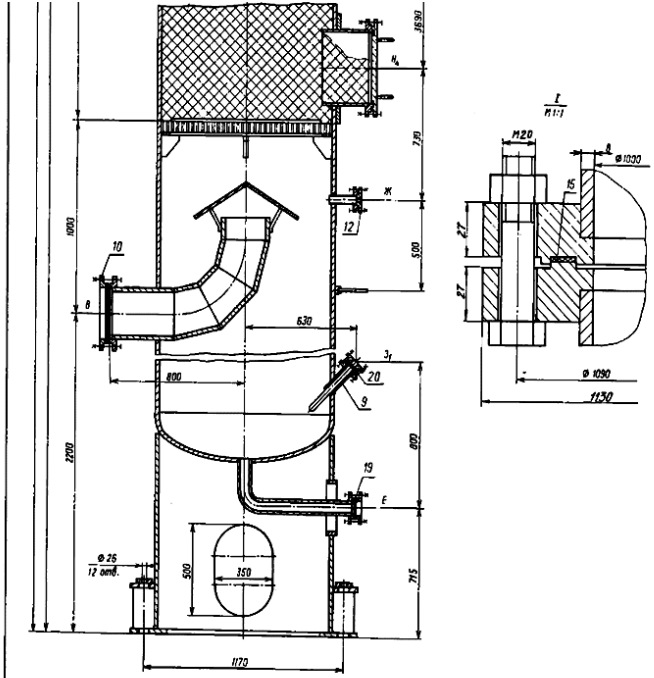

+7,200
+6,200
+5,400
+4,200
+2,800
+0,450
T12
Ф325×8
T21
Ф630×9
T21
Ф630×9
T12
Ф420×7
T12
Ф273×7
K1
+3,900
+3,600
+3,500
T21
Ф273×7
+0,900
+1,100
+0,300
0,000
700
7
3
300
6
6000
6000
В
Г
Д


2
Д
Г
В
825
2925
2925
825
K1
0,000
3000
1540
4160
6000
6000
600
600
2600
2600
4000
T12
Ф273×7
14
8
8
700
1000
1600
600
T21
Ф273×7
9
10
3
11
12
T21
Ф273×7
T21
Ф426×7
600
T21
Ф325×8
2200
T12
Ф325×8
7
600
6000
13
5
T21
Ф630×9
1
1
2
10
11

П. Примеры оформления чертежей общего вида аппаратов

П1. Колонна абсорбционная. Чертеж общего вида

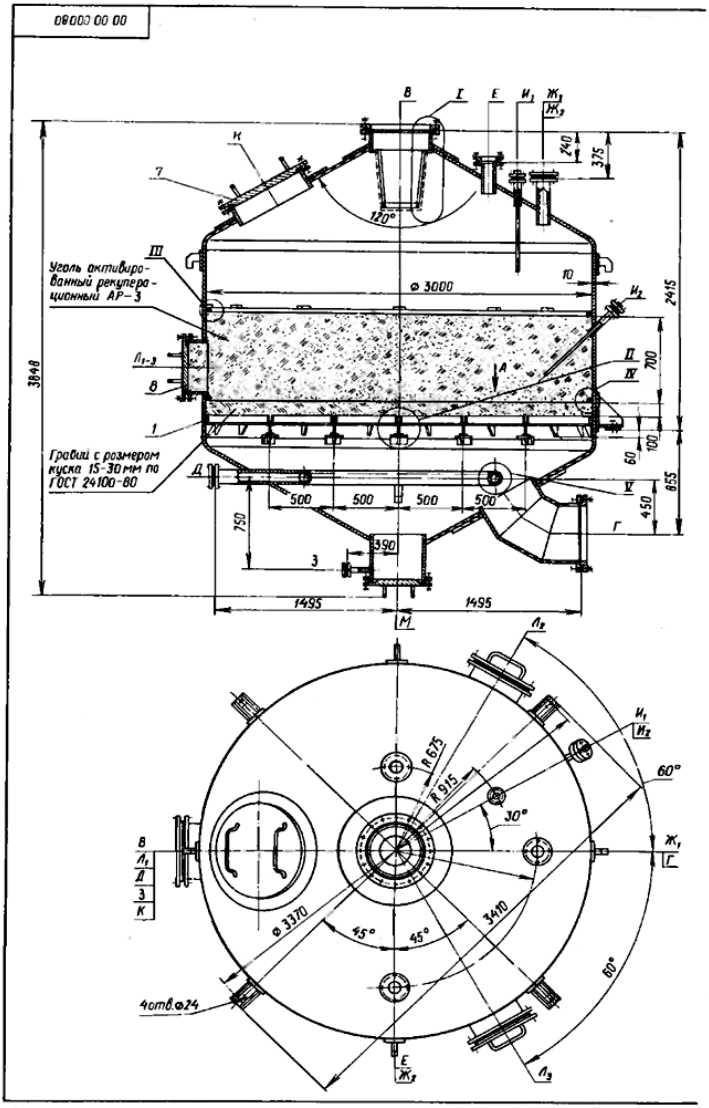




Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса 1 шт.	Наименование и марка материала	Примечание
1		Колонна	1			
2		Куб	1			
3		Крышка	1			
4		Крышка люка	4			
5		Штуцер	1			
6		Тарелка ТСИ-III	1			
7		Тарелка ТСИ-II	1			
8		Опора	4			
9		Гильза термометра	2			
10		Фланец	2		Х18Н10Т	D_y=250
11		Фланец	2		Х18Н10Т	D_y=50
12		Фланец	1		Х18Н10Т	D_y=25
13		Штыри	2		Сталь Ст2	
14		Кольца Рашига 25×25×3			Керамика	
15		Прокладка	2		Паронит ПОН-1	
16		Прокладка	4		Паронит ПОН-1	
17		Прокладка	2		Паронит ПОН-1	
18		Прокладка	1		Паронит ПОН-1	
19		Прокладка	2		Паронит ПОН-1	
20		Прокладка	3		Паронит ПОН-1	

Разраб.				00.00.000 ВО			
Пров.				Колонна абсорбционная Ф 1000 мм Чертеж общего вида	Лит.	Масса	Масштаб 1:10
Т.контр.					Лист	Листов 1	
Н.контр.							
Утв.							

