

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.Алексеева»
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

Кафедра «Технологическое оборудование и транспортные системы»

А.А. Сидягин, А.В. Степыкин, В.М. Косырев

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ.
РУКОВОДСТВО
К ВЫПОЛНЕНИЮ МАГИСТЕРСКОЙ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЫ**

*Рекомендовано Ученым советом Нижегородского
государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева
в качестве учебного пособия
для студентов направления подготовки магистратуры
15.04.02 – «Технологические машины и оборудование»
(магистерские программы – «Технологическое оборудование
химических и нефтехимических производств»
и «Машины и аппараты пищевых производств»)
всех форм обучения*

Нижегород 2019

УДК 664.002.51 (075.8)

ББК 36.81

С 347

Рецензент

Зав. кафедрой информационных естественно-научных и гуманитарных дисциплин

Дзержинского филиала РАНХиГС

д.т.н., профессор С.А. Добротин

Сидягин, А.А.

С 347 Технологические машины и оборудование. Руководство к выполнению магистерской выпускной квалификационной работы: учеб. пособие для студентов вузов / А.А. Сидягин, А.В. Степыкин, В.М. Косырев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2019. – 101 с.

ISBN 978-5-502-01184-6

В пособии изложены задачи, тематика, состав, содержание и объем магистерской выпускной квалификационной работы. Даны рекомендации по выполнению разделов пояснительной записки и графической части, по организации работы и защите выпускной квалификационной работы. В приложениях содержатся примеры оформления отдельных элементов выпускной квалификационной работы.

Пособие предназначено для студентов всех форм обучения направления подготовки магистров 15.04.02 – «Технологические машины и оборудование» (магистерские программы: «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», «Машины и аппараты пищевых производств»).

Рис. 5. Табл. 10. Библиогр.: 48 назв.

УДК 664.002.51 (075.8)

ББК 36.81

ISBN 978-5-502-01184-6

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2019

© Сидягин А.А., Степыкин А.В.,
Косырев В.М., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Задачи и тематика выпускной квалификационной работы	5
2. Состав, содержание и объем выпускной квалификационной работы	8
3. Содержание разделов пояснительной записки	11
4. Оформление пояснительной записки	26
5. Содержание графической части	32
6. Рекомендации по составлению компьютерной презентации	52
7. Организация выполнения выпускной квалификационной работы	54
8. Защита выпускной квалификационной работы	56
Список литературы	58
Приложения	62

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие ориентировано на студентов, завершивших курс теоретического обучения в рамках подготовки магистров в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» по магистерским программам «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», «Машины и аппараты пищевых производств» и приступивших к выполнению магистерской выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является элементом государственной итоговой аттестации, выполняется на заключительном этапе учебного процесса, служит важным инструментом итогового контроля качества образования и предполагает использование знаний и навыков, приобретенных в ходе изучения дисциплин учебного плана. С учетом действующего учебного плана продолжительность выполнения магистерской выпускной квалификационной работы (включая защиту в государственной экзаменационной комиссии) составляет 6 недель.

Выпускная квалификационная работа представляет собой самостоятельно выполненную магистром работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач, установленных Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования.

В ходе выполнения выпускной работы студент изучает действующие нормативные технические документы, справочную литературу, приобретает и закрепляет навыки подбора оборудования, составления технико-экономических обоснований, выполнения расчетов. В результате выпускник должен уметь ставить и творчески решать инженерно-технические задачи на основе приобретенных в процессе обучения общекультурных, профессиональных и профессионально-специализированных компетенций.

В результате успешной защиты обучающимся ВКР Государственная экзаменационная комиссия принимает решение о присуждении выпускнику степени «магистр».

1. ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Магистерская выпускная квалификационная работа представляет собой самостоятельную и логически завершённую работу, связанную с решением задач тех видов деятельности, к которым готовится магистр.

ВКР магистра выполняется в течение всего срока магистерской подготовки на основе исследований, проведенных под руководством научного руководителя.

Целью ВКР является закрепление, углубление и специализация знаний и навыков магистра, а также формирование у него навыков проведения самостоятельных научных исследований.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

а) систематизация, углубление и закрепление теоретических и практических знаний по магистерской программе в сфере профессиональной деятельности;

б) развитие навыков самостоятельной работы по решению конкретных инженерно-технических, научно-технических, проектно-конструкторских задач, связанных с разработкой, исследованием, проектированием технологического оборудования химических, нефтехимических или пищевых производств, а также по решению организационных, экономических и производственных задач, задач безопасности жизнедеятельности, экологической безопасности и др.;

в) формирование и развитие навыков планирования и проведения самостоятельной научной работы, овладения методикой теоретических и экспериментальных исследований, систематизации, обобщения и представления результатов этих исследований, формулирования и обоснования выводов и рекомендаций, публичной дискуссии и защиты научных результатов;

г) выявление уровня профессиональной подготовленности выпускника вуза и соответствия качества его подготовки требованиям государственного образовательного стандарта направления подготовки магистров 15.04.02 «Технологические машины и оборудование».

ВКР магистра предполагает: анализ и обработку информации, полученной в результате изучения широкого круга источников (документов, статистических данных) и научной литературы по профилю основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) магистратуры; анализ, обработку, систематизацию данных, полученных в ходе наблюдений и экспериментального изучения объектов сферы профессиональной деятельности; разработку проекта, имеющего практическую значимость.

Содержание ВКР на степень магистра должно отражать как теоретическую, так и практическую направленность исследования. Теоретическая

часть ориентирована на разработку методических основ исследуемых вопросов, использование новых концепций и идей в выбранной области исследования. Она выполняется на основе глубокого изучения научно-технической литературы по направлению подготовки. Практическая часть исследования должна демонстрировать способности магистранта решать реальные практические задачи из его профессиональной области.

При выполнении ВКР обучающиеся по программам магистратуры должны показать свою способность и умения, опираясь на полученные углубленные знания и сформированные общекультурные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

ВКР магистра должна подтверждать готовность выпускника к научно-исследовательской и профессиональной деятельности, а также теоретическую и практическую подготовленность магистранта к продолжению образования в аспирантуре.

При выполнении ВКР студент отталкивается от информации, полученной в ходе преддипломной практики, поэтому тематика работ должна соответствовать профилю предприятия, послужившего базой практики, а также соответствовать научному профилю кафедры и направленности магистерской программы.

Тема магистерской работы может быть рекомендована кафедрой либо магистрант может предложить свою тему с обоснованием целесообразности ее разработки. При этом необходимо учитывать общие требования, предъявляемые к формулировке темы: предельная краткость, проблемность, понятность.

Тематика магистерской ВКР должна:

- соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и технологии (быть актуальной);
- иметь научную новизну и практическую ценность;
- учитывать степень разработанности и освещённости темы в источниках информации;
- учитывать интересы и потребности предприятий и организаций в области тематики магистерской программы.

Тематика ВКР, как правило, следующая:

- а) разработка новых по принципу действия конструкций машин и аппаратов, основанных на использовании современных достижений науки и техники, передового опыта и изобретений, и исследование показателей их работы;

б) модернизация известных моделей технологического оборудования с использованием как унифицированных, так и оригинальных устройств, направленная на повышение производительности или эффективности работы оборудования, а также на решение вопросов энерго- и ресурсосбережения, и исследование показателей их работы;

в) разработка лабораторного стенда для исследования процессов, явлений, происходящих в технологическом оборудовании;

в) разработка экспериментального оборудования, установок или стендов и изучение различных процессов химических, нефтехимических или пищевых производств с целью получения исходных данных для разработки новых видов технологического оборудования;

г) проведение теоретических исследований с разработкой математической модели для создания методик, алгоритмов, программных продуктов для расчета современного технологического оборудования.

В ВКР разработке подлежит одна технически сложная единица оборудования.

В случае разработки проекта комплекса технологического оборудования или поточно-механизированной линии рекомендуется комплексная выпускная квалификационная работа, когда решение сложной задачи поручается нескольким студентам, причем каждый из них разрабатывает и исследует свой объект, машину или аппарат.

Работа должна иметь четкую структуру, завершенность, отвечать требованиям логичного, последовательного изложения материала, содержать самостоятельные выводы и рекомендации, иметь достоверные цитируемые источники.

2. СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа состоит из *пояснительной записки, графической части и презентационных материалов*, используемых при защите ВКР в государственной экзаменационной комиссии (ГЭК), по результатам которой принимается решение о присвоении студенту квалификации магистра.

Содержание ВКР должно продемонстрировать теоретическую и практическую готовность выпускника к выполнению профессиональных функций в производственно-технологическом и проектно-конструкторском видах деятельности. Пояснительная записка должна соответствовать по своему содержанию заданию на ВКР, содержать анализ и обоснование принимаемых решений и другие материалы, в том числе и иллюстративные. В ней четко и ясно должны излагаться и обосновываться, как с технической, так и с экономической стороны, все принятые в работе решения и варианты. Примерное содержание и объем пояснительной записки приведены в табл. 1. Как правило, пояснительная записка выпускной квалификационной работы должна иметь объем основного текста 70 – 90 страниц формата А4 (объем приложений не регламентируется).

Таблица 1. Примерное содержание и объем пояснительной записки

Состав пояснительной записки	Кол-во страниц
Титульный лист	1
Задание	1
Аннотация	1
Содержание	1 – 2
Введение	1 – 2
1. Характеристика вопроса по литературным и производственным данным. Обоснование актуальности исследования. Описание объекта исследования	8 – 15
2. Исследовательская часть. Общие требования к безопасности проведения исследований	15 – 25
3. Проектно-конструкторская часть. Рекомендации к практическому использованию результатов исследования	15 – 30
4. Организационно-экономическая часть	5 – 10
Заключение	1
Список литературных источников	1 – 2
Приложения	

Примерное содержание и объем графической части ВКР приведены в табл. 2. Как правило, объем графической части ВКР должен составлять 8 – 11 листов (в пересчете на формат А1).

Таблица 2. Примерное содержание и объем графической части выпускной квалификационной работы

Содержание графической части	Кол-во листов в пересчете на формат А1
Технологическая схема лабораторной или промышленной установки	1
Чертеж общего вида или сборочный чертеж машины (аппарата)	2 – 4
Чертежи сборочных единиц и/или чертежи деталей	1,5 – 2
Таблицы, графики, фотографии и пр. материалы по исследовательской части выпускной работы	2 – 4
Организационно-экономические показатели	1

Примерное содержание презентации приведено в табл. 3. Презентация выполняется в электронном виде. В качестве программных продуктов для выполнения презентации рекомендуются Microsoft Office Power Point, Open Office.org Impress. Рекомендуемый объем презентации – 8 – 14 слайдов.

Таблица 3. Примерное содержание презентации

Содержание презентации	Кол-во слайдов
Титульный слайд, название темы ВКР	1
Обоснование актуальности темы, цель и задачи работы, объект и предмет исследования, анализ литературных источников по теме ВКР	2 – 3
Исследования по теме ВКР, выводы (экспериментальная установка, методика эксперимента, данные теоретического и экспериментального исследования, включая графики, таблицы, схемы)	2 – 5
Конструкция исследуемой машины (аппарата) и рекомендации по ее усовершенствованию с учетом проведенных исследований	2 – 4
Общие выводы по выпускной работе	1

Оформление пояснительной записки и графической части ВКР должно соответствовать требованиям стандартов и нормативов.

Окончательный состав и объем разделов пояснительной записки и графической части выпускной квалификационной работы устанавливаются научным руководителем.

Научный руководитель выпускной квалификационной работы магистранта:

- оказывает магистранту помощь в выборе темы исследования и её формулировке;

- помогает магистранту в разработке индивидуального плана-графика работы на весь период выполнения магистерской ВКР;

- рекомендует магистранту основную литературу, справочные материалы и другие источники информации;

- проводит систематические консультации с магистрантом, оказывает необходимую методическую помощь;

- осуществляет контроль за ходом работы и проверяет выполнение ее частей;

- проводит заключительную проверку работы и предоставляет письменный отзыв по установленной форме;

- консультирует магистранта по вопросам презентации результатов ВКР и её защите.

Таким образом, научный руководитель оказывает научную, методическую помощь, осуществляет контроль и вносит коррективы, дает рекомендации, что позволяет в конечном итоге обеспечить требуемое качество выполнения ВКР.

Магистрант работает над ВКР самостоятельно в соответствии с согласованным индивидуальным планом-графиком. В течение всего срока обучения в магистратуре магистрант отчитывается перед руководителем о проделанной работе в соответствии с заданием и утвержденным планом научно-исследовательской работы.

За правильность принятых в выпускной квалификационной работе конструкторских решений, выполненных расчетов, выводов по результатам исследования, оформления пояснительной записки и графической части отвечает магистрант – автор выпускной квалификационной работы.

3. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Титульный лист пояснительной записки к выпускной квалификационной работе выполняется на листе формата А4 и оформляется по форме, приведенной в приложении 1. На титульном листе указывают название темы в соответствии с приказом директора на выполнение ВКР, фамилии руководителя, студента – автора ВКР, консультантов по разделам, рецензента. У каждой фамилии оставляют поле для подписи и простановки даты. В нижней части титульного листа предусматривают поля для даты защиты работы, номера протокола ГЭК, оценки.

3.2. ЗАДАНИЕ

В соответствии с приказом на выполнение выпускной квалификационной работы руководитель выдает студенту задание, которое является официальным документом, определяющим содержание, состав и особенности выпускной работы. Все задания должны иметь строго индивидуальный характер. Задание оформляется на специальном бланке, где указываются: полное название темы работы, исходные данные для проектирования (производительность, требования к качеству продукта, виду сырья, проектируемому оборудованию), содержание пояснительной записки, перечень обязательных чертежей. Заполненный бланк задания подписывается руководителем работы, студентом, который принял задание к исполнению, и утверждается заведующим кафедрой. Пример оформления бланка задания приведен в приложении 2.

3.3. АННОТАЦИЯ

Аннотация – краткая характеристика ВКР, в которой предельно сжато излагается содержание ВКР:

- общие сведения о работе (количество страниц, иллюстраций, таблиц, используемых источников, приложений);
- актуальность, объект и предмет исследования;
- цель, задачи и методы исследования;
- краткое описание содержания глав;
- основные результаты, раскрывающие содержание работы;
- выводы и сделанные на их основе конкретные предложения (рекомендации).

Автор работы может отметить степень новизны исследования, свой вклад в решение исследуемой проблемы. Пример выполнения аннотации приведен в приложении 3.

По заданию кафедры аннотация может быть представлена на иностранном языке (английском, немецком, французском).

3.4. СОДЕРЖАНИЕ

На первом листе пояснительной записки (с основной надписью, выполненной по форме 2 ГОСТ 2.104–2006 «ЕСКД. Основные надписи» [1], см. приложение 4) помещают содержание, включающее номера и заголовки разделов и подразделов с указанием номера страниц. Наименования разделов, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Заголовки разделов, подразделов и структурных элементов в содержании должны повторять заголовки в тексте.

В содержании также перечисляются все приложения.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка с выравниванием по центру с прописной буквы.

3.5. ВВЕДЕНИЕ

Введение должно ознакомить с кругом решаемых в ВКР вопросов.

Сначала необходимо отразить значение проводимых исследований, представить краткую оценку современного состояния инженерных разработок по теме работы, указать роль и назначение исследуемого объекта (процесса, аппарата, установки), привязку объекта исследования к конкретному производству, описать возможные проблемы, связанные с увеличением производительности, интенсификацией и повышением эффективности исследуемого процесса, машины, аппарата, улучшением качества продукта. Затем на основании изложенной проблемы необходимо обосновать актуальность темы, сформулировать цель и задачи, решаемые в ВКР.

Актуальность может быть определена как значимость, важность, приоритетность среди других тем.

Целью исследования является решение поставленной научной проблемы, получение нового знания о предмете и объекте. Наряду с целью может быть сформулирована рабочая гипотеза – предположение о возможном результате исследования, которое предстоит подтвердить или опровергнуть.

Задачи исследования определяются поставленной целью (гипотезой) и представляют собой конкретные последовательные этапы (пути и средства) решения проблемы.

Завершается «Введение» краткой характеристикой структуры работы, информацией об ее объеме (количестве разделов, страниц, иллюстраций, таблиц, источников в списке литературы).

3.6. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОПРОСА ПО ЛИТЕРАТУРНЫМ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ДАННЫМ. ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

При составлении раздела студент должен проанализировать степень освещенности поставленной задачи в технической литературе. На основе изучения широкого круга работ отечественных и зарубежных авторов излагается сущность исследуемой проблемы, рассматриваются различные подходы к ее решению и дается их оценка, формулируется самостоятельная точка зрения на проблему.

Для этого следует:

- провести поиск библиографических источников и информационных ресурсов сети Интернет, которые будут использованы в качестве теоретической базы исследования;

- изучить специальную литературу и другую научно-техническую информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;

- осуществить сбор, обработку, анализ и систематизацию научной и научно-технической информации по теме работы.

Необходимая литература по теме ВКР подбирается магистрантом при помощи предметных и алфавитных каталогов библиотек. При подготовке ВКР используются монографии, учебники, учебные пособия, справочники, а также статьи, информационные материалы сети Интернет, и др. Могут быть использованы также сборники научных трудов, сборники научных статей и материалы научно-практических конференций вузов, статьи в специализированных журналах. Желательно, чтобы в обзоре приводились материалы из профессиональных и научных периодических изданий последних лет выпуска.

В качестве источников информации при выполнении литературного обзора, наряду с учебной и обзорной технической литературой, должны использоваться описания изобретений, приведенные как в отечественных, так и в зарубежных патентах, каталоги и проспекты отечественных и зарубежных фирм-производителей оборудования для химической, нефтехимической, пищевой промышленности. При необходимости описания изобретений, содержащие характеристику технических идей, могут быть приведены в приложениях к пояснительной записке.

После каждого цитирования **обязательна ссылка** на автора и источник – наименование труда, издательство, место и год издания, номера страниц. Ссылка даётся в виде номера источника, заключённого в квадратные скобки, например:

Скорость потока в трубках рекомендуется принимать 1,5 м/с [50].

Номера источников должны соответствовать списку литературы, приведённому в конце пояснительной записки. Работы без ссылок на источники использованного материала к защите не допускаются.

В обзоре приводятся:

– история развития конкретной научной проблемы, ее роль и место в изучаемом научном направлении;

– степень научной разработанности исследуемой проблемы, представление различных точек зрения и обоснование позиций автора исследования;

– описание процесса теоретических и (или) экспериментальных исследований, методов исследований, методов расчета, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принципов действия разработанных объектов, их характеристики.

В начале обзора могут быть приведены литературные и производственные данные о характеристиках сырья и полуфабрикатов, показателях качества готового продукта, вырабатываемого на проектируемом объекте, и даются сведения об основных процессах и операциях, используемых для производства данного продукта.

В основной части литературного обзора приводится аналитический обзор конструкций машин, аппаратов или механизмов, которые применяются или могут применяться для выполнения заданного процесса или операции. Конструкции наиболее характерных машин (аппаратов) должны иллюстрироваться рисунками. На рисунке, как правило, указываются позиции отдельных элементов конструкции, а их пояснение приводится в подрисуночной подписи. Пример оформления рисунка с конструкцией аппарата приведен в приложении 5.

Наряду с описанием конструкций, следует привести обзор методов исследования, подходы к моделированию описываемых процессов и оборудования.

При составлении обзора необходимо иметь в виду, что раскрытие сущности затрагиваемой проблемы не должно подменяться простым перечислением и пересказом источников, в которых, в той или иной степени, освещена тема данной работы. Внимание, прежде всего, необходимо направить на выявление круга вопросов, требующих уточнения или оставшихся до сих пор нерешенными.

Далее может быть приведено технико-экономическое обоснование выбираемых решений. В нем вначале дается критическая оценка существующих конструкций, вскрываются их основные недостатки, отражаются основные технические решения разрабатываемой конструкции и отмечается, какие показатели улучшатся в результате предложенных в работе решений. Выполняется предварительный расчет ожидаемого экономического эффекта от использования нового оборудования или срока окупаемости предложенных решений.

Экономический эффект от внедрения новой или модернизации существующей машины (аппарата) оценивают методом сравнения с базовым образцом – аналогом проектируемой машины (аппарата) по укрупненным показателям.

Приведенный литературный обзор должен служить теоретическим обоснованием *актуальности* выполняемой работы, в нем должно быть показано, что выбранная тематика исследования имеет важное народнохозяйственное значение, а проводимые исследования являются важным шагом развития науки и производства.

После вывода об актуальности темы следует сформулировать *цели и задачи* исследования, а также раскрыть положения *научной новизны* и *практической значимости* выполняемой работы.

