Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: ректор
Дата подписания: 03.07.2023 10:03:08
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова»

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Методические указания
для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Автоматизированное проектирование технологических процессов и производств», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование, профиль «Разработка и маркетинг технологического оборудования», а также преподавателей (научных руководителей)

Составители: А.С. Соколов, М.Г. Лагуткин, Е.Ю. Баранова

Текстовое электронное издание

Москва
2023

Разработаны в помощь студентам, выполняющим выпускную квалификационную работу (ВКР) бакалавра. Методические указания содержат требования к ВКР, рекомендации по организации подготовки, оформлению и защите ВКР.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Автоматизированное проектирование технологических процессов и производств», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование, профиль «Разработка и маркетинг технологического оборудования», а также преподавателей (научных руководителей).

Рецензент:
Ю.А. Таран, к.т.н., доцент РТУ МИРЭА

Рекомендованы к изданию на заседании
кафедры «Аппаратурное оформление
и автоматизация технологических производств
имени профессора М.Б. Генералова»
(протокол № 2 от 23.09.2022)

Разработано с помощью программного обеспечения
Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Системные требования: PC-совместимый процессор 1,3 ГГц и выше.
Оперативная память (RAM): 256 Мб. Необходимо на винчестере: 350 Мб.
Операционные системы: Windows, Mac OS. Видеосистема: разрешение экрана
1024x768. Дополнительные программные средства:
Adobe Acrobat Reader 9 и выше.

Издается в авторской редакции

Ответственный за выпуск *А.В. Куркова*
Компьютерная верстка: *Ю.С. Акульшина*
Подписано к использованию 29.05.2023
Объем издания 540 Кб. Заказ № 35

Издательство Московского Политеха
115280, Москва, Автозаводская, 16
www.mospolytech.ru; e-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru;
тел. (495) 276-33-67

Содержание

1. Общие положения 4
2. Требования к выпускной квалификационной работе бакалавра 5
3. Научное руководство и консультирование 6
4. Тематика выпускной квалификационной работы бакалавра 8
5. Задание на выпускную квалификационную работу бакалавра .. 9
6. Содержание и объем выпускной квалификационной работы бакалавра 10
   6.1. Расчетно-пояснительная записка 10
   6.2. Графическая часть 14
   6.3. Оформление расчетно-пояснительной записки 14
   6.4. Оформление графической части 17
7. Работа над выпускной квалификационной работой бакалавра 26
8. Порядок защиты выпускной квалификационной работы бакалавра 28

ПРИЛОЖЕНИЯ 29

Приложение 1 29
Приложение 2 30
Приложение 3 33
Приложение 4 34

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В соответствии с Приказом Минобрнауки России от 29.06.2015 № 636 (ред. от 27.03.2020) «Об утверждении Порядка проведения государственной аттестации по образовательным программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» защита выпускной квалификационной работы (ВКР) является обязательной составляющей государственных аттестационных испытаний.

Подготовка и защита выпускной квалификационной работы является завершающим этапом освоения основной образовательной программы высшего профессионального образования подготовки бакалавра.

Защита ВКР проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Результаты защиты являются основанием для принятия ГЭК решения о присвоении соответствующей степени (квалификации) бакалавра и выдачи диплома государственного образца.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА

Степень (квалификация) бакалавра – это академическая степень, отражающая образовательный уровень выпускника, свидетельствующая о наличии фундаментальной подготовки по соответствующему направлению, освоении начал специализации и выработке навыков выполнения исследовательских работ.

Выпускная квалификационная работа бакалавра должна представлять собой законченную разработку на заданную тему, написанную лично автором под руководством научного руководителя и привлекаемых в случае необходимости консультантов, свидетельствующую об умении автора работать с литературой, обобщать и анализировать фактический материал, используя теоретические знания и практические навыки, полученные при освоении основной образовательной программы, содержащую элементы научного исследования.

Выпускная квалификационная работа бакалавра должна иметь разделы, посвящённые описанию проблемы, обзору литературы, постановке задачи, характеристике предполагаемого автором решения с использованием математических методов и ЭВМ.

Выпускная квалификационная работа бакалавра может основываться на обобщении выполненных курсовых работ и проектов.