П2. Адсорбер. Чертеж общего вида



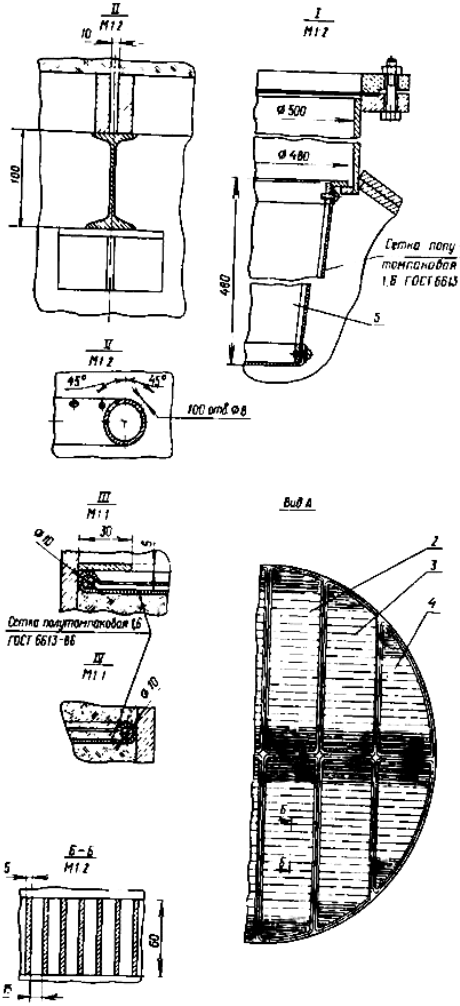


Таблица штуцеров

Обозначение	Наименование	Кол.	Условный проход D_y, мм	Давление условное P_y, МПа
В	Вход парогазовой смеси	1	500	0,25
Г	Выход отработанного воздуха	1	500	0,25
Д	Вход водяного пара	1	80	0,25
Е	Выход парогазовой смеси	1	80	0,25
Ж₁	Для предохранительного клапана	2	80	0,25
З	Выход конденсата	1	25	0,25
И₁₋₂	Для гильзы термометра	2	25	0,25
К	Люк	1	600	0,6
Л₁₋₃	Люк	3	400	0,6
М	Люк	1	400	0,6

Техническая характеристика.

1. Аппарат предназначен для улавливания из парогазовой смеси паров метанола.
2. Количество абсорбента – 5 м³
3. Производительность по сухой парогазовой смеси – 2,05 м³/с.
4. Начальная концентрация метанола в парогазовой смеси $1,8 \cdot 10^{-3}$ кг/м³, конечная – $9,0 \cdot 10^{-5}$ кг/м³
5. Давление в аппарате до 0,2 МПа
6. Температура в аппарате при абсорбции 20°С, при десорбции – 119°С.
7. Среда в аппарате токсичная, взрывоопасная.
8. Абсорбент – уголь активированный рекуперационный АР-3

Технические требования.

1. При изготовлении, испытании и поставке аппарата должны выполняться требования:
   а) Госгортехнадзора СССР;
   б) ГОСТ 12.2.003-74 „Оборудование производственное. Общие требования безопасности"
   в) ОСТ 26.291-79 „Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования."
2. Материал аппарата – сталь Х18Н10Т ГОСТ 5632-72, материал опоры – сталь 8 Ст.3сп ГОСТ 380-71, материал прокладок – паронит ПОН-1 ГОСТ 481-80.
3. Аппарат испытать на прочность и плотность гидравлически в горизонтальном положении под давлением 0,25 МПа, в вертикальном положении – наливом.
4. Сварные соединения должны соответствовать требованиям ОСТ 26-01-82-72 „Сварка в химическом машиностроении."
5. Сварные швы в объеме 100% контролировать рентгенопросвечиванием.
6. Действительное положение штуцеров, опор, строповых устройств см. на виде сверху.
7. Не указанный вылет штуцеров 120 мм.
8. Размеры для справок.

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса 1 шт.	Примечание и марка материала	Примечание
1		Корпус	1			
2		Решетка опорная	4			
3		Решетка опорная	4			
4		Решетка опорная	4			
5		Распределитель	1			
6		Гильза	2			
7		Крышка люка	1			
8		Крышка люка	4			
9		Сетка	2			
10		Кольцо	2		Сталь 65Г	
11		Фланец	2		Сталь Ст 3	D_y=500
12		Фланец	4		Сталь Ст. 3	D_y=80
13		Фланец	1		Сталь Ст. 3	D_y=25

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	00.00.000 ВО			
Разраб.					Абсорбер. Чертеж общего вида	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.								1:15
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Утв.								
Н. контр.								
Зам.								

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания к выполнению
выпускной квалификационной работы

Редактор А.Н. Антонова
Вёрстка А.Ю. Храбровой

Согласно Закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 года
данная продукция не подлежит маркировке

Подписано в печать 16.12.2021. Формат 60×84/16. Бумага газетная.
Печать офсетная. Гарнитура Times. Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 4,85.
Тираж 100 экз. Заказ № 1273.

Чувашский государственный университет
Типография университета
428015 Чебоксары, Московский просп., 15