Научная новизна подразумевает новый научный результат, новое решение поставленной проблемы. Новизна может выражаться в новом объекте или предмете исследования, вовлечении в научный оборот нового материала, в иной постановке известных проблем и задач, новом методе решения или в новом применении известного решения или метода, в новых результатах эксперимента, разработке оригинальных моделей и т.п.

Практическая значимость исследования определяется возможностями прикладного использования его результатов (с указанием области применения и оценкой эффективности).

3.7. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Теоретические и экспериментальные исследования проводятся с целью получения необходимых обоснований предлагаемых решений. Выявляют необходимость проведения экспериментов для подтверждения отдельных положений теоретических исследований или для получения конкретных значений необходимых параметров; разрабатываются методики экспериментальных исследований, подготавливаются макеты и испытательное оборудование, проводятся эксперименты. Результаты экспериментов сопоставляются с теоретическими исследованиями.

Последовательность теоретической и экспериментальной составляющих не является регламентированной и определяется типом и логикой исследования. Среди типов исследований можно выделить следующие.

Фундаментальными называются исследования, которые изучают объективные явления и закономерности, открывают принципиально новые пути преобразования природы и общества, производительных сил, создания техники и технологии будущего, использования новых источников энергии.

Поисковыми называются исследования, направленные на создание научного задела с целью его дальнейшего использования в прикладных исследованиях. Поисковые исследования предназначены для изучения возможности создания новой техники, новых форм и методов организации на основе ранее выполненных исследований фундаментального характера.

Прикладными называются исследования, направленные на решение научно-технических задач с целью получения конкретного результата для непосредственного использования в проектных разработках. Прикладные НИР предназначены для определения наиболее совершенных методов создания новых изделий, новых технологических процессов, коренного улучшения уже выпускаемой продукции, материалов и способов их обработки. В ходе прикладных исследований изучается состояние, определяются пути и методы совершенствования технических устройств и протекающих в них процессов.

Теоретическая часть раздела в общем случае включает в себя разработку рабочей гипотезы, обоснование допущений, построение и анализ математических моделей объекта исследований, выявление необходимости экспериментов для подтверждения отдельных положений теоретических исследований.

В экспериментальной части раздела приводятся:

– описание разработанного экспериментального стенда, в т.ч. наиболее важных узлов и элементов, диапазоны изменения контролируемых параметров, схема контроля и регулирования, основные характеристики контрольно-измерительных приборов. Описание стенда целесообразно сопровождать рисунком, поясняющим его конструкцию. Пример рисунка с изображением лабораторного стенда приведен в приложении 6;

– методика экспериментального исследования, в т.ч. методика планирования эксперимента, порядок проведения опытов, методика обработки результатов эксперимента;

– результаты экспериментов в виде графиков, таблиц, диаграмм, их анализ и математическая обработка, сопоставление с теоретическими исследованиями и данными других исследователей. Наиболее наглядным представлением результатов эксперимента является график. На нем могут быть нанесены отдельные экспериментальные точки, характерные зави-

симости одного параметра от другого в виде линий, поясняющие надписи. Пример графика с результатами научных исследований приведен в приложении 7.

Кроме грамотного планирования эксперимента, очень важно так провести исследование и оформить его результаты, чтобы оно было адекватно воспринято другими исследователями и, в случае необходимости, его можно было повторить и подтвердить приоритет автора. Поэтому, после теоретического планирования, наступает этап, где происходит отбор методик для эксперимента, определяется необходимое число измерений, готовится необходимое оборудование, химические реагенты и контрольно-измерительные приборы.

При использовании в работе опубликованных методик эксперимента, методик измерений и алгоритмов расчетов допускается приводить их в экспериментальной части в кратком виде с обязательной ссылкой на источник информации.

В части раздела, отражающей обобщение и оценку результатов исследований, приводится обобщение результатов теоретического и экспериментального исследования, производится оценка полноты решения поставленных задач, выявляется целесообразность и основные направления дальнейших исследований, разрабатываются рекомендации по использованию результатов исследований.

Результаты проведенного исследования необходимо описывать достаточно полно, чтобы можно было проследить его этапы и оценить обоснованность сделанных автором выводов. Цель этого подраздела заключается в том, чтобы при помощи анализа, обобщения и разъяснения данных доказать рабочую гипотезу. Представленные результаты желательно сопоставить с работами других исследователей в этой области. Такое сравнение дополнительно раскроет новизну проведенной работы, придаст ей объективности. Результаты исследования должны быть изложены кратко, при этом содержать достаточно информации для оценки сделанных выводов, также должно быть понятно, почему для анализа выбраны именно эти данные.

В части раздела, посвященной требованиям к безопасности проводимых исследований, следует отразить мероприятия, направленные на безопасное проведение экспериментальных работ, на исключение возможности травматизма, на обеспечение основных требований безопасности к оборудованию, включенному в состав лабораторного стенда, а также на исключение загрязнений окружающей среды.

В данном разделе приводится характеристика лаборатории, перечисляются основные опасные и вредные производственные факторы, описываются санитарно-технические мероприятия, мероприятия по электробезопасности, молниезащите, обеспечению пожарной и взрывобезопасно-

сти, обосновывается необходимость применения коллективных или индивидуальных средств защиты работающих. При разработке раздела следует учитывать требования стандартов системы безопасности труда [2 – 8].

Разрабатываются также мероприятия, направленные на исключение загрязнений окружающей среды (на исключение вредных газовых выбросов и на исключение загрязнения водоемов).

3.8. КОНСТРУКЦИЯ ИССЛЕДУЕМОЙ МАШИНЫ (АППАРАТА) И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ С УЧЕТОМ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данный раздел является проектным. В нем магистрант разрабатывает предложения по совершенствованию оборудования (повышению производительности, снижению энергопотребления, повышению качества выпускаемой продукции, улучшению экологических показателей, повышению безопасности, обеспечению ремонтпригодности и т.д.).

Все предложения и рекомендации должны носить конкретный характер, желательно доведены до стадии разработки, обеспечивающей их практическое применение. Базой для разработки конструктивных решений служат проведенные исследования, отраженные в предыдущем разделе.

В зависимости от тематики работы в разделе может рассматриваться модернизируемое промышленное оборудование, опытно-промышленный образец или элемент лабораторного стенда, на котором проводятся исследования.

В начале раздела приводят описание конструкции в статическом состоянии, в котором указывают все функционально значимые узлы и детали, составляющие данную конструкцию; поясняют их назначение, связи и взаимное расположение. Обращается внимание на принципиальные конструктивные инновации, внесенные в ходе выполнения ВКР, и отмечают их преимущества (производительность, КПД, энергопотребление, габаритные размеры, металлоемкость, технологичность изготовления, ремонтпригодность, безопасность и т.д.) по сравнению с базовой конструкцией.

Затем описывается принцип действия. При описании работы машины (аппарата) перечисляют технологические стадии, указывают режимные параметры процесса (температуру, давление), отмечают основные и вспомогательные функции узлов и деталей, указывают способы контроля. При необходимости может быть приведено описание процедуры пуска машины (аппарата) в работу.

Приводятся сведения о применяемых конструкционных материалах, и обосновывается их выбор на основе обеспечения необходимости пищевой безопасности производимой продукции, коррозионных, эрозионных,

технологических свойств, а также исходя из технико-экономических соображений по их применению.

Затем, для подтверждения работоспособности оборудования, приводятся расчеты. В зависимости от особенностей конструкции и поставленных в ВКР целей исследования могут выполняться различные виды расчетов. Окончательно виды расчетов и их объем для рассматриваемого оборудования согласовываются с научным руководителем работы.

Целью *технологического расчета* является определение основных конструктивных параметров проектируемого объекта (линейных размеров, площадей поверхностей, рабочих объемов), необходимых для выполнения конструктивной проработки объекта, а также получение данных (скоростей рабочих органов, количеств тепловыделений, сил, изгибающих и крутящих моментов), необходимых для проведения последующих специальных расчетов его отдельных элементов (кинематического, энергетического, прочностного и т.д.).

Исходными данными для технологического расчета являются заданная производительность, качественные показатели исходного сырья и готовой продукции и т.д.

Содержание технологического расчета определяется характером процессов, протекающих в машине или аппарате.

В ходе технологического расчета *машины*, в общем случае, решаются следующие вопросы: исходя из свойств сырья и готовой продукции выбирается тип машины, определяются ее основные конструктивные параметры (объем рабочей камеры, размеры отдельных элементов), рассчитывается общее число машин для обеспечения заданной производительности.

В ходе технологического расчета *аппарата*, исходя из производительности и показателей исходного сырья и готового продукта, составляются материальный и тепловой балансы, определяются основные размеры аппарата (диаметр, высота, число контактных устройств, поверхность теплообмена), рассчитываются диаметры штуцеров и т.п.

При подводе или отводе теплоты выполняется тепловой расчет с целью определения требуемой поверхности теплообмена, расхода теплоносителя и т.п. По найденной поверхности теплообмена определяют конструктивные размеры: диаметр и высоту рубашки, длину, диаметр и количество труб, высоту и диаметр змеевика и др.

Целью *кинематического расчета* является определение всех основных параметров кинематических цепей машины. Их знание необходимо, чтобы обеспечить получение единицы продукции в строго определенный промежуток времени – рабочий цикл. Кинематический расчет передаточных механизмов включает в себя:

– определение общего передаточного отношения от вала электродвигателя до вала ведущего звена исполнительного механизма;

– распределение общего передаточного отношения всей кинематической цепи привода между отдельными передаточными механизмами, составляющими эту цепь;

– определение конструктивных параметров каждого передаточного механизма (для зубчатых и цепных передач – определение числа зубьев шестерни и звездочек; для ременных передач – определение расчетных диаметров шкивов и т.п.);

– определение частоты вращения всех валов передаточных механизмов кинематической цепи;

– определение для вариаторов предельных (максимального и минимального) значений передаточного отношения и частоты вращения выходного вала;

– определение скоростей перемещения поступательно движущихся элементов передаточных механизмов (плунжеров, толкателей и т.д.).

Целью *энергетического расчета* является определение основных силовых параметров проектируемого объекта, т.е. сил, изгибающих и крутящих моментов, требующейся мощности привода.

В технологических машинах можно выделить следующие основные силы, подлежащие определению:

– силы производственного сопротивления (технологические силы), на преодоление которых затрачивается работа, необходимая для выполнения технологического процесса;

– силы непроизводственных сопротивлений (в основном силы трения), на преодоление которых затрачивается дополнительная работа сверх той, которая необходима для преодоления полезного сопротивления;

– динамические силы – силы инерции, возникающие при движении элементов конструкции с ускорениями.

Во время работы оборудования перечисленные силы не остаются постоянными – меняется их направление и величина. Поэтому важно установить тот момент времени, в который элементы конструкции являются наиболее нагруженными. В ходе энергетического расчета необходимо определить максимальные значения равнодействующих сил, которые и будут являться основой для расчета деталей на прочность.

При расчете требуемой мощности привода либо пользуются формулами, приведенными в справочной литературе, либо сначала определяют работу или крутящий момент и по ним далее рассчитывают потребную мощность привода с учетом КПД передач привода.

Выбор электродвигателя привода машины или мотор-редуктора производят в зависимости от требуемой мощности, частоты вращения, условий эксплуатации и желаемого конструктивного исполнения. Поскольку

для рассчитываемого привода могут быть выбраны двигатели с разными значениями частоты вращения вала, возможно придется вернуться к кинематическому расчету и уточнить структуру кинематической схемы.

Целью *прочностного расчета* является определение размеров основных элементов разрабатываемого оборудования исходя из условий прочности, жесткости (устойчивости) и вибростойкости.

При конструировании машины расчету на прочность подлежат роторы, барабаны, валы, рычаги, шпонки, подшипники, шнеки, пружины, цепные, зубчатые, ременные и фрикционные передачи и т.д.

При конструировании аппаратов определяются толщины стенок обечаек, днищ, трубных решеток, тарелок, опорных устройств и других элементов, рассчитываются укрепления отверстий. Если аппарат оснащен перемешивающим устройством, то проводится также расчет вала, подбор и расчет подшипников, муфт и т.п. Наиболее ценны расчеты нестандартных элементов конструкции.

При проведении прочностных расчетов особое внимание должно обращать на анализ условий работы оборудования, правильное определение расчетных давлений, температур и допускаемых напряжений, правильное составление расчетных схем. Расчеты должны быть иллюстрированы расчетными схемами.

Расчеты ряда элементов оборудования рекомендуется выполнять с применением ЭВМ. В частности, для расчета деталей машин и аппаратов (валов, зубчатых, ременных или цепных передач, подшипников) следует использовать программный комплекс АПМ WinMachine (разработчик НТЦ АПМ, г.Королев), для расчета элементов аппаратов (обечаек, днищ, фланцев, опор, трубных решеток) – программу ПАССАТ (разработчик НТП «Трубопровод», Москва). При выполнении машинных расчетов необходимо привести информацию о подготовленных и введенных в машину исходных данных и основные результаты расчета. Распечатку машинных расчетов можно оформить в качестве приложения к пояснительной записке.

Прочностные расчеты проводятся с обязательным использованием действующих стандартов [9 – 23] или руководящих материалов.

3.9. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью данного раздела являются решение вопросов организации исследований, расчет затрат на создание лабораторной установки и проведение исследований, если тематика ВКР посвящена разработке лабораторного оборудования и носит теоретико-экспериментальный характер.

В организационной части данного раздела решаются вопросы организации исследований, оптимальной конфигурации рабочих мест, составляются сетевые графики.

Сетевой график является полной графической моделью комплекса исследовательских работ, в которой отражается логическая взаимосвязь всех этапов исследования и определенная последовательность их выполнения, что позволяет обеспечить рациональную работу творческого коллектива и минимизировать сроки на проведение исследовательских работ. С помощью сетевого графика выявляется «критический путь», отражающий максимальную продолжительность работ, и показывающий, каким этапам исследований следует уделить особое внимание для обеспечения требуемых сроков выполнения работы. Пример выполнения сетевого графика приведен в приложении 8.

Продолжительность работ, показанных в сетевом графике, рассчитывается на основе математической статистики.

Ожидаемое время выполнения работ определяется:

$$t_{ож} = \frac{3a + 2b}{5}, \quad (3.1)$$

где a – минимальная длительность работ, в рабочих днях;

b – максимальная длительность работ, в рабочих днях.

Для определения длительности работ определяют величины:

– раннее время свершения события

$$t_{pj} = t_{pi} + a, \quad (3.2)$$

где t_{pj} – раннее время свершения j -го события;

t_{pi} – раннее время свершения предшествующего i -го события;

– позднее время свершения события

$$t_{nj} = t_{ni} + b, \quad (3.3)$$

где t_{ni} – позднее время свершения i -го события;

t_{nj} – позднее время свершения последующего j -го события.

– резерв времени события

$$R_i = t_{ni} - t_{pi}. \quad (3.4)$$

Так как любая предварительная оценка продолжительности связана с некоторым риском, то о степени ее неопределенности судят по среднеквадратичному отклонению

$$\sigma^2 = 0,04(b - a)^2. \quad (3.5)$$

Данные по видам работ и их длительность заносят в таблицу. Пример оформления таблицы видов работ и затрат времени на проведение исследований приведен в приложении 9.

При определении затрат на проведение исследований оценивается стоимость лабораторного оборудования, расходных материалов, реагентов, используемых для проведения лабораторных анализов, контрольно

измерительных приборов; затрат на энергоресурсы, с учетом тарифов на электроэнергию, теплоносители и хладагенты; выполняется расчет заработной платы работников лаборатории, отчислений на социальное страхование, расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, амортизационных отчислений и прочих расходов. Пример таблицы, отражающей статьи расходов на проведение исследований, приведен в приложении 10.

Если в ВКР сделан уклон на модернизацию промышленного или полупромышленного оборудования, выполняется опытно-конструкторская проработка, следует отразить расчет себестоимости производимой продукции и расчет основных технико-экономических показателей проектируемого объекта (опытного образца, модернизируемого аппарата).

В организационной части данного раздела решаются вопросы организации производства, организации рабочих мест, составляются балансы рабочего времени, решаются вопросы организации рабочих смен, организации ремонта оборудования и, при необходимости, вопросы организации технического перевооружения производства.

При определении себестоимости производимой продукции производится расчет затрат на одну тонну выпускаемой продукции на основное и дополнительное сырье, затрат на топливо и энергию, выполняется расчет заработной платы основных производственных рабочих, отчислений на социальное страхование, расходов по содержанию и эксплуатации оборудования, амортизационных отчислений, а также цеховых, общезаводских и прочих производственных расходов. Как следствие, рассчитывается себестоимость продукции. При этом расчеты ведутся по двум вариантам: по варианту с использованием разрабатываемого оборудования (проект) и по варианту с использованием базового оборудования (аналог).

При определении основных технико-экономических показателей рассчитываются прибыль от реализации продукции, рентабельность производства, производительность труда, фондоотдача, фондовооруженность, затраты на один рубль товарной продукции, снижение себестоимости, годовой экономический эффект и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений. Расчеты проводятся для проекта и аналога. Данные расчетов сводятся в сравнительную таблицу технико-экономических показателей.

3.10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении излагаются основные результаты работы, теоретические и практические выводы, к которым пришел магистрант в результате проведенного исследования, отмечаются главные особенности разработанного изделия или объекта и указывается степень их новизны.

Отмечается, какие технические показатели разработанного изделия (производительность, эффективность, снижение отходов и энергозатрат) улучшены, и за счет каких технических решений достигнуто это улучшение. Формулируются предложения по использованию полученных результатов.

В конце заключения указывается ожидаемый экономический эффект от предполагаемой реализации предложенных решений по сравнению с аналогом.

3.11. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Приводится список литературных источников, использованных при составлении литературного обзора, проведении теоретического и экспериментального исследования, выполнении расчетов и других разделов работы.

Список использованных источников содержит названия всех использованных автором источников, на которые есть ссылки в тексте. Количество источников в списке показывает степень изученности излагаемых вопросов. Поэтому при оформлении магистерской ВКР рекомендуется использовать не менее тридцати источников.

Библиографические описания источников располагаются либо в порядке упоминания их в тексте работы или в алфавитном порядке фамилий авторов и заглавий книг, статей, докладов, документов (если автор не указан).

Список используемой литературы нумеруется арабскими цифрами, а запись производится с абзационного отступа.

Библиографическое описание литературных источников составляют, как правило, на языке текста издания. Общие требования и правила составления библиографического описания приведены в ГОСТ 7.1-2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» [24] и в ГОСТ 7.82-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления» [25].

3.12. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложения к пояснительной записке могут включать графики и таблицы большого формата, распечатку расчетов, выполненных на ЭВМ, опись чертежей (см. приложение 11), спецификации сборочных чертежей, а также таблицы составных элементов изделий чертежей общих видов, ко-

гда они составлены на отдельных листах формата А4.

Приложения помещаются в конце ВКР после списка использованных источников. Если приложений несколько, то на отдельной странице, которая включается в общую нумерацию страниц, пишется прописными буквами слово «ПРИЛОЖЕНИЯ». За этой страницей потом размещаются приложения в порядке ссылок на них в тексте работы.

Каждое приложение ВКР следует начинать с нового листа (страницы). Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Все приложения должны быть перечислены в содержании пояснительной записки с указанием их номеров и заголовков.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Оформление пояснительной записки выпускной квалификационной работы должно соответствовать требованиям стандарта организации СК – У – 37,3 – 16 – 11 «Общие требования к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов» [26], а также учитывать требования стандартов [27 – 30].

Пояснительная записка выполняется в печатном виде на одной стороне стандартного листа формата А4 (297x 210 мм).

Набор текста производится в текстовом редакторе шрифтом Times New Roman размером 12 pt через 1,5 интервала или 14 pt через один интервал. Поля страниц: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Ориентация страниц – книжная. Абзационный отступ – 1,25 см. Выравнивание текста – по ширине страницы.

Качество напечатанного текста и оформления иллюстраций должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения (не должно быть расплывшихся линий, букв, цифр и других элементов). При выполнении пояснительной записки необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения для всех элементов.

Страницы работы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Нумерация страниц указывается в правом нижнем углу в графе «Лист» основной надписи (приложение 3). Страницы «Титульный лист», «Задание», «Аннотация» не нумеруются. Нумерация страниц пояснительной записки начинается со страницы «Содержание».

Текст работы следует делить на разделы и подразделы. Каждый раздел следует начинать с новой страницы. Заголовки разделов, а также заголовки структурных элементов «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников» следует располагать в середине строки без точки (можно использовать жирный шрифт) без подчеркивания. Переносы слов и сокращения в заголовках разделов не допускаются. Заголовок от текста отделяется пустой строкой. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами.

Подразделы нумеруются в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Заголовки подразделов располагают с таким же абзационным отступом, как и основной текст. Не рекомендуется размещать иллюстрации, таблицы, формулы сразу после заголовка раздела или подраздела. Очередной подраздел начинается на той же странице, где заканчивается предыдущий подраздел (внутри раздела). Подразделы могут состоять из пунктов. Нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта.

В тексте пояснительной записки обязательно следует указывать ссылки на литературные источники из списка в следующих случаях:

- при описании оригинальной конструкции машины (аппарата), заимствованной из технической литературы или патента;
- при использовании оригинальной методики исследования, заимствованной из научной литературы;
- при использовании применяемого метода расчёта машины (аппарата) и её узлов;
- при использовании эмпирических формул;
- при указании значений физико-химических величин, найденных в справочной, учебной или иной технической литературе;
- при цитировании научных положений.

Ссылка даётся в виде номера источника, библиографическое описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов в списке использованных источников. Номер источника заключается в квадратные скобки. Например:

Расчет толщины днища выполняем по методике [50].

При необходимости (обычно при использовании цифровых данных или цитаты) указывают и страницу, на которой помещается используемый источник. Например:

Толщина стенки определена с учетом [50, с. 85].

Иногда приходится ссылаться на уже полученные в данной работе исходные или расчётные данные, упоминавшиеся ранее. В этих случаях ссылки следует приводить в круглых скобках с сокращённым словом «смотри», указывая страницу, рисунок, уравнение и т. п., например:

(см. с. 15),

(см. табл. 10),

(см. уравнение (4.2)).

В ВКР следует применять единицы физических величин, их наименования в соответствии с ГОСТ 8.417-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин» [31]. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к использованию.

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах. Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, равный мини-

мальному расстоянию между словами. Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой. Например:

Температура стенки составляет 40°C.

Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения. Например:

Толщину стенки принимают из следующего ряда: 6, 8, 10, 12 мм.

Если в тексте приводят диапазон числовых значений физической величины, выраженных в одной и той же единице физической величины, то её обозначение указывается после последнего числового значения диапазона. Например:

Масса крышки составляет от 10 до 20 кг.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения. Например:

Вязкость воды составляет 0,001 Па·с.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления должна применяться косая черта. Например:

Коэффициент теплопередачи составляет 300 Вт/(м²·К).

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой.

Формулы в записке нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из разделённых точкой цифр номера раздела и порядкового номера формулы и записывается на уровне формулы в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Например:

$$\rho = M / V. \quad (4.1)$$

Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Формула включается в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Подставляемые в формулу числа и результат вычислений с достаточной для инженерных расчётов точностью должны быть округлены до трёх значащих цифр (за исключением особо оговоренных случаев), как

это принято на практике по отношению к константам широкого пользования. Например: число $\pi = 3,14$ (вместо 3,1415926536...), ускорение свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ (вместо 9,80665...), мольный объём идеального газа $V_0 = 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$ (вместо 22,4136) и т. д.

Ниже (пример 4.1, пример 4.2) приведены фрагменты оформления расчетов с использованием формул.

Пример 4.1

Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²·К), от плоской стенки аппарата в воздух помещения определим по эмпирической формуле [50]

$$\alpha_{\text{в}} = 9,3 + 0,058 t_{\text{нар}}, \quad (4.2)$$

где $t_{\text{нар}} = 50^\circ\text{С}$ – допустимая температура наружной стенки [50].

$$\alpha_{\text{в}} = 9,3 + 0,058 \cdot 50 = 12,2 \quad \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Пример 4.2

Определим значение критерия Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{wd\rho}{\mu}, \quad (4.3)$$

где w – скорость жидкости (воды) в трубопроводе, м/с; $d = 0,15 \text{ м}$ – диаметр трубопровода; $\rho = 998 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды при $t = 20^\circ\text{С}$ [50]; $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ – вязкость воды при $t = 20^\circ\text{С}$ [50].

Определим скорость движения жидкости в трубопроводе:

$$w = 4V / (\pi d^2) = 4 \cdot 0,0232 / (3,14 \cdot 0,15^2) = 1,31 \text{ м/с},$$

где $V = 0,0232 \text{ м}^3/\text{с}$ – расход жидкости согласно заданию.

Найденные данные подставляем в формулу (4.3):

$$\text{Re} = \frac{1,31 \cdot 0,15 \cdot 998}{1 \cdot 10^{-3}} = 196000.$$

В пояснительной записке помещают необходимые иллюстрации, схемы, графики, диаграммы, фотографии, которые могут быть в компьютерном исполнении, в том числе цветные. Все иллюстрации именуются рисунками. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, например:

Рисунок 1. Тормоз центрифуги

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации в разделе, разделенных точкой. Например:

Рисунок 4.2. Узел среза осадка

Если на иллюстрации имеются позиции (номера линий на графиках, номера составных частей изделия), приводится подрисуночный текст.

На все иллюстрации должны быть приведены ссылки в тексте, например:

Схема насоса приведена на рисунке 1.

Иллюстрацию помещают сразу после текста, где впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, если размер иллюстрации не позволяет разместить ее на данной странице.

При необходимости в пояснительной записке могут быть приведены таблицы. На все таблицы в тексте пояснительной записки должны быть приведены ссылки, например:

Материальный баланс колонны приведен в таблице 1.

В ряде случаев ссылка на таблицу может быть указана в скобках в конце связанного в ней текста. Например:

При оценочном расчете поверхности теплообменника используются ориентировочные значения коэффициентов теплопередачи (таблица 3).

Таблицу помещают сразу после текста, где впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, если размер таблицы не позволяет разместить ее на данной странице. Таблицы нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. Слово «Таблица» указывают один раз слева над таблицей. Название таблицы должно отражать ее содержание, его помещают непосредственно над таблицей. Например:

Таблица 1. Технические характеристики конусных дробилок

Если размер таблицы не позволяет разместить ее на одной странице, таблицу делят на части. В этом случае над перенесенной на другую страницу частью таблицы пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Если в графе таблицы помещаются значения одной и той же физической величины, то обозначение размерности физической величины указывают в заголовке этой графы, например:

Плотность жидкости, ρ , кг/м³.

В ВКР должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

В тексте ВКР не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- применять произвольные словообразования.

При необходимости применения сокращений слов, терминов, наименований, условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять при первом упоминании в тексте или включать в перечень сокращений и условных обозначений.

5. СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

5.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Состав графической части выпускной квалификационной работы приведен в табл. 2. Чертежи должны удовлетворять требованиям ЕСКД, предъявляемым к выполнению технических проектов [32 – 42].

Чертежи выполняют на листах чертежной бумаги основного формата А1 (594 × 841 мм), согласно ГОСТ 2.301 – 68 «ЕСКД. Форматы» [43]. Наряду с указанным форматом, в случае необходимости можно пользоваться другими основными форматами, обозначения и размеры сторон которых должны соответствовать указанным в табл. 4.

Таблица 4. Форматы чертежей

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

Допускается применение дополнительных форматов, образуемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Обозначение производного формата составляется из обозначения основного формата и его кратности, например: А1×3, А4×8 и т. д.

Поле чертежа ограничивают рамкой, которая проводится сплошными линиями и отстоит от левой кромки чертежа на 20 мм, а от остальных кромок – на 5 мм (см. рисунок).

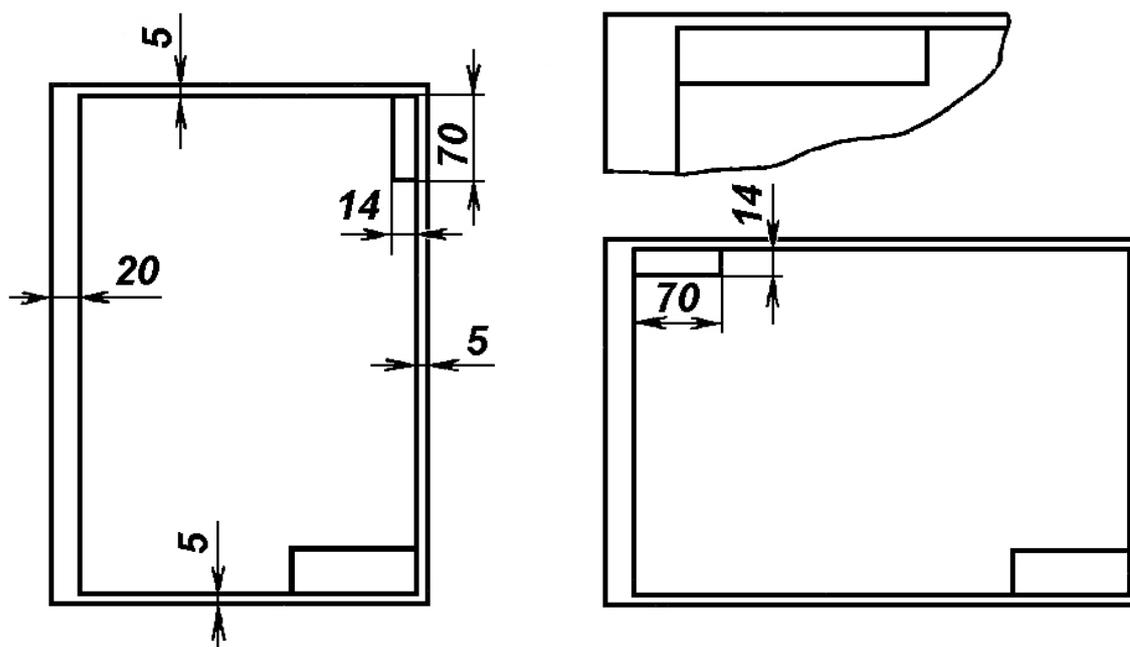
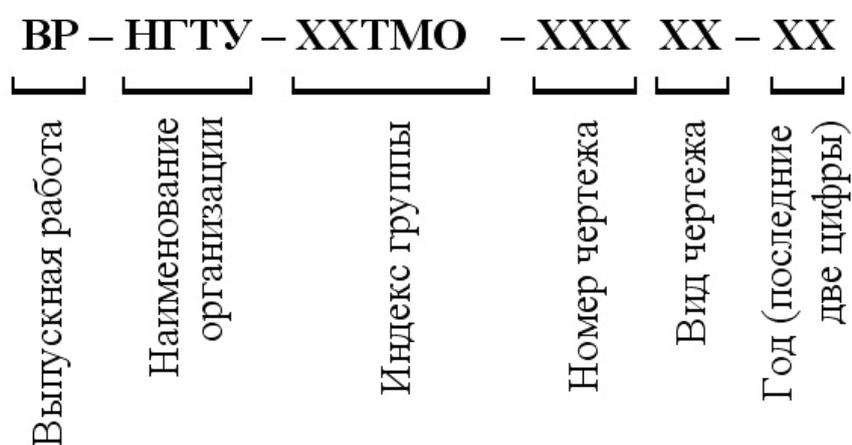


Рис. Рамки поля чертежа

В правом нижнем углу чертежа выполняется основная надпись (угловой штамп размерами 185×55 мм), в которой содержится информация о наименовании изделия, масштабе изображения, массе, количестве листов (включая отдельные листы таблицы составных частей), номере листа и обозначении чертежа (см. приложение 12).

Обозначение чертежа выполняется согласно требованиям НГТУ в соответствии со стандартом СК-СТО1-У-37,3-16-11 «Общие требования к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов» [26].

Структура обозначения следующая (вместо символов «XX» указывается числовое или буквенное значение):



В разряде «Индекс группы» указывается номер студенческой группы, например: М17ТМО, где «М» означает – группа магистратуры, две первые цифры – год поступления в вуз.

В разряде «Номер чертежа», в зависимости от вида чертежа, указывается:

- для чертежа общего вида или сборочного чертежа машины (аппарата) 000;
- для технологической схемы производства 001;
- для таблицы технико-экономических показателей (или сетевого графика) 002;
- для остальных листов (чертежей сборочных единиц, чертежей деталей) 003 и далее.

В разряде «Вид чертежа» указывается буквенное обозначение чертежа согласно ГОСТ 2.102–2013 «ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов» [44] и ГОСТ 2.701–2008 «ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению» [45]:

- для чертежа общего вида машины (аппарата) ВО;
- для сборочного чертежа машины (аппарата) СБ;
- для принципиальной технологической производства ТЗ;
- для таблицы технико-экономических показателей ТБ;
- для чертежей деталей буквенное обозначение не указывается.

В разряде «Год» указывается год выполнения выпускной аттестационной работы (две последние цифры), например для выпускников 2019 г. проставляется – 19.

5.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА

В выпускной квалификационной работе выполняется *принципиальная технологическая схема* лабораторного стенда (если ВКР носит теоретико-экспериментальный характер) или схема производства химической, нефтехимической или пищевой продукции (если направлена на совершенствование промышленного оборудования). Пример чертежа технологической схемы приведен в приложении 13.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба. Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в установке, поэтому допускается располагать машины и аппараты на схеме не в соответствии с их размещением на месте эксплуатации.

Машины и аппараты на таких схемах изображают упрощенными внешними очертаниями (контурами) в порядке последовательности технологического процесса.

На схеме указывают тип машины или аппарата. При большом количестве функциональных частей в схеме допускается взамен наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера на полках линий-выносок, а наименование, типы, обозначения указывают в таблице-перечне элементов, приводимой на чертеже. Рекомендуемая форма и пример заполнения таблицы перечня элементов технологической схемы приведены в приложении 14.

Линии связи между элементами схемы выполняют толщиной от 0,2 до 1 мм в виде вертикальных или горизонтальных отрезков. Линии связи должны иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Рядом с линией связи должно быть указано обозначение (наименование) этой линии, например, номер трубопровода или номер потока. Обозначения линиям связей присваиваются в соответствии с ГОСТ 14202–69 «Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки» [46]. Таблица обозначений линий связи приведена в приложении 15.

5.3. ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА

5.3.1. Назначение и содержание чертежа общего вида

Чертеж общего вида определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей, поясняет принцип его работы и является основой для разработки рабочей документации – рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей, входящих в изделие сборочных единиц, включая сборочный чертеж изделия.

В общем случае чертеж общего вида должен содержать:

- изображения (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы;
- наименования, а также обозначения (если они имеются) тех составных частей, для которых необходимо указать данные (техническую характеристику, количество, материал, принцип работы и др.) или запись которых необходима для пояснения чертежа общего вида, описания принципа работы изделия, указания о составе и др.;
- размеры и другие наносимые на изображение данные (при необходимости);
- схему (если она требуется);
- техническую характеристику изделия, если она необходима (для удобства сопоставления вариантов по чертежу общего вида).

5.3.2. Главное изображение изделия на чертеже общего вида

Изделие обычно располагают в рабочем положении. Если рабочее положение изделия может быть любым, то главное изображение выбирают так, чтобы выбранное положение было удобно при сборке и давало наиболее полное представление о конструкции изделия.

Главное изображение обычно выполняют как фронтальный или сложный разрез или (при симметричной конструкции) соединяя половину главного вида и половину фронтального разреза.

5.3.3. Основные изображения изделия на чертеже общего вида

Состав изображений определяют в зависимости от особенности конструкции изделия и формы его деталей. Количество изображений должно быть наименьшим, но достаточным, чтобы давать полное представление о конструкции изделия в целом, взаимодействии его составных частей, о конструкции и технических формах всех деталей и сборочных единиц.

Основные изображения изделия располагают в проекционной связи

относительно главного. В отдельных случаях, для более рационального использования поля чертежа, часть их помещают на свободном поле и отмечают соответствующими надписями, указывающими направление взгляда.

Основными изображениями изделия на чертеже общего вида могут быть как виды изделия, так и разрезы плоскостями, параллельными основным плоскостям проекций, или сложные разрезы. Как правило, это делают при несимметричном характере изображений в тех случаях, когда разрез дает более исчерпывающую информацию об изделии, чем вид. Вид на изделие (если он необходим) в этом случае располагают на свободном поле чертежа.

Отдельные изображения могут быть даны в уменьшенном масштабе по сравнению с главным изображением, если форма изображаемых элементов простая и «чтение» их этим не затрудняется.

Мелкие конструктивные элементы, используя дополнительные виды, сечения или выносные элементы, выполняют в увеличенном масштабе.

На чертеже общего вида допускается помещать изображение соседних изделий, сопрягаемых с конструируемым («обстановку»). Линии «обстановки» – тонкие линии отсутствующего контура. Составные части изделия, расположенные за «обстановкой», изображают как видимые. Предметы «обстановки» выполняют упрощенно, приводя лишь необходимые данные для определения места установки, методов присоединения и крепления изделия. В разрезах и сечениях «обстановку» допускается не штриховать. Наименование или обозначение изделий, составляющих «обстановку», если это необходимо указать на чертеже, помещают непосредственно на ее изображении или на поле линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения.

Такие детали, как винты, болты, шпильки, заклепки, штифты, шпонки, непустотелые валы, оси, рукоятки, штоки и прочее, при продольном разрезе показывают нерассеченными и не штрихуют. Если в этих деталях имеются отверстия, пазы и тому подобные элементы, то на чертежах их показывают с помощью местных разрезов. Шарикоподшипники, гайки и шайбы на чертежах общего вида показывают нерассеченными.

5.3.4. Нанесение размеров

На чертежах общего вида наносят габаритные и присоединительные размеры.

Габаритные размеры определяют расстояние между точками очерта-ния изделия по трем координатным направлениям. При наличии в изделии перемещающихся деталей габаритные размеры указывают для двух крайних положений этих деталей и проставляют по типу 90...110.

Присоединительные размеры определяют координаты и размеры элементов или составных частей изделия, с помощью которых к данному изделию присоединяют другие изделия, работающие с ним в комплексе.

5.3.5. Нанесение номеров позиций

Номера позиций деталей, материалов или узлов, входящих в изделие, указывают на полках линий-выносок, проводимых от соответствующих деталей, материалов или узлов.

Линии-выноски и полки на чертежах выполняют сплошной тонкой линией толщиной $s/2$. Длина полки – 6...8 мм.

Линию-выноску заканчивают точкой на изображении соответствующей ей составной части устройства. Если размер или характер изображения составной части устройства не позволяет закончить линию-выноску точкой, то ее заканчивают стрелкой, упирающейся в изображение этой составной части. Например, стрелками заканчивают линии-выноски на изображениях пружин с малым (менее 2 мм) поперечным сечением витков; на изображениях тонких прокладок и некоторых деталей, изготовляемых из тонких листовых материалов (толщиной на чертеже менее 2 мм); на изображениях мелких винтов, штифтов, шайб, гнезд, пистонов, проводов и т. п.

Линии-выноски по возможности не должны пересекаться с размерными и выносными, что обеспечивается при коротких выносных линиях и оптимальной группировке позиций. Также линии-выноски при пересечении заштрихованных участков изображений (разрезов, сечений) не должны быть параллельны линиям штриховки.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части устройства проецируются как видимые, – как правило, на основных видах и разрезах.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют их в колонку или строчку по возможности на одной линии и как можно ближе к изображению.

На чертеже общего вида по возможности группируют расположение полки линий-выносок позиций тех деталей, которые в конструкции сборочной единицы взаимосвязаны общим функциональным назначением или условиями совместной сборки и разборки.

Позиции для сборочных единиц, входящих в состав устройства, указывают от изображения их основных деталей.

Деталям и материалам, которые входят в состав сборочных единиц устройства, номера позиций на чертеже общего вида не присваивают. Такие детали и материалы учитывают в спецификациях соответствующих сборочных единиц.

Нумерацию деталей устройства начинают с его основной детали (корпуса, основания, шасси и т. п.).

Номер позиции, как правило, проставляют на чертеже один раз. Если в устройстве содержится несколько одинаковых деталей, то линией-выноской и номером позиции отмечают только одну из них, а количество таких деталей указывают в таблице составных частей устройства в соответствующей графе.

Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей (например, одинаковых болтов, винтов, гаек, штифтов, кнопок, рукояток и т. п.). В этом случае все повторяющиеся номера позиций выделяют двойной полкой.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления. В этих случаях линию-выноску проводят от изображения составной части, номер которой указывают первым.

Шрифт номеров позиций должен быть на один-два размера больше шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

5.3.6. Выполнение таблицы составных частей изделия

Для чертежа общего вида перечень составных частей изделия оформляют в виде таблицы. Рекомендуемая форма таблицы показана в приложении 16.

Таблица составных частей изделия по содержанию обычно аналогична спецификации, предусмотренной для сборочных чертежей. При этом составные части в таблицу рекомендуется записывать в следующем порядке: заимствованные изделия; покупные изделия; вновь разрабатываемые изделия.

Таблицу размещают на том же листе, где находится изображение изделия, или на отдельных листах формата А4 в качестве последующих листов чертежа общего вида.

5.3.7. Допускаемые упрощения на чертеже общего вида

На учебных чертежах обычно не применяют упрощенные, а тем более условные изображения крепежных деталей. Допускается их использовать лишь в тех случаях, когда диаметры стержней на чертеже менее 3 мм.

Разрешается шлицы на головках крепежных деталей при ширине их менее 1 мм изображать одной сплошной линией: на одном виде – по оси крепежных деталей, на другом – под углом 45° к рамке чертежа или под углом 45° к центральной линии, когда последняя наклонена к рамке чертежа под углом, близким к 45° .

На изображениях резьбовых соединений разрешается не показывать разность между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.

Если чертеж общего вида содержит ряд однотипных элементов (например, ряд одинаковых отверстий или винтовых, болтовых, заклепочных и тому подобных соединений), то на всех изображениях чертежа общего вида, содержащих однотипные элементы, последние целесообразно показывать полностью независимо от их числа.

Номера позиций для повторяющихся однотипных соединений наносят один раз для каждой группы одинаковых по типу и размерам соединений.

Допускается не показывать фаски на стержнях с резьбой и в отверстиях с резьбой.

Допускается не показывать крышки, кожухи, экраны, рукоятки и другие детали, загораживающие закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например:

Крышка поз. 3 не показана.

Если в таких случаях технические формы этих деталей на других изображениях устройства выявлены не полностью, то чертеж общего вида дополняют соответствующими видами на отсутствующие изображения этих деталей, которые сопровождают надписями, например:

Вид 7, дет. 3.

На чертежах общего вида изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными для рабочих чертежей.

5.4. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

5.4.1. Содержание сборочного чертежа, нанесение размеров

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы (машины, аппарата, узла) и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Количество сборочных чертежей должно быть минимальным, но достаточным для рациональной организации производства изделия. При необходимости на сборочных чертежах приводят данные о работе изделия и взаимодействии его частей.

Сборочный чертеж изделия (сборочной единицы) должен содержать:
– изображения изделия (сборочной единицы), дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающие возможность сборки и контроля;

– размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые выполняют и контролируют по данному чертежу; можно указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения;

– указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивают не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой, а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

– номера позиций составных частей, входящих в изделие (сборочную единицу);

– габаритные размеры;

– установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

– таблицу штуцеров и люков (см. приложение 17);

– техническую характеристику (см. приложение 18);

– технические требования (см. приложение 19);

– координаты центра масс (при необходимости).

При указании установочных и присоединительных размеров наносят: координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями; другие параметры, например для зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, – модуль, количество и направление зубьев.

Перемещающиеся части на сборочном чертеже можно изображать в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части можно изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например:

Крайнее положение каретки поз. 5.

На сборочном чертеже изделия можно помещать изображение пограничных (соседних) изделий («обстановки») и размеры, определяющие их взаимное расположение.

Составные части изделия, расположенные за обстановкой, изображают как видимые. При необходимости можно изображать их как невидимые.

Предметы «обстановки» выполняют упрощенно и приводят необходимые данные для определения места установки, метода крепления и присоединения соседнего изделия. В разрезах и сечениях «обстановку» можно не штриховать. Если необходимо указать наименование или обозначение изделий, составляющих «обстановку», эти указания помещают непосредственно на изображении «обстановки» или на полке линии-выноски,

проведенной от соответствующего изображения, например:

Патрубок маслоохладителя.

На сборочном чертеже изделия вспомогательного производства (например, штампа, кондуктора и т. п.) можно помещать в правом верхнем углу операционный эскиз.

Сборочные чертежи выполняют, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД, излагаемым ниже.

На сборочных чертежах можно не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- крышки, щиты, кожухи, перегородки, если необходимо показать закрытые или составные части изделия; при этом над изображением делают соответствующую надпись, например:

Крышка поз. 3 не показана;

- видимые составные части изделия и их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

- надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Можно на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т. п.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, показанной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков.

На сборочных чертежах применяют способы упрощенного изображения составных частей изделий:

- на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены сборочные чертежи;

- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают упрощенными внешними очертаниями, не изображая мелких выступов, впадин и т. п.

На сборочных чертежах, включающих изображения нескольких одинаковых составных частей (колес, опорных катков и т. п.), допускается выполнять изображение одной составной части, а изображения остальных частей – упрощенно, в виде внешних очертаний.

Сварные, паяные, склеенные и тому подобные изделия из однород-

ного материала в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями. Можно не показывать границы между деталями, т. е. изображать конструкцию как монолитное тело.

Шов сварного соединения обозначают и условно изображают согласно ГОСТ 2.312–72 «ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений» [47]. Видимый шов изображают на чертеже сплошной основной линией, невидимый – штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. На полке линии-выноски наносят условное обозначение шва. Обозначения швов сварных соединений содержат обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов, буквенно-цифровое обозначение шва, условное обозначение способа сварки, размер катета.

В обозначениях сварных швов могут дополнительно указываться вспомогательные знаки, определяющие особенности выполнения шва или его последующей обработки. Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в табл. 5.

Таблица 5. Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака
	Усиление шва снять
	Напльвы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением
	Шов по замкнутой линии
	Шов по незамкнутой линии

Применяют следующие способы сварки:

- *стыковые*, обозначаемые буквой **С**, когда свариваемые детали присоединяются одна к другой торцевыми поверхностями;
- *угловые*, обозначаемые буквой **У**, когда свариваемые детали образуют угол и привариваются по кромкам;
- *тавровые*, обозначаемые буквой **Т**, когда соединяемые элементы перпендикулярны или, очень редко, наклонны;

– *нахлесточные*, обозначаемые буквой **Н**, когда кромки свариваемых деталей накладываются одна на другую внахлестку, и боковые поверхности деталей частично перекрывают друг друга.

Примеры условных обозначений швов сварных соединений приведены в приложении 20.

Если необходимо указать положение центра масс изделия, то на чертеже приводят соответствующие размеры и на полке линии-выноски помещают надпись *ЦМ*. Линии центров масс составных частей изделия наносят штрихпунктирной тонкой линией, а на полке линии-выноски делают надпись:

Линия ЦМ.

Таблицу штуцеров, техническую характеристику, технические требования следует располагать над основной надписью чертежа. В порядке исключения допускается размещение таблицы штуцеров слева от основной надписи.

В *технической характеристике* изделия указывают: назначение, объём аппарата (номинальный и рабочий), рабочую среду (токсичность и взрывоопасность), производительность, площадь поверхности теплообмена, мощность привода, частоту вращения деталей, рабочие и расчетные параметры (давление, температура), давление гидро (пневмо) испытаний, подведомственность правилам Ростехнадзора и другие необходимые данные. Техническая характеристика может быть представлена в виде перечисления по пунктам либо в табличном виде.

Технические требования на изготовление и эксплуатацию изделия включают: стандарты (ГОСТы, ОСТы) или технические условия (ТУ), согласно которым изготовлено и испытано данное изделие; обозначение ГОСТов 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.

5.4.2. Номера позиций

На сборочных чертежах номера позиций на поле чертежа наносят в соответствии с порядком записи составных частей в спецификации. Номера позиций присваивают всем составным частям изделия, т. е. сборочным единицам, деталям, стандартным изделиям и материалам. Нанесение номеров позиций выполняют по принципу сквозной нумерации. Порядок нумерации составных частей изделия следующий: вначале обозначают сборочные единицы изделия, затем его детали, далее стандартные изделия и в последнюю очередь материалы.

Номера позиций деталей, материалов или сборочных единиц, входящих в изделие, указывают на полках линий-выносок, проводимых от соответствующих деталей, материалов или сборочных единиц.

Линии-выноски и полки на чертежах выполняют сплошной тонкой линией толщиной $s/2$. Длина полок – 6...8 мм. Линию-выноску заканчивают точкой на изображении соответствующей ей составной части устройства.

Линии-выноски по возможности не должны пересекаться с размерными и выносными, что обеспечивается при коротких выносных линиях и оптимальной группировке позиций. Линии-выноски при пересечении заштрихованных участков изображений (разрезов, сечений) не должны быть параллельны линиям штриховки.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части устройства проецируются как видимые, – как правило, на основных видах и разрезах. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют их в колонку или строчку, по возможности на одной линии и как можно ближе к изображению. По возможности группируют расположение полков линий-выносок позиций тех деталей, которые в конструкции сборочной единицы взаимосвязаны общим функциональным назначением или условиями совместной сборки и разборки.

Деталям и материалам, которые входят в состав сборочных единиц устройства, номера позиций на сборочном чертеже не присваивают. Такие детали и материалы учитывают в спецификациях соответствующих сборочных единиц.

Номер позиции, как правило, проставляют на чертеже один раз. Если в устройстве содержится несколько одинаковых деталей, то линией-выносковой и номером позиции отмечают только одну из них, а количество таких деталей указывают в таблице составных частей устройства в соответствующей графе.

Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей (например, одинаковых болтов, винтов, гаек, штифтов, кнопок, рукояток и т. п.). В этом случае все повторяющиеся номера позиций выделяют двойной полкой.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления. В этих случаях линию-выноску проводят от изображения составной части, номер которой указывают первым.

Шрифт номеров позиций должен быть на один-два размера больше шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

5.4.3. Спецификация

Спецификация определяет состав сборочной единицы – комплекса и комплекта – и необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство указанных изделий.

Пример заполнения спецификации для сборочного чертежа аппарата (смесителя) приведен в приложении 21.

Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в такой последовательности: документация; комплексы; сборочные единицы; детали; стандартные изделия; прочие изделия; материалы; комплекты. Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Заголовок раздела записывают в графе «Наименование» и подчеркивают.

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия (кроме его спецификации, ведомости эксплуатационных документов и ведомости документов для ремонта), а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей. Внутри раздела документы записывают в такой последовательности: документы на специфицируемое изделие; документы на неспецифицируемые составные части.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» изделия записывают в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (букв) индексов организаций разработчиков и в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В раздел «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые по государственным стандартам, республиканским стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятия (для изделий вспомогательного производства). В пределах каждой категории стандартов запись приводят по группам изделий одного функционального назначения (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия, изделия электронной техники и т. п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например:

Шайбы ГОСТ...

Шайба 3

Шайба 4

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные по основным конструкторским документам (по техническим условиям), за исключением стандартных.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Материалы записывают по видам в такой последовательности:

- металлы черные;
- металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные;
- металлы цветные, благородные и редкие;
- кабели, провода, шнуры;
- пластмассы и пресс-материалы;
- бумажные и текстильные материалы;
- лесоматериалы;
- резиновые и кожевенные материалы;
- минеральные, керамические и стеклянные материалы;
- лаки, краски, нефтепродукты, химикаты;
- прочие материалы.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров или других технических параметров.

Не записывают те материалы, количество которых определяет не конструктор, а технолог (лаки, краски, клей, замазки, электроды, припой). Указание об их применении делают в технических требованиях на поле чертежа.

В раздел «Комплекты» вносят ведомости эксплуатационных документов и документов для ремонта, комплекты монтажных частей, сменных частей, запасных частей, инструмента и принадлежностей, укладочных средств, прочие комплекты.

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графу «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе «Формат» ставят звездочку, а в графе «Примечание» знак звездочки повторяют и перечисляют все форматы в порядке их увеличения. Для документов, записанных в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу «Формат» не заполняют. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в этой графе указывают БЧ.

В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части.

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последователь-

ности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют.

В графе «Обозначение» указывают: в разделе «Документация» – обозначения записываемых документов; в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» – обозначения основных конструкторских документов (чертежей) на записываемые в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, – присвоенное им обозначение. В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют. Если для изготовления стандартного изделия выпущена конструкторская документация, в графе «Обозначение» указывают обозначение выпущенного основного конструкторского документа.

5.5. ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

5.5.1. Общие требования к рабочим чертежам деталей

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Рабочие чертежи деталей должны содержать:

- изображения детали (виды, разрезы, сечения), необходимые для понимания конструкции детали;
- технические требования.

На рабочих чертежах должны быть указаны:

- размеры, необходимые для изготовления и контроля, их предельные отклонения, справочные и габаритные размеры;
- предельные отклонения формы и расположения поверхностей;
- обозначения шероховатости поверхностей;
- обозначения покрытий, термической и других видов обработки.

Изделие, при изготовлении которого предусматривается припуск на последующую обработку отдельных элементов в процессе сборки, изображают на чертеже с размерами, предельными отклонениями и другими данными, которым оно должно соответствовать после окончательной обработки. Такие размеры заключают в круглые скобки, а в технических требованиях делают запись:

Размеры в скобках после сборки.

На рабочих чертежах изделий с покрытиями указывают размеры и шероховатость поверхности до покрытия. Их можно указывать одновременно до и после покрытия.

Если размеры и шероховатость поверхности указывают только после покрытия, то соответствующие размеры и обозначения шероховатости по-

верхности отмечают звездочкой (*) и в технических требованиях чертежа делают запись:

**Размеры и шероховатость поверхности после покрытия.*

Если ребро (кромку) необходимо изготовить острым или скруглить, то на чертеже помещают соответствующее указание. Если таких указаний нет, то его выполняют притупленным.

Технологические указания на рабочих чертежах не помещают. Но в виде исключения можно:

– указать способы изготовления и контроля, если они единственные, гарантирующие требуемое качество изделия, например совместная обработка, совместная гибка и т. п.;

– дать указания по выбору вида технологической заготовки (отливки, поковки и т. п.);

– указать определенный технологический прием, гарантирующий обеспечение отдельных технических требований к изделию, которые невозможно выразить объективными показателями, например: процесс старения, вакуумная пропитка и др.

Пример выполнения рабочего чертежа детали приведен в приложении 22.

5.5.2. Чертежи совместно обрабатываемых изделий

Если отдельные элементы изделия необходимо до сборки обработать совместно с другим изделием, для чего их временно соединяют и скрепляют (например, половины корпуса, части картера и т. п.), то на оба изделия выпускают в общем порядке самостоятельные чертежи с указанием на них всех размеров, предельных отклонений, шероховатости поверхности и других необходимых данных.

Размеры с предельными отклонениями элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки и в технических требованиях помещают указание:

Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с деталью поз. 12.

В сложных случаях при указании размеров, связывающих различные поверхности обоих изделий, рядом с изображением одного из изделий, наиболее полно отражающего условия совместной обработки, помещают полное или частичное упрощенное изображение другого изделия, выполненное сплошными тонкими линиями.

Технические требования, относящиеся к поверхностям, обрабатываемым совместно, помещают на том чертеже, где изображены все совме-

стно обрабатываемые изделия. Указания о совместной обработке помещают на всех чертежах совместно обрабатываемых изделий.

Если отдельные элементы изделия должны быть обработаны по другому изделию и (или) пригнаны к нему, то размеры таких элементов отмечают у изображения знаком звездочки или буквенным обозначением, а в технических требованиях чертежа приводят соответствующие указания.

На чертеже изделия, получаемого разрезкой заготовки на части и взаимозаменяемого с любым другим изделием, изготовленным из других заготовок по данному чертежу, изображения заготовки не помещают.

На изделие, получаемое разрезкой заготовки на части или состоящее из двух (и более) совместно обрабатываемых частей, применяемых только совместно и невзаимозаменяемых с такими же частями другого такого же изделия, разрабатывается один чертеж.

5.5.3. Чертежи изделий с дополнительной обработкой или переделкой

Чертежи выполняют с учетом следующих требований:

– изделие-заготовку изображают сплошными тонкими линиями, а поверхности, получаемые дополнительной обработкой, – сплошными основными линиями;

– наносят только те размеры, предельные отклонения и шероховатости поверхности, которые необходимы для дополнительной обработки.

На таких чертежах можно наносить справочные, габаритные и присоединительные размеры, а также изображать только часть изделия-заготовки, элементы которой дополнительно обрабатывают.

На чертеже детали, изготавливаемой дополнительной обработкой заготовки, в графе 3 основной надписи записывают слово «*Заготовка*» и обозначение изделия-заготовки. Изделие-заготовку записывают в соответствующий раздел спецификации. При этом в графе «Поз.» ставят прочерк. В графе «Наименование» после наименования изделия-заготовки указывают в скобках: (*Заготовка для ...*).

5.5.4. Чертежи гнутых деталей

Если форма и размеры всех элементов определены на чертеже готовой детали, то развертку не приводят. Когда изображение детали, изготавливаемой гибкой, не дает полного представления о форме и размерах отдельных ее элементов, на чертеже детали помещают ее полную или частичную развертку. На изображении развертки наносят те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали. Развертку изображают сплошными основными линиями, толщина которых равна толщине линий видимого контура на изображении детали. При необходимо-

сти на изображении развертки наносят линии сгибов, выполняемые штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками, с надписью на полке линии-выноски: *Линия сгиба*. Над изображением развертки наносят знак .

Не нарушая ясности чертежа, можно совмещать развертку с видом детали. В этом случае развертку изображают штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками и знак  не наносят.

5.6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

На данном листе, по согласованию с консультантом и руководителем работы, приводится либо таблица технико-экономических показателей, либо сетевой график, либо другая информация, демонстрирующая экономическую целесообразность принятых решений.

Форма таблицы технико-экономических показателей приведена в приложении 23.

5.7. ГРАФИКИ, ДИАГРАММЫ

Графики – это чертежи, отображающие количественные взаимосвязи параметров изучаемых явлений и процессов с помощью условных геометрических образов и знаков. При оформлении графиков рекомендуется использовать Рекомендации Р 50-77-88 «ЕСКД. Правила выполнения диаграмм» [48].

Графики выполняют в прямоугольной, косоугольной или полярной системах координат, на равномерных (арифметических) и неравномерных (в т.ч. логарифмических) шкалах. Интервалы шкал определяют масштаб графиков по осям.

Оси координат, по которым происходит отсчет величин, являются базовыми линиями. Для задания шкалы используют делительные штрихи или линии координатной сетки. Лучше использовать координатную сетку, так как это позволяет более точно отобразить значения переменных на графике. Толщина делительных штрихов или линий координатной сетки обычно в 2 – 3 раза меньше толщины базовой линии. Цифровые данные располагают под делительными штрихами горизонтальной базовой линии и левее вертикальной базовой так, чтобы делительный штрих находился примерно посередине высоты цифр. Частоту нанесения числовых значений выбирают с учетом удобства пользования графиком

Основные линии графика, отражающие поведение функциональных зависимостей, вычерчиваются в 2 – 3 раза толще базовой линии. В случаях, когда на одном графике изображаются две или более функциональные зависимости, допускается их изображать линиями различных типов

(сплошной, штриховой, штрихпунктирной и т.д.) или использовать цвет. Для удобства восприятия следует ограничить количество цветов и оттенков (обычно не более трех и хорошо сочетающихся между собой). Обозначения линий разъясняются в пояснительной части графика. При использовании линий одинакового типа и цвета, у линий следует проставлять порядковые номера, которые должны быть разъяснены в пояснительной части.

Точки на графиках могут иметь различную форму, размеры и цвет. Они могут быть в виде круга, треугольника, квадрата, креста и т.п. Обозначения точек должны быть разъяснены в пояснительной части графика.

График может иметь наименование (заголовок), поясняющее изображенную функциональную зависимость. Заголовок помещают выше линий графика с центровкой посередине.

При необходимости, наряду с графиками, могут быть представлены диаграммы. *Диаграмма* – это графическое изображение ряда сопоставляемых величин в виде геометрических фигур. Основная задача диаграммы – наглядно сопоставить и сравнить какие-либо величины. Как правило, используют столбиковые (ряд прямоугольников одинаковой ширины, расположенных горизонтально или вертикально, построенных от базовой линии), круговые (когда величины выражены секторами круга, применяются для отображения удельного веса составляющих частей) или пространственные (когда сопоставляемые величины показаны объемными фигурами – кубами, сферами, параллелепипедами) диаграммы.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ)

Демонстрационные материалы к защите ВКР готовятся в электронном виде в форме мультимедийных презентаций с помощью общепризнанных программных продуктов, например Microsoft Office PowerPoint или Open Office. Org Impress. Компьютерная презентация позволяет членам ГЭК изучить магистерскую работу и контролировать выступление магистранта.

Объем презентации должен составлять 8 – 14 слайдов (при темпе демонстрации 1 – 3 слайда в минуту). Рекомендуемая структура слайдов приведена в табл. 3.

Основными принципами при составлении компьютерной презентации являются:

- лаконичность;
- ясность;
- уместность;
- сдержанность;
- наглядность (подчеркивание ключевых моментов);
- запоминаемость (разумное использование ярких эффектов).

Рекомендуется начать компьютерную презентацию с заголовочного слайда, в котором приводится название ВКР, фамилия, имя, отчество ее автора, а также должность и ФИО научного руководителя.

Слайды, иллюстрирующие содержание работы, могут содержать текстовые материалы, графики, фотографии, рисунки; при необходимости, видеофрагменты со звуковым оформлением или без него. Выбор типа слайдов, очередности их изложения осуществляется непосредственно автором.

Каждый слайд должен иметь заголовок. Рекомендуется также сделать нумерацию слайдов.

При подготовке презентации можно использовать имеющиеся в программе шаблоны. Желательно использовать единый дизайн слайдов. Не следует увлекаться яркими шаблонами, информация на слайде должна быть контрастна фону, а фон не должен затенять содержимое слайда, если яркость проецирующего оборудования будет недостаточной. Рекомендуется подбирать два – три различных фоновых оформления презентации для того, чтобы иметь возможность варьировать фон при плохой проекции. Следует обращать внимание на возможное искажение цветов при проецировании.

Не рекомендуется в презентации использовать эффекты анимации. Неправильная настройка может привести либо к слишком медленному, либо к слишком быстрому появлению элементов изображения, и может не совпадать с темпом докладчика. Исключение составляет ситуация, когда динамическая анимация важна для понимания содержания доклада, например, когда в процессе выступления происходит логическая трансформация существующей структуры в новую структуру, предлагаемую магистрантом. Пример выполнения слайдов презентации приведен в приложении 24.

Дополнительно материалы презентации могут быть распечатаны на бумажном носителе и использованы в качестве раздаточного материала для членов ГЭК при защите ВКР.

Вся процедура презентации должна быть выверена и отрепетирована. Магистрант должен уверенно ориентироваться и в тексте выступления, и в очередности демонстрации иллюстрационного материала.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Закрепление за студентами темы магистерской выпускной квалификационной работы оформляется приказом ректора вуза (директора института) на основании заявления магистранта. Этим же приказом назначается руководитель работы из числа преподавателей и научных сотрудников вуза. Пример заполнения заявления на утверждение темы ВКР и руководителя приведен в приложении 25.

В соответствии с приказом руководитель выдает студенту задание на выполнение выпускной квалификационной работы, которое является официальным документом, определяющим ее содержание, состав и особенности. В задании указываются: полное название темы, срок сдачи студентом законченной работы, исходные данные для выполнения работы (производительность, требования к качеству продукта, виду сырья, проектируемому оборудованию), содержание пояснительной записки, перечень обязательных чертежей, фамилии руководителей и консультантов по отдельным разделам работы. Готовое задание подписывается руководителем, студентом, который принял задание к исполнению, и утверждается заведующим кафедрой.

Руководитель и консультанты по отдельным разделам работы проводят систематические консультации со студентами в соответствии с расписанием, составляемым на весь период выполнения выпускной квалификационной работы. В их задачи входит уточнение целей, задач, содержания выпускной работы, определение методики ее выполнения. Однако *автором* выпускной работы является студент, и он *отвечает* за правильность принятых в ней технических решений.

Выполнение выпускной квалификационной работы осуществляется согласно календарному плану-графику, определяющему сроки выполнения отдельных этапов. Пример оформления графика приведен в приложении 26. Профилирующей кафедрой с целью усиления контроля за работой студентов устанавливается несколько контрольных сроков, во время которых определяется степень готовности выпускной работы. Результаты контрольных проверок обсуждаются на заседании кафедры.

Законченная выпускная квалификационная работа (в непереплетённом виде), подписанная студентом, консультантами и нормоконтролером, представляется руководителю для окончательной проверки и подписания.

Текст ВКР магистранта проверяется на уникальность научным руководителем с использованием системы «Антиплагиат» (пакет «Антиплагиат. ВУЗ»). Файл с ВКР отправляется в форматах: doc/docx/pdf.

По результатам предварительной проверки в случае не прохождения порогового процента оригинальности, ВКР возвращается автору на дора-

ботку с распечатанным отчетом уровня оригинальности текста из системы «Антиплагиат». В случае прохождения порогового процента оригинальности по результатам окончательной проверки, руководителем распечатывается отчет уровня оригинальности текста системы «Антиплагиат», который подписывается научным руководителем и служит подтверждающим документом справки на отсутствие необоснованного заимствования в ВКР.

На основании отчета о результатах проверки в системе «Антиплагиат ВУЗ» научный руководитель принимает решение о допуске/не допуске работы к защите. Научный руководитель составляет отзыв, в котором отмечается актуальность темы, определяется уровень теоретической подготовки магистранта, его умение работать с научно-технической и справочной литературой, научная и практическая значимость работы, степень самостоятельности при написании ВКР.

После получения подписи руководителя производится предварительная защита выпускной работы перед кафедральной комиссией, и, в случае успешного ее прохождения, выпускная работа с отзывом руководителя направляется на утверждение заведующему кафедрой. Заведующий кафедрой на основании полученных материалов и решения кафедральной комиссии решает вопрос о допуске студента к защите в ГЭК. В случае, если кафедральная комиссия или заведующий кафедрой не считают возможным допустить студента к защите выпускной квалификационной работы в ГЭК, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя.

Выпускная работа, допущенная заведующим кафедрой к защите, направляется (в переплетенном виде) на рецензию. Рецензент назначается заведующим кафедрой. Рецензия представляет собой документ, содержащий аргументированный разбор достоинств и недостатков выпускной квалификационной работы, где оценивается актуальность выбранной темы, полнота и правильность решения поставленных задач, умение пользоваться методами научного исследования, обоснованность выводов и рекомендаций, достоверность полученных результатов, их новизна и практическая значимость, качество оформления пояснительной записки и графической части. Письменный отзыв рецензента завершается общим выводом о возможности присуждения автору ВКР степени магистра. Рецензия подписывается рецензентом с указанием ФИО, ученого звания, ученой степени, места работы, должности, даты. Рецензия заверяется печатью учреждения, в котором работает рецензент.

Рецензия и отзыв руководителя должны быть представлены секретарю ГАК не позднее чем за день до защиты.

8. ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Защита ВКР проводится с целью определения практической и теоретической подготовленности выпускника к профессиональной деятельности, а также умения вести публичные дискуссии.

Защита выпускной работы проводится в сроки, предусмотренные учебным планом. Защита проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии, состоящей из высококвалифицированных специалистов предприятий, научно-исследовательских и проектных институтов, преподавателей профилирующей кафедры, других кафедр института.

К защите студент представляет пояснительную записку и чертежи, отзыв руководителя, рецензию и паспорт.

В начале защиты студент делает доклад о выполненной работе.

Доклад включает в себя:

- а) тему выпускной работы, обоснование ее актуальности;
- б) краткий анализ состояния вопроса исследования, цель и задачи, поставленные при разработке ВКР;
- в) направления и возможности оптимизации объекта и предмета исследования в соответствии с целью и задачами ВКР;
- г) сведения о конструкции, элементах новизны разрабатываемой машины (аппарата), о расчетах, выполненных в ходе разработки;
- д) сведения о выполнении других разделов выпускной работы;
- е) сведения об экономической или иной эффективности, обеспечиваемой решениями, принятыми в выпускной работе; апробации и практической реализации разработок.

Для иллюстрации основных положений работы необходимо подготовить сопровождение доклада *в форме презентации*, выполненной с помощью программных средств в объеме 8 – 14 слайдов. Иллюстративный материал должен отражать основные положения ВКР, содержать основные выводы и предложения автора. При создании презентации рекомендуется использовать фоновое оформление светлых тонов без излишних эффектов и анимации, загромождающих материал и отвлекающих от содержания работы.

Продолжительность доклада – 5...7 минут.

После окончания доклада студенту задают вопросы по содержанию работы, примененным методикам исследований, принятым конструктивным решениям; технологическим, энергетическим и прочностным расчетам; безопасности и экологичности, экономической обоснованности принятых решений и т.п. На поставленные вопросы магистрант обязан дать полные и исчерпывающие ответы, демонстрируя умение быстро ориентироваться в профессиональной области и уровень профессиональной под-

готовки. Вопросы могут быть заданы как членами ГЭК, так и другими лицами, присутствующими на защите.

На заседании ГЭК зачитывается отзыв руководителя выпускной работы и рецензия. Автору выпускной работы предоставляется право ответа на замечания руководителя и рецензента.

В оценке учитываются: уровень подготовки студента по общенаучным, общетехническим и специальным дисциплинам; актуальность, новизна и полнота раскрытия темы исследования; полнота использования источников литературы, обоснованность и качество проведенных исследований, проектно-конструкторских разработок и расчетов; правильность выполнения чертежей, наличие или отсутствие самостоятельных решений в выполненной работе; научное и практическое значение предложений, выводов и рекомендаций, возможность внедрения в работу предприятий и организаций; четкость ответов на вопросы и аккуратность оформления работы, наличие публикаций по теме работы, а также оценки, данные руководителем и рецензентом.

По окончании публичной защиты ГЭК на закрытом заседании обсуждает результаты защиты и оценивает выпускную квалификационную работу. Результаты выполнения и защиты ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», после чего в тот же день происходит объявление результатов защиты. Оценка за защиту ВКР устанавливается с учетом оценок доклада выпускника и его ответов на вопросы членов комиссии, актуальности и научно-практической значимости работы, общего уровня теоретической, научной и практической подготовки выпускника за весь период обучения в вузе, отзыва руководителя ВКР, оценки рецензента.

При положительных результатах итоговой аттестации ГЭК принимает решение о присуждении выпускнику степени «магистр» и выдаче диплома магистра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.104–2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи: издание официальное: дата введения 2006-09-01. – М.: Стандартиформ, 2007. –17, с.
2. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация: издание официальное: дата введения 2017-03-01.– М.: Стандартиформ, 2016. – 16, с.
3. ГОСТ 12.1.018-93. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования: издание официальное: дата введения 1995-01-01. – М.: Стандартиформ, 2007. – 7, с.
4. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты: издание официальное: дата введения 2011-01-01. – М.: Стандартиформ, 2010. –32, с.
5. ГОСТ 12.1.033-81. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Термины и определения: издание официальное: дата введения 1982-07-01.– М.: Издательство стандартов, 1988. – 9, с.
6. ГОСТ 12.1.041-83. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования: издание официальное: дата введения 1984-07-01.– М.: Издательство стандартов, 1985. –22, с.
7. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля: издание официальное: дата введения 2014-01-01.– М.: Стандартиформ, 2014. – 66, с.
8. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация: издание официальное: дата введения 1990-07-01.– М.: Стандартиформ, 2004. – 8, с.
9. ГОСТ 26158-84. Сосуды и аппараты из цветных металлов. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования: издание официальное: дата введения 1985-01-01.– М.: Издательство стандартов, 1984.– 10, с.
10. ГОСТ 34233.1-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 36, с.
11. ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 58, с.
12. ГОСТ 34233.3-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних

статических нагрузках на штуцер: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 46, с.

13. ГОСТ 34233.4-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 46, с.

14. ГОСТ 34233.5-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартиформ, 2018. – 36, с.

15. ГОСТ 34233.6-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018.– 24, с.

16. ГОСТ 34233.7-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 58, с.

17. ГОСТ 34233.8-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 33, с.

18. ГОСТ 34233.9-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 24, с.

19. ГОСТ 34233.10-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты, работающие с сероводородными средами: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018.– 12, с.

20. ГОСТ 34233.11-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Метод расчета на прочность обечаек и днищ с учетом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости обечаек: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018.– 16 с.

21. ГОСТ Р 54522-2011. Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. Расчёт цилиндрических обечаек, днищ, фланцев, крышек. Рекомендации по конструированию: издание официальное: дата введения 2012-06-01.– М.: Стандартиформ, 2012. –28, с.

22. ГОСТ 34283-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность при ветровых, сейсмических и других внешних нагрузках: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 32, с.

23. ГОСТ 34347-2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия: издание официальное: дата введения 2018-08-01.– М.: Стандартиформ, 2018. – 110, с.

24. ГОСТ 7.1-2003. Система стандартов по информации, библиотечно-му и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления: издание официальное: дата введения 2004-07-01.– М.: Издательство стандартов, 2004. – 134, с.

25. ГОСТ 7.82-2001. Система стандартов по информации, библиотечно-му и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления: издание официальное: дата введения 2002-07-01.– М.: Издательство стандартов, 2001.– 23, с.

26. СК-СТО1-У-37,3-11 Стандарт организации. Общие требования к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов / НГТУ им. Р.Е.Алексеева. – Н.Новгород, 2011. – 26 с.

27. ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения: издание официальное: дата введения 2014-06-01.– М.: Стандартиформ, 2014.– 6, с.

28. ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ: издание официальное: дата введения 1990-01-01.– М.: Стандартиформ, 2011.– 40, с.

29. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам: издание официальное: дата введения 1996-07-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 32, с.

30. ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы: издание официальное: дата введения 1997-07-01. – М.: Стандартиформ, 2007.– 32, с.

31. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин: издание официальное: дата введения 2003-09-01.– М.: Стандартиформ, 2010.– 32, с.

32. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам: издание официальное: дата введения 1974-07-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 29, с.

33. ГОСТ 2.302-68. Единая система конструкторской документации. Масштабы: издание официальное: дата введения 1971-01-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 3, с.

34. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии: издание официальное: дата введения 1971-01-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 8, с.

35. ГОСТ 2.304-81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные: издание официальное: дата введения 1982-01-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 22, с.

36. ГОСТ 2.305-2008. Единая система конструкторской документации. Изображения - виды, разрезы, сечения: издание официальное: дата введения 2009-07-01.– М.: Стандартиформ, 2009.– 27, с.

37. ГОСТ 2.306-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах: издание официальное: дата введения 1971-01-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 7, с.
38. ГОСТ 2.307-2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений: издание официальное: дата введения 2012-01-01.– М.: Стандартиформ, 2011.– 39, с.
39. ГОСТ 2.308-2011. Единая система конструкторской документации. Указание допусков формы и расположения поверхностей: издание официальное: дата введения 2012-01-01.– М.: Стандартиформ, 2012.– 28, с.
40. ГОСТ 2.309-73. Единая система конструкторской документации. Обозначения шероховатости поверхностей: издание официальное: дата введения 1975-01-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 9, с.
41. ГОСТ 2.316-2008. Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения: издание официальное: дата введения 2009-07-01.– М.: Стандартиформ, 2009.– 11, с.
42. ГОСТ 2.321-84. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные: издание официальное: дата введения 1985-01-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 2, с.
43. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы: издание официальное: дата введения 1971-01-01.– М.: Стандартиформ, 2007.– 4, с.
44. ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов: издание официальное: дата введения 2014-06-01.– М.: Стандартиформ, 2014.– 17, с.
45. ГОСТ 2.701–2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению: издание официальное: дата введения 2009-07-01.– М.: Стандартиформ, 2009.– 17, с.
46. ГОСТ 14202–69. Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки: издание официальное: дата введения 1971-01-01.– М.: Издательство стандартов, 2001.– 17, с.
47. ГОСТ 2.312–72. Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений: издание официальное: дата введения 1973-01-01.– М.: Стандартиформ, 2010.– 11, с.
48. Р 50-77-88. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения диаграмм: Рекомендации: издание официальное: дата введения 1989-01-01.– М.: Издательство стандартов, 1989.– 11, с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Пример оформления титульного листа пояснительной записки

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е.АЛЕКСЕЕВА»
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет инженерно-технологический
 Направление подготовки (специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование
 (код и наименование)
 Направленность (профиль) образовательной программы Технологическое оборудование
химических и нефтехимических производств
 (наименование)
 Кафедра Технологическое оборудование и транспортные системы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

магистра
 (бакалавра, магистра, специалиста)

Студента Мухина Николая Николаевича группы МХХ-ТМО
 (Ф.И.О.)
 на тему Разработка лабораторного стенда и исследование гидродинамических
 (наименование темы работы)
характеристик блочно-модульной тепломассообменной насадки

СТУДЕНТ:

Мухин /Мухин Н.Н./
 (подпись) (фамилия, и.о.)
14 июня 20XX г.
 (дата)

КОНСУЛЬТАНТЫ:

1. По разделу «Организационно-экономическая часть»
Рублев /Рублев Д.Д./
 (подпись) (фамилия, и.о.)
15 июня 20XX г.
 (дата)

РУКОВОДИТЕЛЬ:

Булкин /Булкин А.И./
 (подпись) (фамилия, и.о.)
20 июня 20XX г.
 (дата)

2. По разделу «Общие требования к безопасности
проведения исследований»
Осторожный /Осторожный К.К./
 (подпись) (фамилия, и.о.)
15 июня 20XX г.
 (дата)

РЕЦЕНЗЕНТ:

Знайкин /Знайкин Н.Н./
 (подпись) (фамилия, и.о.)
23 июня 20XX г.
 (дата)

3. По _____
 _____ (подпись) _____ (фамилия, и.о.)
 _____ (дата)

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ

Грозный /Грозный И.В./
 (подпись) (фамилия, и.о.)
22 июня 20XX г.
 (дата)

ВКР защищена _____ (дата)
 протокол № _____
 с оценкой _____

**Пример заполнения бланка задания к выпускной
квалификационной работе**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.Р.Е.АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра Технологическое оборудование и транспортные системы

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

Грозный И.В.Грозный

« 15 » мая 20XX г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

по направлению подготовки (специальности) 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование)

Студенту Мухину Николаю Николаевичу группы МХХ-ТМО
(Ф.И.О.)

1. Тема ВКР: Разработка лабораторного стенда и исследование гидродинамических характеристик блочно-модульной теплообменной насадки

(утверждена приказом по вузу от 10.03.20XX № XXX)

2. Срок сдачи студентом законченной работы 20.06.20XX г.

3. Исходные данные: Пропускная способность установки по жидкости –100 л/час

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, подлежащих разработке):
Аннотация; Содержание; Введение; 1. Характеристика вопроса по литературным и производственным данным. Обоснование актуальности исследования. Описание объекта исследования; 2. Исследовательская часть. Общие требования к безопасности проведения исследований; 3. Проектно-конструкторская часть. Рекомендации к практическому использованию результатов исследования; 4. Организационно-экономическая часть; Заключение; Список литературных источников; Приложения

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Технологическая схема лабораторной установки, А1.
2. Сборочный чертеж насадочной колонны, А1, (3 листа).
3. Сборочный чертеж блока насадки, А1.
4. Сборочный чертеж распределительного устройства, А2.
5. Чертежи деталей, А4 (4 листа).
6. Графики зависимости гидравлического сопротивления насадки от скорости газа, А1.
7. Графики зависимости гидравлического сопротивления насадки от плотности орошения жидкости, А1.
8. Таблица технико-экономических показателей, А1.

6. Консультанты по ВКР (с указанием относящихся к ним разделов)

- по разделу «Организационно-экономическая часть» – Рублев Д.Д.
по разделу «Общие требования к безопасности проведения исследований» –
Осторожный К.К.

Нормоконтроль Строгий З.Н.

7. Дата выдачи задания 15.05.20XX г.

Руководитель Булкин / Булкин А.И. /
(подпись)

Задание принял к исполнению 15.05.20XX г.
(дата)

Студент Мухин / Мухин Н.Н. /
(подпись)

Примечания:

1. Это задание прилагается к законченной работе и в составе пояснительной записки представляется в ГЭК.
2. До начала консультаций студент должен составить и утвердить у руководителя график работы на весь период выполнения ВКР (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов).

Пример заполнения аннотации

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

АННОТАЦИЯ
к выпускной квалификационной работе

по программе магистратуры Технологическое оборудование химических и
(наименование)
нефтехимических производств

студента Мухина Николая Николаевича группы МХХ-ТМО
(Ф.И.О.)

по теме Разработка лабораторного стенда и исследование гидродинамических
характеристик блочно-модульной теплообменной насадки

Выпускная квалификационная работа выполнена на 80 страницах, содержит 8 диаграмм,
15 таблиц, библиографический список из 30 источников, 6 приложений.

Актуальность: изучение характеристик работы новых, современных контактных уст-
ройств для колонных аппаратов является актуальной задачей.

Объект исследования: процессы массопереноса (абсорбции, ректификации), сопровож-
дающиеся выделением / поглощением тепла.

Предмет исследования: насадочное контактное устройство с встроенными теплообмен-
ными модулями.

Цель исследования: изучить работу новой конструкции контактного устройства, полу-
чить формулы для расчета основных показателей.

Задачи исследования: спроектировать лабораторный стенд для проведения исследований;
разработать математическую модель, описывающую гидродинамику; провести экспери-
ментальное изучение показателей работы устройства.

Методы исследования: теоретический, экспериментальный.

Структура работы: работа включает: Введение; Разделы: 1. Характеристика вопроса по
литературным и производственным данным. Обоснование актуальности исследования.
Описание объекта исследования; 2. Исследовательская часть. Общие требования к безо-
пасности проведения исследований; 3. Проектно-конструкторская часть. Рекомендации к
практическому использованию результатов исследования; 4. Организационно-
экономическая часть; Заключение; Список литературных источников; Приложения.

Во введении приводится характеристика изучаемой проблемы, ее важность для науки и производства.

В разделе «Характеристика вопроса по литературным и производственным данным. Обоснование актуальности исследования. Описание объекта исследования» приводится литературный обзор с описанием конструкций контактных устройств, оцениваются их достоинства и недостатки, характеризуется исследуемый объект, обосновывается актуальность проводимого исследования и, формулируются задачи исследования.

В разделе «Исследовательская часть. Общие требования к безопасности проведения исследований» приводится математическая модель для описания гидродинамики контактного устройства; описываются лабораторный стенд, методика экспериментальных исследований и результаты экспериментов; формулируются основные выводы.

В разделе «Проектно-конструкторская часть. Рекомендации к практическому использованию результатов исследования» приводятся технологический и прочностной расчеты лабораторной колонны, оценочный расчет размеров промышленного аппарата с новым контактным устройством.

В разделе «Организационно-экономическая часть» дается оценка затрат на проведение исследований нового контактного устройства, производится расчет продолжительности работ на основе построения сетевого графика.

В заключении формулируются основные выводы по результатам выполненной работы.

Выводы:

1. Разработан экспериментальный стенд для проведения исследований новой конструкции насадочного контактного устройства. Проведена проверка его работоспособности в различных режимах.
2. Разработана математическая модель, описывающая гидродинамические особенности проведения процесса в контактном устройстве.
3. В результате экспериментальных исследований получены зависимости гидравлического сопротивления контактного устройства от расходов по газовой и жидкой фазам. Сопоставление полученных результатов и литературных данных показало хорошую сходимость.

Рекомендации:

1. Исследованное контактное устройство может быть рекомендовано к промышленному использованию.
2. Полученные зависимости рекомендуются для применения в расчетной практике.

Мухин

/ Мухин Н.Н.

подпись студента / расшифровка подписи

« 20 » июня 20 XX г.

Пример оформления основной надписи листов пояснительной записки

Первый лист (страница «Содержание»)

185										
					<i>ВР-НГТУ-МХХТМО-000 ПЗ-ХХ</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>	<i>Мухин Н.Н</i>				<i>Разработка лабораторного стенда и исследование гидродинамических характеристик блочно-модульной теплообменной насадки</i>	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		40
<i>Проверил</i>	<i>Булкин А.И.</i>					<i>У</i>	1	90		
<i>Утвердил</i>	<i>Грозный И.В.</i>					<i>ДПИ НГТУ гр. МХХ-ТМО</i>				

Второй и последующий листы

					<i>ВР-НГТУ-МХХТМО-000 ПЗ-ХХ</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>					

Пример оформления рисунка при описании конструкции аппарата

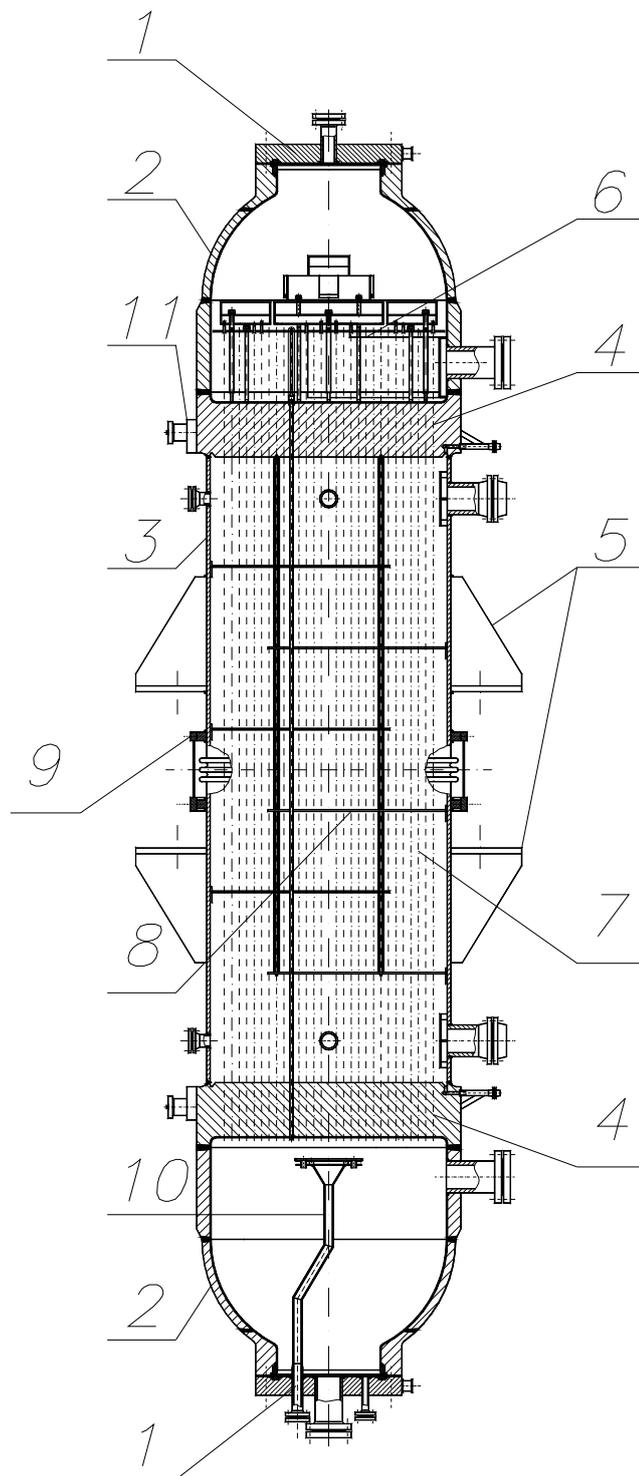


Рис. П.5. Стриппер:

1 – крышка; 2 – камера высокого давления; 3 – кожух; 4 – трубная решетка;
 5 – опора; 6 – распределитель жидкости; 7 – теплообменные трубы;
 8 – перегородки; 9 – компенсатор; 10 – распределитель газа; 11 – цапфы

Пример оформления рисунка с

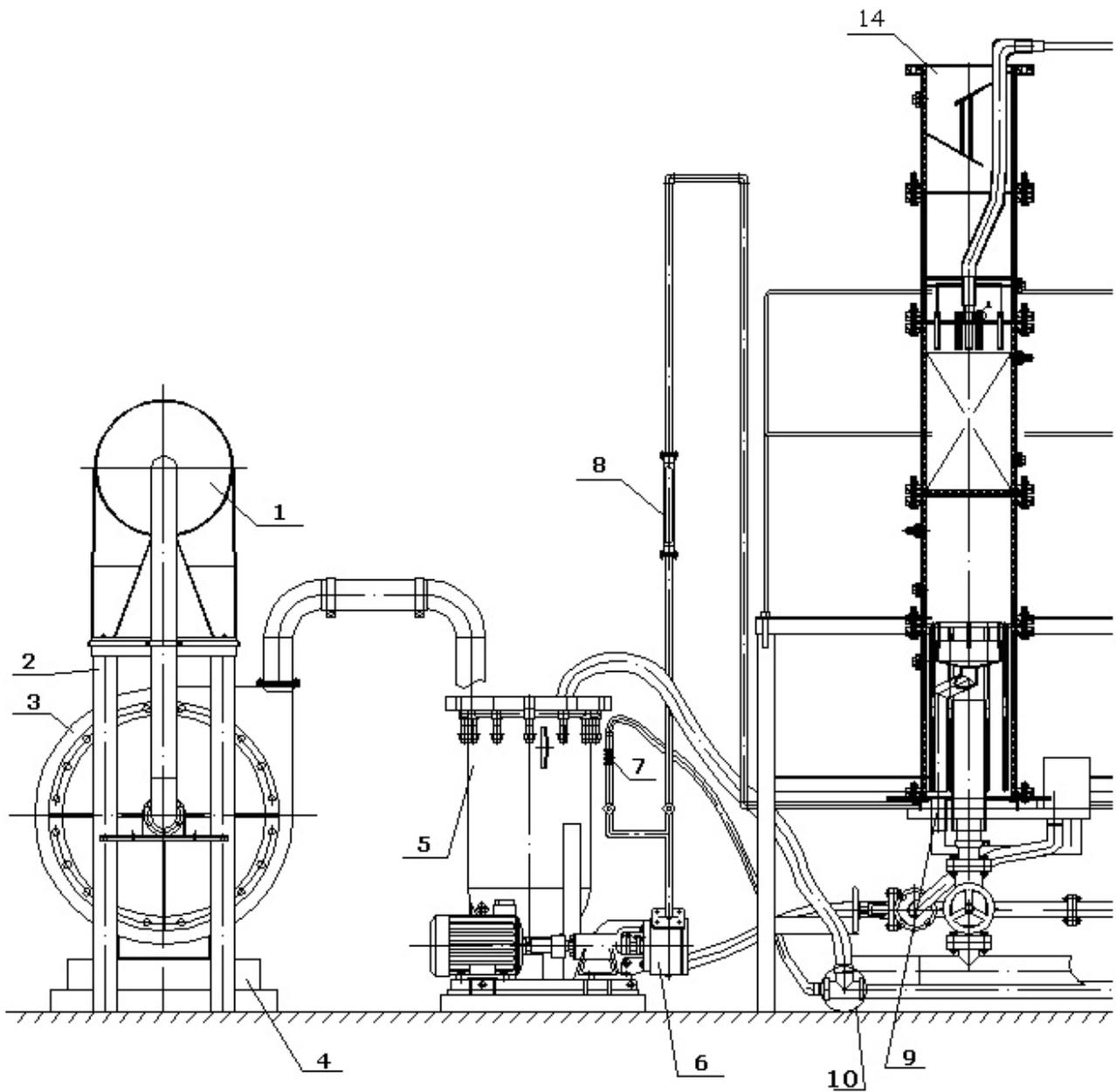
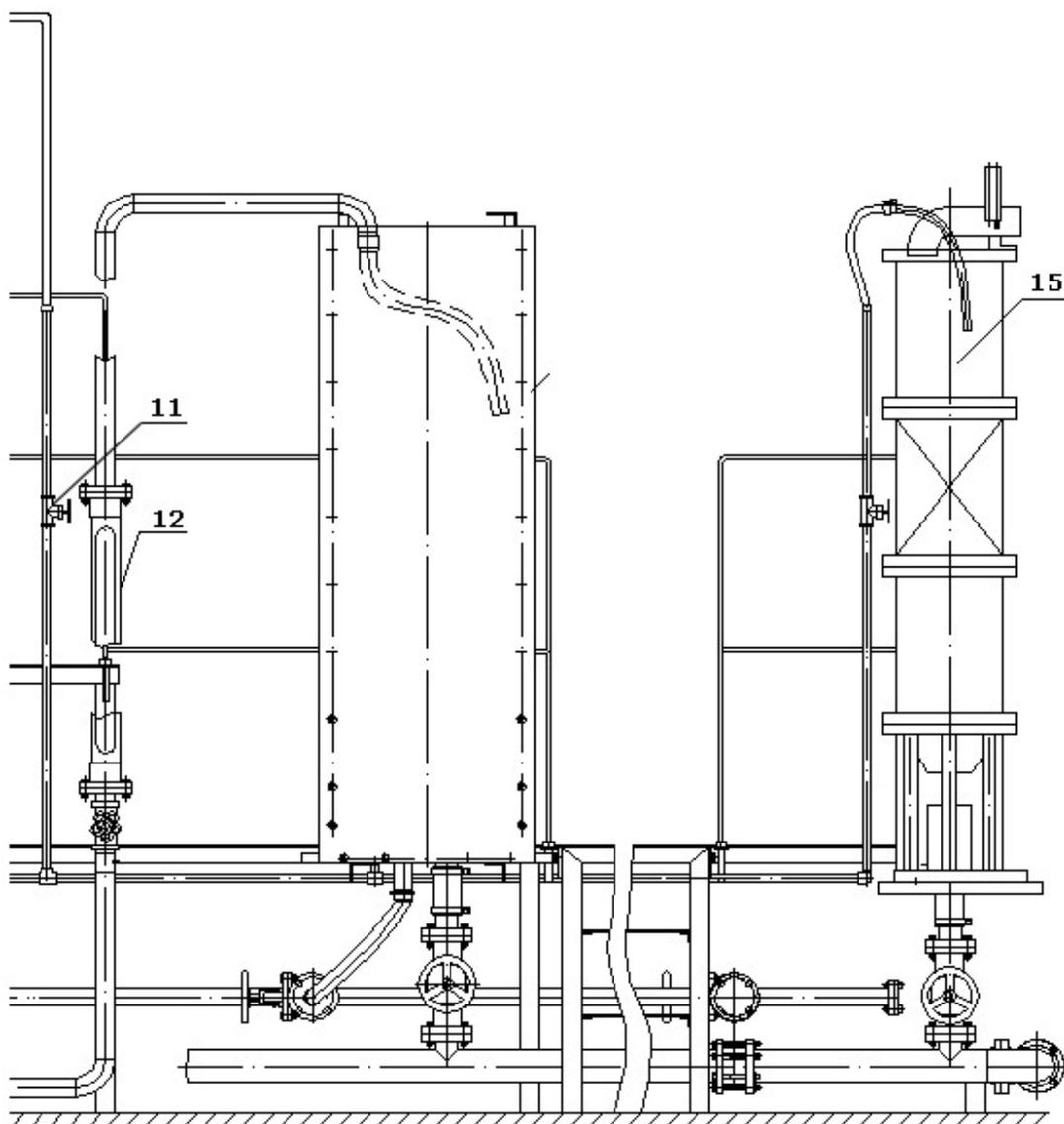


Рис. П.6. Лабораторный
1 – калорифер; 2 – стойка калорифера; 3 – вентилятор;
8, 12 – ротаметр; 9 – основание насадочной колонны;

изображением лабораторного стенда



стенд:

4 – опора вентилятора; 5 – емкость; 6 – насос; 7, 11 – вентиль;
10 – тройник; 13 – тарельчатая колонна; 14, 15 – насадочная колонна

Пример оформления графика с результатами научных исследований

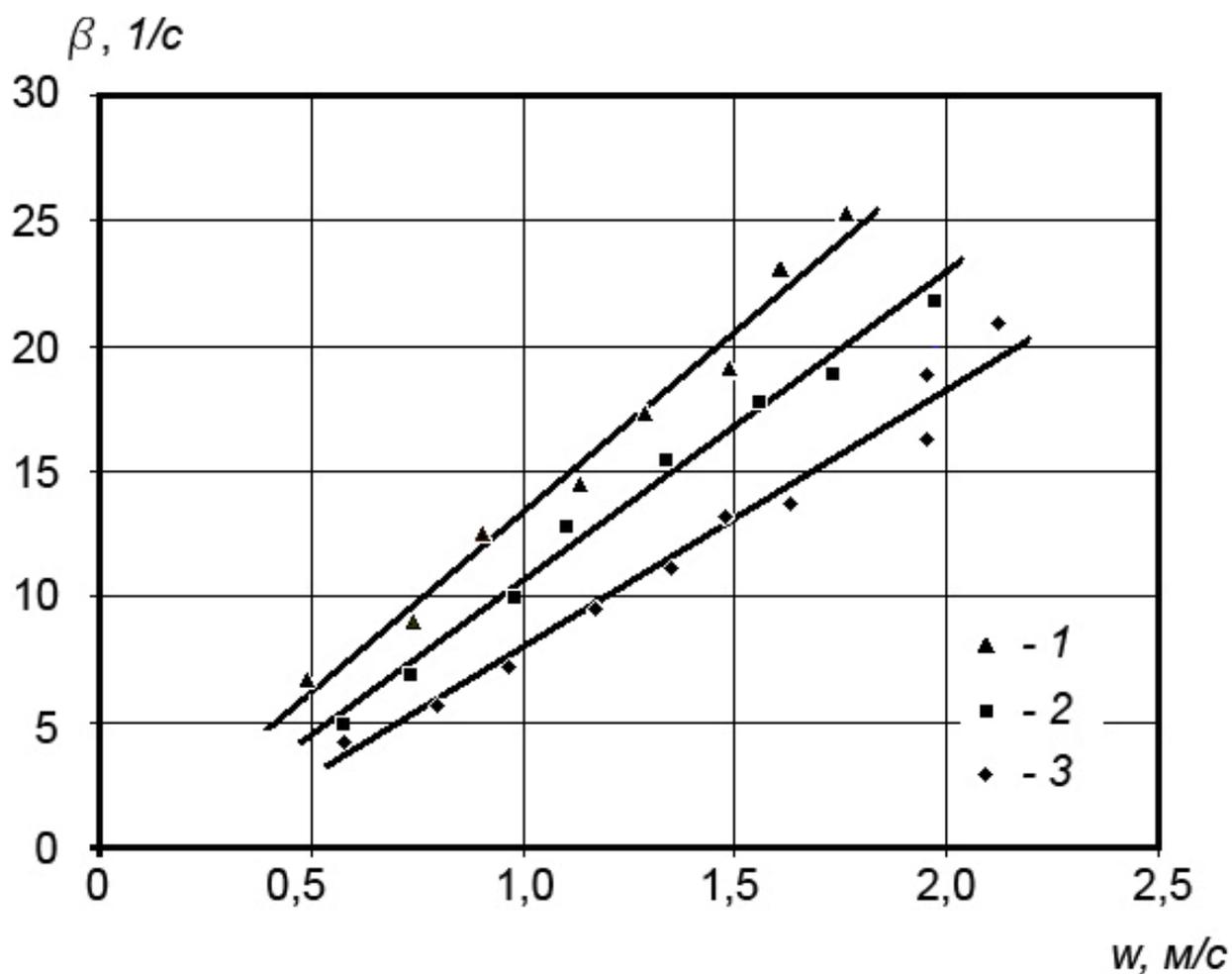


Рис. П.7. Зависимость коэффициента массоотдачи от скорости газа в аппарате:
 Расходы жидкости: 1 – 0,104 м³/ч; 2 – 0,162; 3 – 0,281

Пример оформления сетевого графика

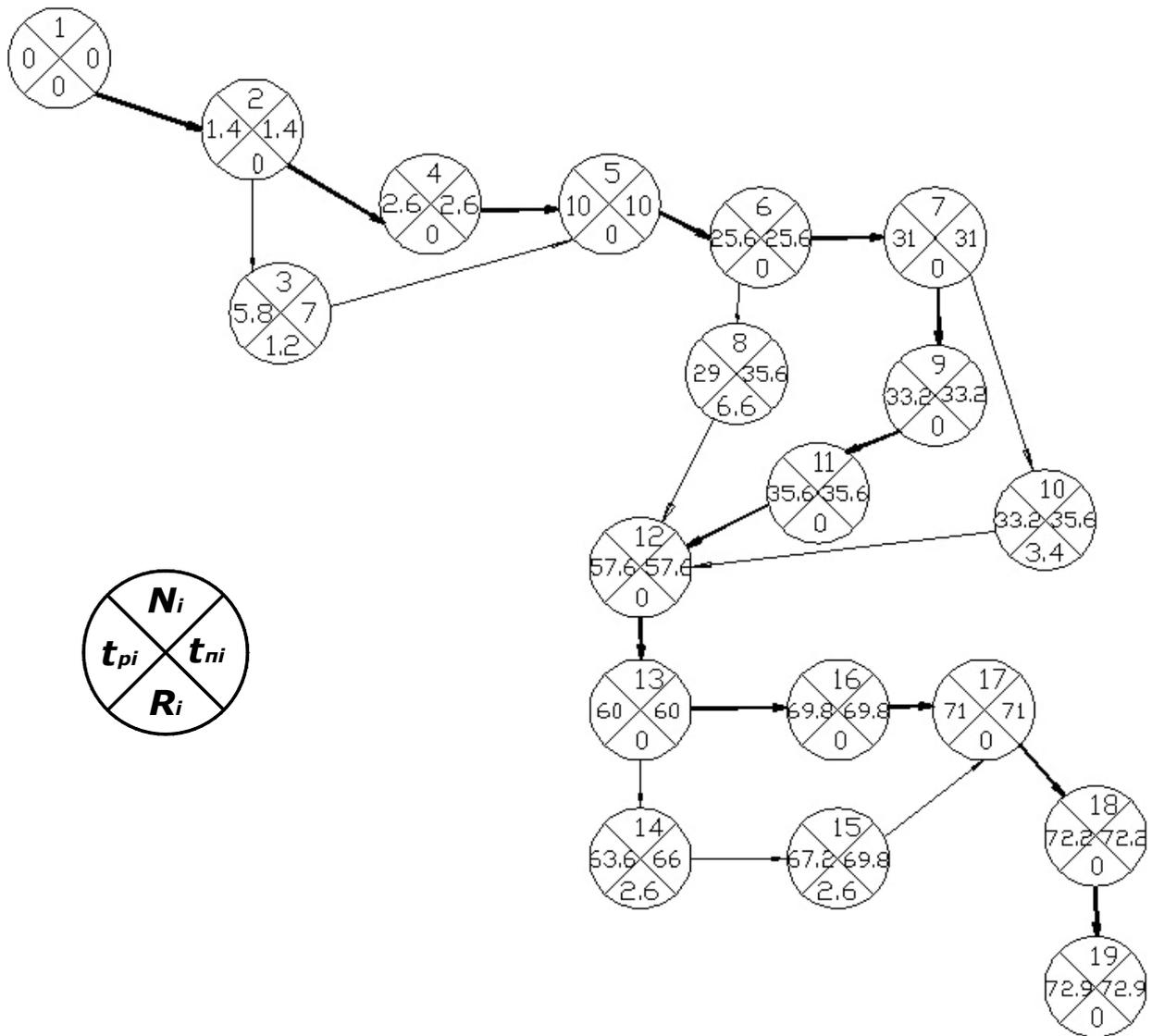


Рис. П.8. Сетевой график выполнения исследовательских работ:
 N_i – номер события; t_{pi} – раннее время свершения события;
 t_{ni} – позднее время свершения события; R_i – резерв времени события

**Пример оформления таблицы видов работ и затрат времени
для составления сетевого графика**

№ п/п	Наименование работы	Исполнитель	Оценка длительности работы		
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>t_{ож}</i>
1	Получение задания	студент	0	0	0
2	Изучение задания	студент	1	2	1,4
3	Подготовка литературного обзора	студент	4	5	4,4
4	Формулировка актуальности темы	студент, руководитель	1	1,5	1,2
5	Обоснование выбора конструкции	студент	7	8	7,4
6	Проектировочный расчет	студент	14	18	15,6
7	Разработка чертежей	студент	5	6	5,4
8	Изготовление внутренних устройств аппарата	слесарь	3	4	3,4
9	Разработка методики проведения эксперимента	студент, руководитель	2	2,5	2,2
10	Монтаж внутренних устройств в аппарате	студент, слесарь	1	1,5	1,2
11	Подключение электрооборудования	электрик	2	3	2,4
12	Монтаж трубопровода для подачи технологических сред	слесарь	20	25	22
13	Проведение экспериментов	студент, руководитель	2	3	2,4
14	Составление таблиц экспериментальных данных	студент	3	4	3,4
15	Обработка результатов экспериментов	студент, руководитель	3	5	3,8
16	Оформление графиков	студент	9	11	9,8
17	Анализ и обобщение полученных результатов	студент, руководитель	1	2	1,2
18	Оформление пояснительной записки	студент	1	2	1,2
19	Защита результатов работы	студент	0,5	1	0,7

t_{ож} – ожидаемое время выполнения работ;

a – минимальная длительность работ, в рабочих днях;

b – максимальная длительность работ, в рабочих днях.

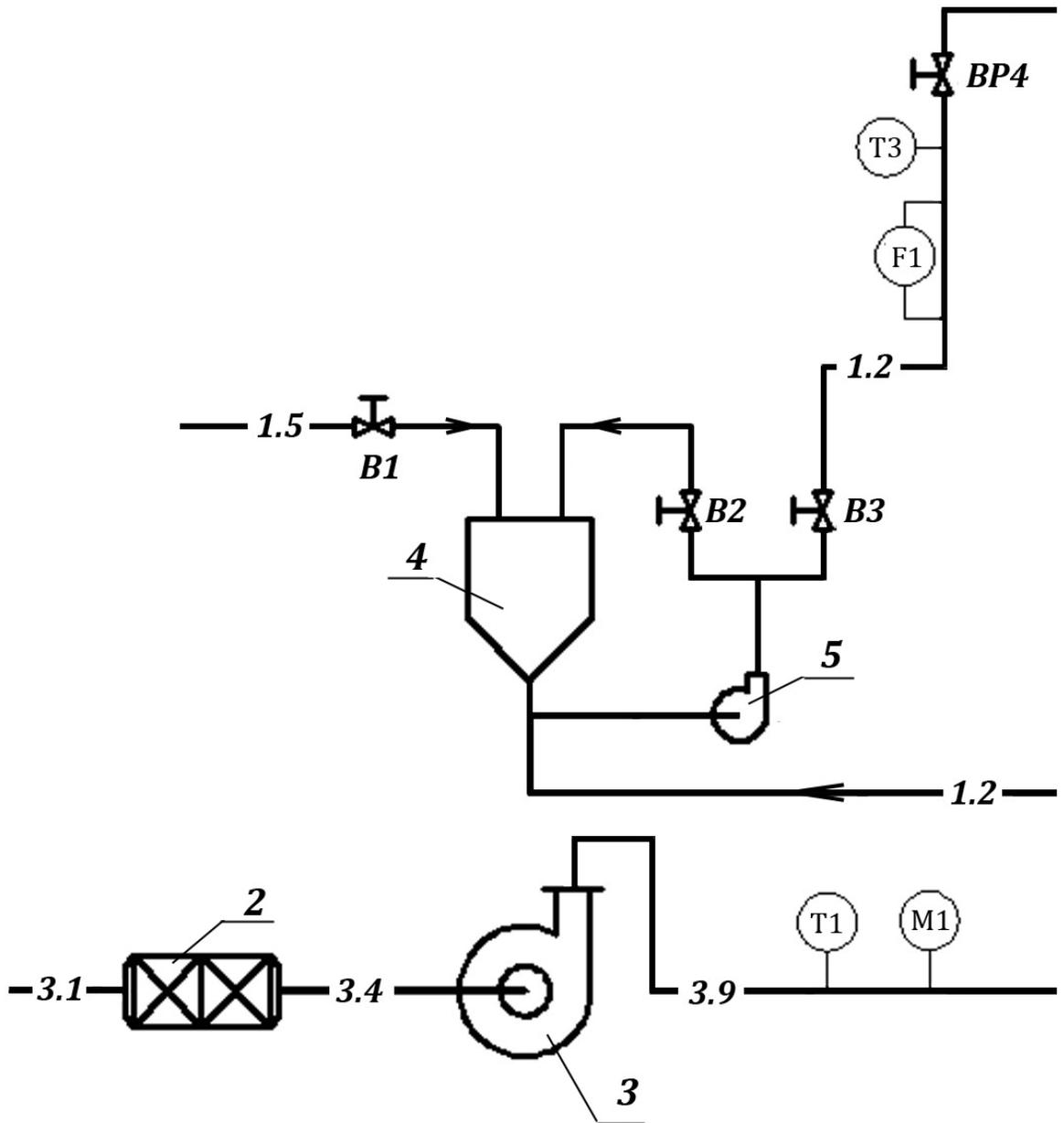
**Пример таблицы, отражающей статьи расходов
на проведение исследований**

№№ п/п	Наименование статьи расхода	Сумма
1	Затраты на проектирование экспериментальной установки, в том числе затраты на заработную плату отчисления на социальные нужды затраты на расходные материалы	30000 20000 6040 3960
2	Затраты на изготовление и монтаж экспериментальной ус- тановки, в том числе затраты на оборудование транспортные расходы на доставку оборудования затраты на услуги сторонних организаций затраты на заработную плату отчисления на социальные нужды	130000 80000 10000 13960 20000 6040
3	Затраты на проведение исследований, в том числе затраты на заработную плату отчисления на социальные нужды затраты на электроэнергию	55000 40000 12080 2920
Итого:		215000

Пример оформления основной надписи на чертеже

					185						
					120						
					<i>ВР-НГТУ-МХХТМО-000 ВО-ХХ</i>						
					<i>Колонна лабораторная Чертеж общего вида</i>	<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масшт.</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		у	4000	1:20			
<i>Разраб.</i>	<i>Мухин Н.Н.</i>					<i>Лист 1</i>		<i>Листов 2</i>			
<i>Проверил</i>	<i>Булкин А.И.</i>					<i>ДПИ НГТУ гр. МХХ-ТМО</i>					
<i>Т.контр.</i>					50						
<i>Н.контр.</i>	<i>Строгий З.Н.</i>										
<i>Утвердил</i>	<i>Грозный И.В.</i>										
55											

BP-HITV-MXXVMO-001T3-XX



Форма таблицы перечня элементов технологической схемы



Пример заполнения таблицы перечня элементов технологической схемы

<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примеч.</i>
1		<i>Колонна насадочная</i>	1	
2		<i>Калорифер</i>	1	
3		<i>Вентилятор</i>	1	
4		<i>Емкость</i>	1	
5		<i>Насос вихревой</i>	1	

**Таблица П.15. Цифровые обозначения трубопроводов
в зависимости от вида транспортируемого вещества**

Цифровые обозначения	Наименование транспортируемого вещества	Цифровые обозначения	Наименование транспортируемого вещества
1	Вода	4.7	окись углерода
1.1	питьевая	4.9	прочие виды горючих газов
1.2	техническая	4.0	отработанные горючие газы
1.3	горячая (водоснабжение)	5	Газы негорючие
1.4	горячая (отопление)	5.1	азот и газы его содержащие
1.5	питательная	5.3	хлор и газы его содержащие
1.8	конденсат	5.4	углекислый газ
1.9	прочие виды воды	5.5	инертные газы
1.0	отработанная, сточная	5.6	сернистый газ
2	Пар	5.9	прочие виды негорючих газов
2.1	низкого давления (до 2 кгс/см ²)	5.0	отработанные негорючие газы
2.2	насыщенный	6	Кислоты
2.3	перегретый	6.1	серная
2.4	отопление	6.2	соляная
2.5	влажный (соковый)	6.3	азотная
2.6	отборный	6.5	неорганические кислоты
2.8	вакуумный	6.6	органические кислоты
2.9	прочие виды пара	6.7	растворы кислых солей
2.0	отработанный	6.9	прочие кислые жидкости
3	Воздух	6.0	отработанные кислоты
3.1	атмосферный	7	Щелочи
3.2	кондиционированный	7.1	натриевые
3.3	циркуляционный	7.2	калийные
3.4	горячий	7.3	известковые
3.5	сжатый	7.4	известковая вода
3.6	пневмотранспорта	7.5	неорганические щелочи
3.7	кислород	7.6	органические щелочи
3.8	вакуум	7.9	прочие щелочные жидкости
3.9	прочие виды воздуха	7.10	отработанные щелочи
3.0	отработанный	8	Жидкости горючие
4	Газы горючие	8.1	жидкости категории А*
4.1	светильный	8.2	жидкости категории Б*
4.2	генераторный	8.3	жидкости категории В*
4.3	ацетилен	8.4	смазочные масла
4.4	аммиак	8.6	взрывоопасные жидкости
4.5	водород	8.9	прочие горючие жидкости
4.6	углеводороды	8.0	горючие стоки

Цифровые обозначения	Наименование транспортируемого вещества	Цифровые обозначения	Наименование транспортируемого вещества
9	Жидкости негорючие	0	Прочие вещества
9.1	жидкие пищевкусые продукты	0.1	порошкообразные материалы
9.2	водные растворы (нейтральные)	0.2	сыпучие материалы зернистые
9.3	прочие растворы (нейтральные)	0.3	смеси твердых материалов 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
9.9	прочие негорючие жидкости	0.0	отработанные твердые материалы
9.0	негорючие стоки (нейтральные)		

* Категория А – жидкости с температурой воспламенения до 28°С, категория Б – жидкости с температурой воспламенения от 28 до 120°, категория В – жидкости с температурой воспламенения свыше 120°С.

Пример заполнения перечня составных частей изделия
к чертежу общего вида

185					
	8	70	63	10	
15	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примеч.</i>
			<u>Заимствованные изделия</u>		
8 min	1		Пробка	1	
			<u>Покупные изделия</u>		
	2		Болт М8х14 ГОСТ 7805-70	4	
	3		Кольцо 075-080-25-2-4		
			ГОСТ 9833-73	1	
	4		Кольцо 108-112-25-2-4		
			ГОСТ 9833-73	2	
	5		Манжета 85х110		
			ГОСТ 14896-84	1	
	6		Масленка 1.1.Ц6		
			ГОСТ 19853-74	1	
			<u>Вновь разрабатываемые изделия</u>		
	7	ВР-НГТУ-МХХТМО-005	Корпус цилиндра	1	
	8	ВР-НГТУ-МХХТМО-006	Плунжер	1	
	9	ВР-НГТУ-МХХТМО-007	Крышка цилиндра	1	
	10	ВР-НГТУ-МХХТМО-008	Кольцо подманжетное	1	
	11	ВР-НГТУ-МХХТМО-009	Кольцо плунжера	1	
	12		Шайба	1	

Оформление таблицы штуцеров и люков на чертежах

Таблица штуцеров и люков

Обозначение	Назначение	Кол.	D _y , мм	P _y		Тип фланца	
				МПа	кгс/см ²		
А	Вход жидкой фазы	1	100	1,0	10	АТК 24.218.06-90	исп. 1, 2 (выступ-впадина)
Б	Выход кубового остатка	1	100	1,0	10		
В	Ввод пара	1	500	1,0	10		
Г	Выход пара	1	500	1,0	10		
Д	Воздушник	1	50	1,6	16		
Е1-4	Для указателя уровня	4	50	1,6	16		
Ж	Для манометра	1	50	2,5	25		
З1,2	Для термопары	3	50	2,5	25	ОСТ 26-2003-83 исп.1 (выступ-впадина)	
И1-4	Люк	2	500	1,0	10		
			10	15	15	15	40
			185				

**Оформление таблицы технической характеристики
на сборочных чертежах**

Техническая характеристика

Наименование			Корпус	Рубашка*
Давление, МПа	рабочее		0,1	0,4
	расчетное		0,2	0,4
	проб- ное	гидравлическое в верти- кальном положении	0,25	0,5
		гидравлическое в горизон- тальном положении	0,27	0,52
Расчетная температура стенки, °С			50	90
Характе- ристика рабочей среды	состав		суспен- зия ПВХ	пар
	температура, °С	минимальная	20	20
		максимальная	50	100
Срок службы, лет			10	
Число циклов нагружения за весь срок службы, не более			5000	
Внутренний объем, м ³			4	0,3
Масса, кг: в рабочем состоянии, при гидроиспытании			1000 6000	
Габаритные размеры, мм			2000x2300x3500	
			← 40...50 →	← 40...50* →
← 185 →				

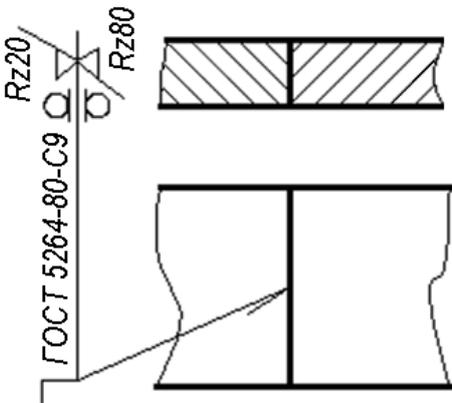
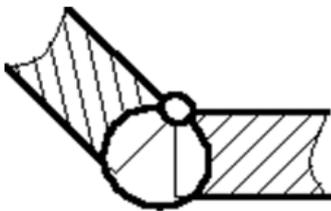
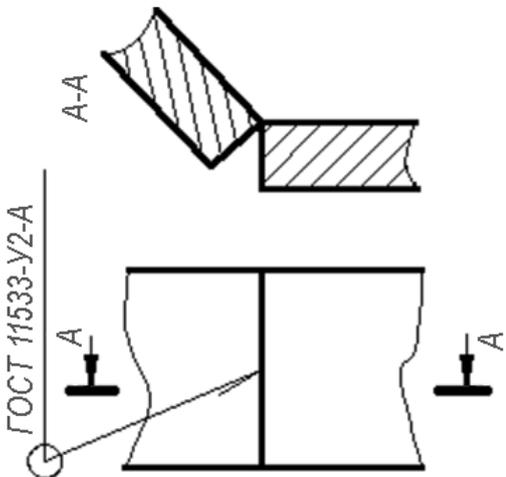
* Колонка «Рубашка» приводится только на сборочном чертеже аппарата с рубашкой, например реактора, ферментатора и т.д.

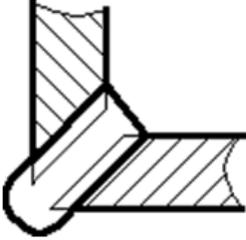
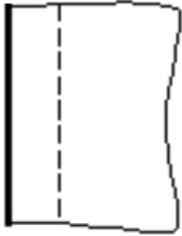
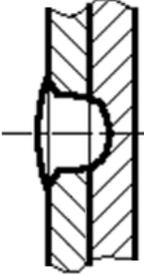
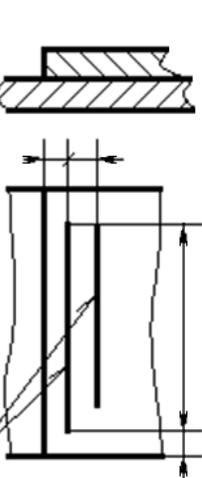
**Оформление технических требований к оборудованию
на сборочных чертежах**

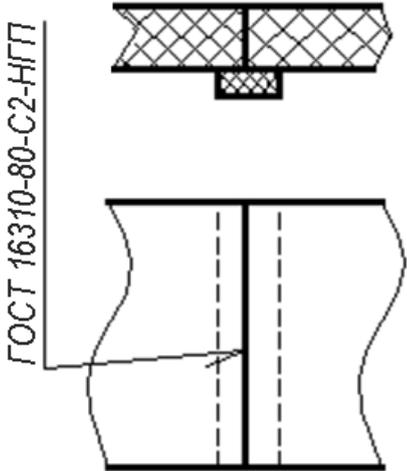
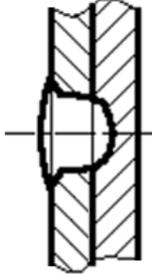
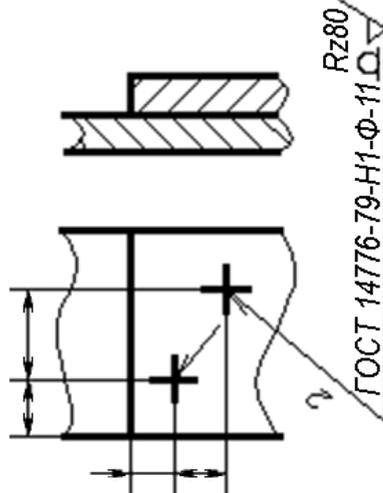
Технические требования

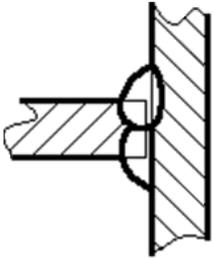
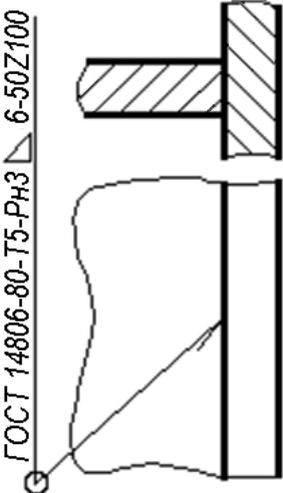
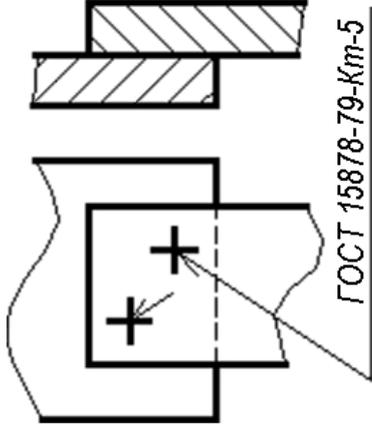
1. Действительное расположение штуцеров, люков и других устройств – см. вид сверху, разрезы и сечения.
2. Изготовление, испытание и приемку аппарата производить согласно ГОСТ Р 34347-2017 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия».
3. Аппарат поставляется в полностью собранном виде.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров по ГОСТ 30893.2-02 мк.
5. * Размеры для справок.
6. ** Диаметр вырезаемого отверстия уточнить по фактическому диаметру ввариваемого патрубка с учетом сварочного зазора.
7. Аппарат испытать гидравлическим давлением, указанным в технической характеристике.

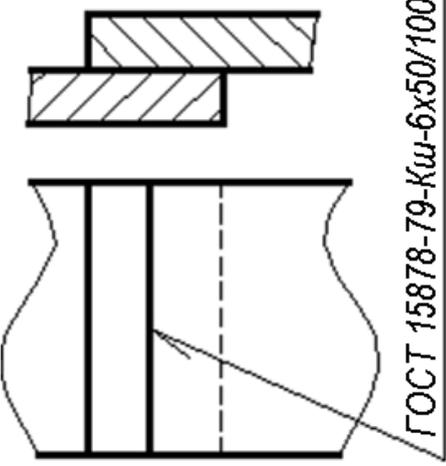
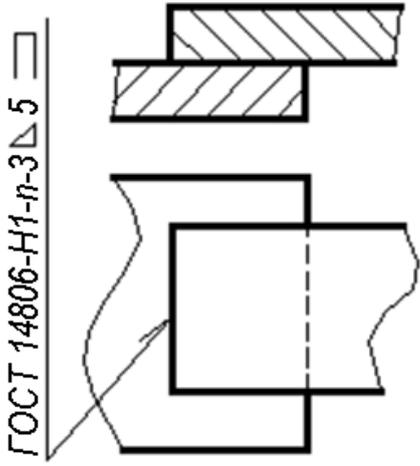
Таблица П.20. Примеры обозначений швов сварных соединений

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Обозначение шва на чертеже
<p>Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполняемый дуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости шва: с лицевой стороны – Rz 20 мкм; с оборотной стороны – Rz 80 мкм</p>		
<p>Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии</p>		

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Обозначение шва на чертеже
<p>Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 22 мм</p>		<p>ГОСТ 15164-78-У2-ШЭΔ 22</p> 
<p>Шов точечный, соединение внахлестку, выполнен дуговой сваркой в инертном газе плавящимся электродом. Расчетный диаметр точки 9 мм. Шаг 100 мм. Расположение точек шахматное. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 40 мкм</p>		<p>ГОСТ 14776-79-Н1-ИП-9Z100 $Rz40$</p> 

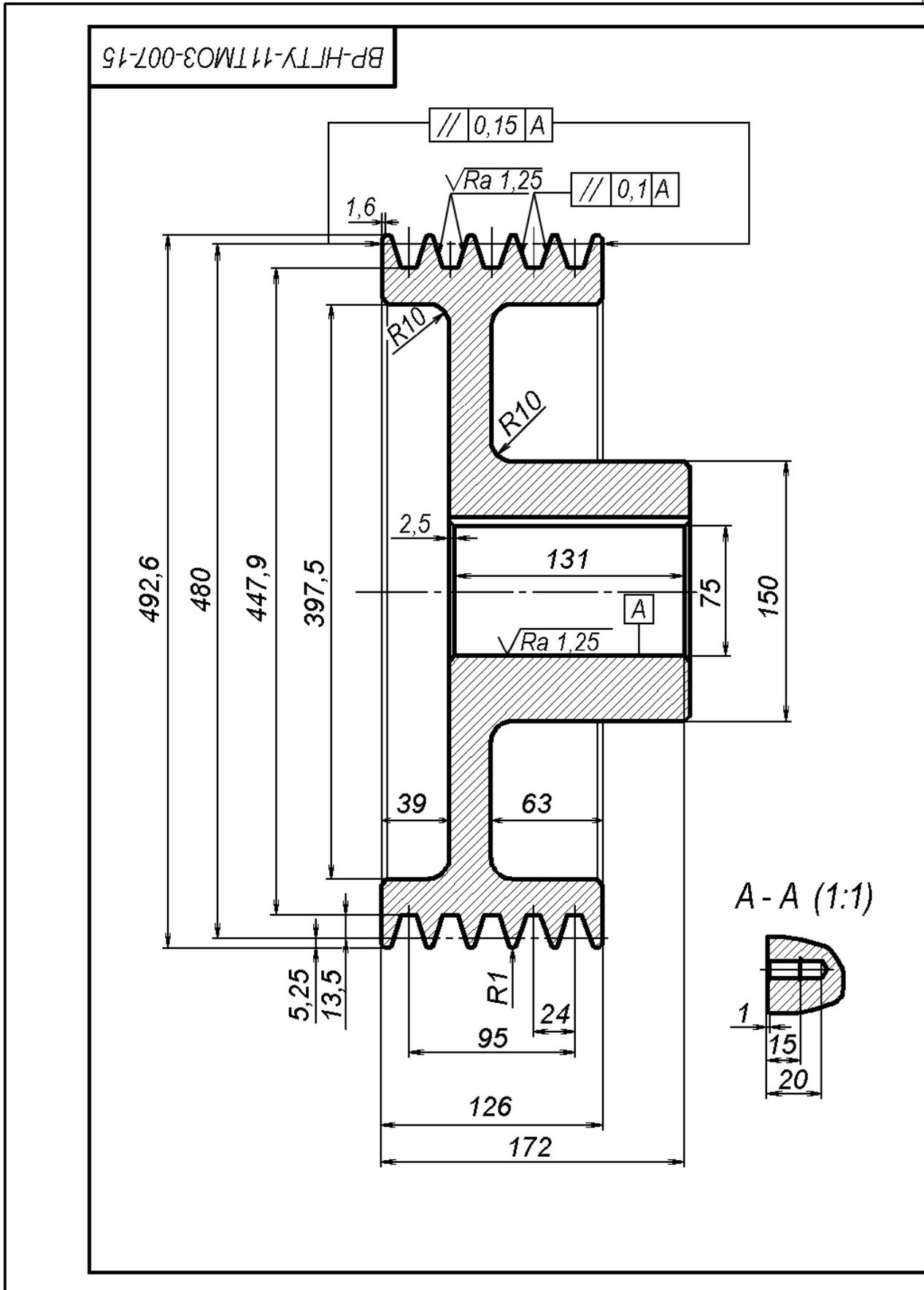
Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Обозначение шва на чертеже
<p>Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой</p>		 <p>ГОСТ 16310-80-С2-НГП</p>
<p>Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполненные дуговой сваркой под флюсом. Диаметр электрода 11мм. Усиление должно быть снято. Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz 80 мкм</p>		 <p>ГОСТ 14776-79-Н1-Ф-11Ω Rz80</p>

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Обозначение шва на чертеже
<p>Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний, прерывистый с шахматным расположением, выполняемый дуговой ручной сваркой в защитных газах неплавящимся металлическим электродом по замкнутой линии. Кадет шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм</p>		<p>ГОСТ 14806-80-Т5-РчЗ \triangle 6-50Z100</p> 
<p>Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр точки 5 мм</p>		 <p>ГОСТ 15878-79-Кт-5</p>

Характеристика шва	Форма поперечного сечения шва	Обозначение шва на чертеже
<p>Шов соединения внахлестку, прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой. Ширина шва 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм. Шаг 100 мм</p>		 <p>ГОСТ 15878-79-Кш-6х50/100</p>
<p>Шов соединения внахлестку, без скоса кромок, односторонний, выполняемый дуговой полуавтоматической сваркой в защитных газах плавящимся электродом. Шов по незамкнутой линии. Катет шва 5 мм</p>		 <p>ГОСТ 14806-Н1-п-3Δ 5</p>

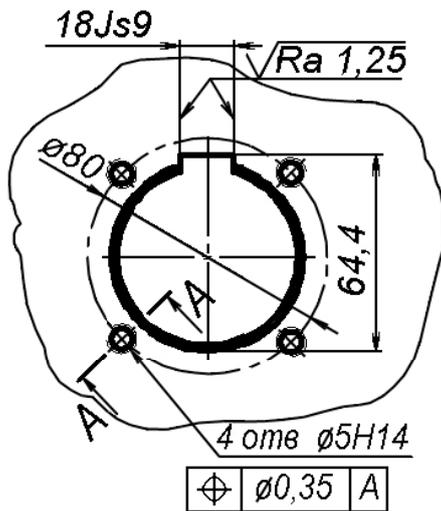
Пример заполнения спецификации к сборочному чертежу

6		6		8		70			63			10		22	
Форм	Зона	Поз.	Обозначение			Наименование			Кол.	Примеч.					
						<u>Документация</u>									
			ВР-НГТУ-МХХТМО-000 СБ-ХХ			Сборочный чертеж				А1					
						<u>Сборочные единицы</u>									
А2		1	ВР-НГТУ-МХХТМО-005 СБ-ХХ			Корпус			1						
А2		2	ВР-НГТУ-МХХТМО-006 СБ-ХХ			Крышка			1						
Б4		3				Привод			1						
Б4		4				Мешалка			1						
						<u>Детали</u>									
А3		5	ВР-НГТУ-МХХТМО-007-ХХ			Вал			1						
А4		6	ВР-НГТУ-МХХТМО-008-ХХ			Заглушка			1						
А4		7	ВР-НГТУ-МХХТМО-009-ХХ			Заглушка			1						
						Прокладки паронит ГОСТ 481-80									
Б4		8				Ø32×68×3			3	0,008 кг					
Б4		9				Ø32×78×3			2	0,009 кг					
Б4		10				Ø60×122×3			2	0,016 кг					
Б4		11				Ø78×122×3			1	0,02 кг					
Б4		12				Ø110×158×3			2	0,03 кг					
Б4		13				Ø400×435×5			1	0,15 кг					
Б4		14				Ø700×765×5			2	0,28 кг					
ВР-НГТУ-МХХТМО-000-ХХ															
Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата		Смеситель			Лит	Лист	Листов			
Разраб.		Мухин Н.Н.													
Проверил		Булкин А.И.													
Утвердил		Грозный В.И.								ДПИ НГТУ гр. МХХ-ТМО					



рабочего чертежа детали

$\sqrt{Ra 6,3}$ ($\sqrt{\quad}$)



1. * Размеры для справок
2. Точность отливки ГОСТ Р 53464-2009
3. Формовочные уклоны ГОСТ 3212-92
4. Общие допуски по ГОСТ 30893.2-02-МК
5. Неуказанные радиальное и торцевое биения относительно поверхности А не более 0,2 мм
6. Шкив статически балансировать

					ВР-НГТУ-11ТМОЗ-007-15			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шкив	Лист	Масса	Масшт.
Разраб.		Мухин Н.Н.				у	90	1:2,5
Провер.		Булкин А.И.				Лист 1	Листов 1	
Утв.		Грозный И.В.			СЧ15 ГОСТ1412-85		ДПИ НГТУ 11-ТМОЗ	

Пример оформления слайдов презентации

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
 (НГТУ)

ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
 Кафедра «Технологическое оборудование и транспортные системы»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРА

**«РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА И ИССЛЕДОВАНИЕ
 ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
 БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ ТЕПЛОМАССОБМЕННОЙ НАСАДКИ»**

Студент: Мухин Н.Н.
 Группа МХХ-ТМО

Руководитель: Булкин А.И.

Рис. П.24.1. Пример оформления титульного слайда

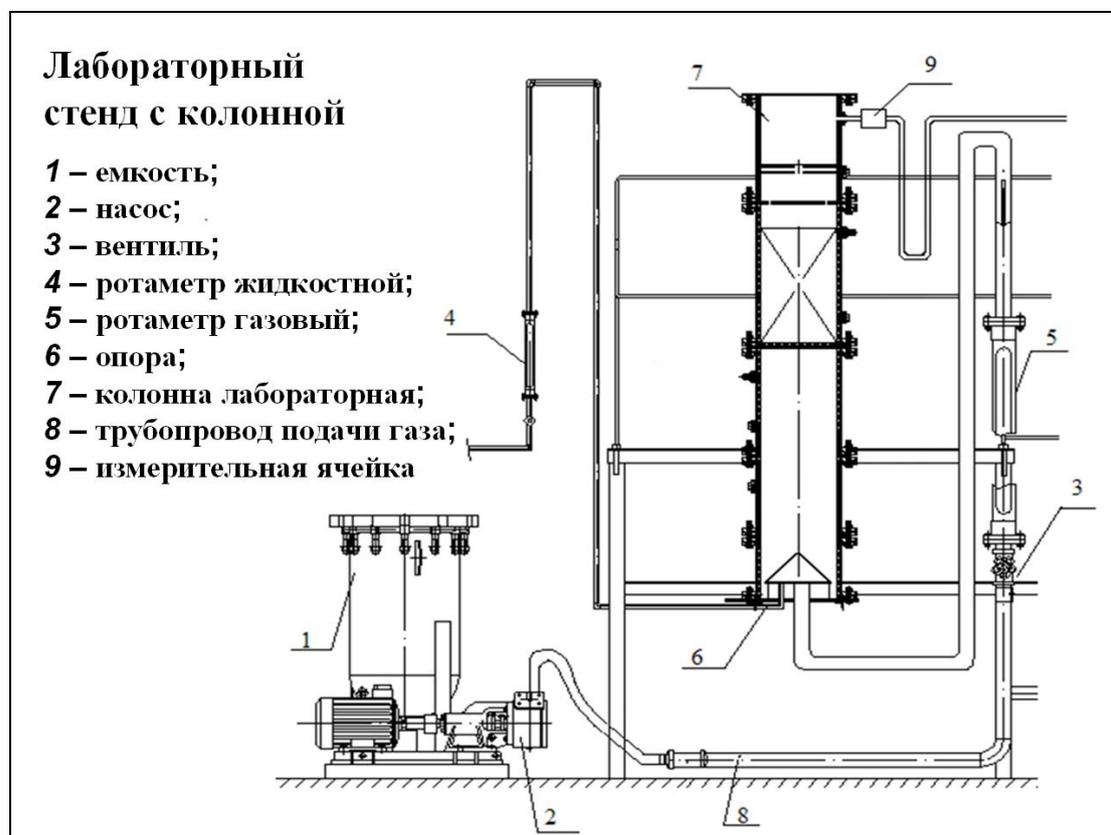


Рис. П.24.2. Пример оформления слайда с описанием лабораторного стенда



Рис. П.24.3. Пример оформления слайда с описанием лабораторной модели

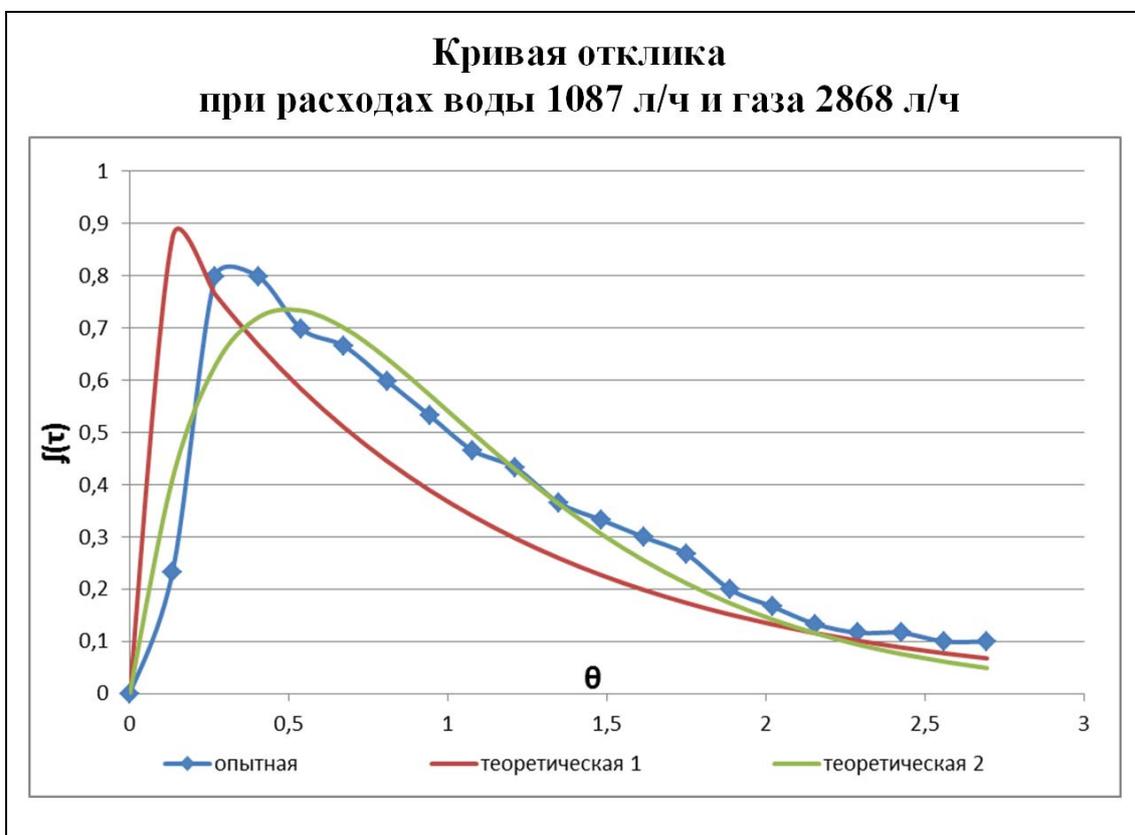


Рис. П.24.4. Пример оформления слайда с результатами исследований

**Пример оформления заявления на утверждение
темы ВКР и руководителя**

Утверждаю:
Зав. кафедрой ТОТС

Заведующему кафедрой ТОТС
Грозному И.В.
от студента группы МХХ-ТМО

Грозный И.В. Грозный
(подпись)

Мухина Н.Н.
(Ф.И.О.)

« 17 » мая 20XX г.

Заявление

Прошу утвердить тему моей выпускной квалификационной работы
в следующей редакции:

Разработка лабораторного стенда и исследование гидродинамических
характеристик блочно-модульной тепломассообменной насадки

В качестве руководителя прошу утвердить
Булкина А.И., канд. техн. наук, доцента каф. ТОТС

(фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, место работы и должность)

« 15 » мая 20XX г.

Мухин
(подпись)

Согласие руководителя ВКР

Булкин
(подпись)

« 16 » мая 20XX г.

Пример оформления графика подготовки ВКР

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
 (НГТУ)
 ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Технологическое оборудование и транспортные системы»

УТВЕРЖДАЮ
 Заведующий кафедрой ТОТС
Грозный В.И. Грозный
 «15» мая 20XX г.

ГРАФИК ПОДГОТОВКИ И ОФОРМЛЕНИЯ
 ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Студент: _____ Руководитель: _____
 Ф.И.О. Мухин Н.Н. Ф.И.О. Булкин А.И.
 Группа МХХ-ТМО Должность доцент
 Ученое звание доцент
 Ученая степень канд. технич. наук

Тема работы Разработка лабораторного стенда и исследование гидродинамических характеристик блочно-модульной теплообменной насадки

№	Этапы работы	Срок выполнения	Отметка о выполнении	
			Замечания руководителя	Подпись обучающегося
1	Подбор материала по теме ВКР, его изучение и обработка	20.05.XX	Замечаний нет <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
2.	Разработка и представление руководителю раздела «Характеристика вопроса по литературным и производственным данным. Обоснование актуальности исследования. Описание объекта исследования»	25.05.XX	Замечаний нет <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
3.	Разработка и представление руководителю раздела «Исследовательская часть. Общие требования к безопасности проведения исследований»	30.05.XX	Отставание от графика <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
4.	Разработка и представление руководителю раздела «Проектно-конструкторская часть. Рекомендации к практическому использованию результатов исследования»	5.06.XX	Отставание от графика <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
5	Разработка и представление руководителю раздела «Организационно-экономическая часть»	10.06.XX	Замечаний нет <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
6.	Согласование ВКР с консультантами по разделам «Общие требования к безопасности проведения исследований» и «Организационно-экономическая часть»	15.06.XX	Замечаний нет <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
7.	Подготовка и согласование с руководителем выводов и предложений	18.06.XX	Выполнено <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
8.	Проверка нормоконтролера	19.06.XX	Проверено <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
9.	Получение отзыва руководителя ВКР	20.06.XX	Выполнено <i>Булкин</i>	<i>Мухин</i>
10.	Представление ВКР заведующему кафедрой	22.06.XX	Представлено <i>Грозный</i>	<i>Мухин</i>

**Сидягин Андрей Ананьевич
Степыкин Антон Викторович
Косырев Владимир Михайлович**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.
РУКОВОДСТВО К ВЫПОЛНЕНИЮ
МАГИСТЕРСКОЙ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Редактор Е.А. Репникова
Компьютерная верстка А.А. Сидягин

Подписано в печать 06.05.2019. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,0. Тираж 50 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Типография НГТУ.

Адрес университета и полиграфического предприятия:

603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.