3. НАУЧНОЕ РУКОВОДСТВО И КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

Непосредственное руководство выпускной квалификационной работой бакалавра осуществляет научный руководитель.

Обязанности научного руководителя выпускной квалификационной работы заключается в следующем:

– практическая помощь студенту в выборе темы выпускной квалификационной работы и разработке плана её выполнения;

– оказание помощи в выборе методики проведения исследования;

– квалифицированные консультации по подбору литературы и фактического материала;

– систематический контроль за ходом выполнения работы в соответствии с разработанным планом;

– оценка качества выполнения работы в соответствии с предъявляемыми к ней требованиями (отзыв научного руководителя);

– проведение предзащиты работы с целью выявления готовности студента к защите.

Научными руководителями выпускных квалификационных работ могут быть профессора и доценты, штатные и совместители, имеющие учёную степень доктора или кандидата наук. Научный руководитель контролирует все стадии подготовки работы вплоть до её защиты.

Научный руководитель рекомендует необходимую литературу, справочные, статистические и архивные материалы, другие источники по теме; проводит систематические, предусмотренные расписанием, консультации, консультирует студента по содержанию и оформлению работы; оказывает помощь в сборе дополнительной информации; рассматривает по мере готовности отдельные разделы, оценивает содержание выполненной работы как по частям, так и в целом; информирует кафедру в случае несоблюдения студентом установленного графика; даёт согласие на представление работы к защите.

Консультантов назначают для руководства разделами выпускной квалификационной работы в тех случаях, когда тема-

тика работы носит межкафедральный или междисциплинарный характер.

Контроль за работой студента, проводимый научным руководителем, дополняется контролем со стороны кафедры и деканата.

После завершения студентом выпускной квалификационной работы научный руководитель даёт отзыв, в котором характеризует проведённую работу студента над выбранной темой и полученные результаты (образец отзыва требования к его оформлению приведены в приложении 1).

4. ТЕМАТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Тематика выпускной квалификационной работы бакалавра должна предусматривать разработку новых более совершенных и экономически эффективных машин и аппаратов или модернизацию действующего оборудования, необходимость которой диктуется требованиями научно-технического прогресса. Объектом разработки могут быть опытно-промышленные и лабораторные машины и аппараты, установки.

Тематика выпускной квалификационной работы бакалавра составляется с учетом будущей профессиональной деятельности студента (промышленное предприятие, научно-исследовательский или проектный институт) и определяется перед производственной практикой студентов. В ее разработке участвуют преподаватель кафедры – руководитель практики и непосредственно студент-практикант. По согласованию с кафедрой тема выпускной квалификационной работы может быть выдана организацией по месту прохождения практики.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполняется на основе материалов, собранных студентом во время прохождения производственной практики. При подборе материала по теме проекта во время практики студент руководствуется соответствующими программами, разработанными на кафедре.

5. ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА

Основанием для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра является задание на проектирование, которое выдается согласно приложению 2, подписывается руководителем и утверждается заведующим кафедрой.

В задании на выпускную квалификационную работу указывают: тематика работы, тип установки, аппарата или машины, производительность, характеристики исходного сырья, техническую характеристику, требования к целевому продукту и т.д.

В задании дается перечень обязательных графических и текстовых, конструкторских и технологических документов. В конце задания приводят список рекомендуемой литературы и методических разработок кафедры и указывают срок сдачи (защиты) выпускной квалификационной работы бакалавра.

6. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Выпускная квалификационная работа бакалавра состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка представляет собой совокупность всех текстовых документов (пояснительная записка, расчеты, ведомости и др.) и должна в краткой и четкой форме раскрывать содержание выпускной квалификационной работы бакалавра. Все расчеты выполняются с использованием прикладной программы MathCad. Все рисунки по тексту выполняются с помощью программ AutoCad, Word, Paint и т.п. Объем записки обычно составляет 30–50 страниц.

Графическая часть выполняется на листах формата А1 и должна давать полное представление о технологической схеме, назначении, конструкции и изготовлении разрабатываемых установок, машин или аппаратов и их основных частях. Объем графической части 5–6 листов (один лист – технологическая схема, 4–5 листов – чертежи общего вида машин, аппаратов или установок).

6.1. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка является документом, содержащим полные сведения о выполненной работе: описание технологического процесса, устройства (машины, аппарата); технологические, прочностные, гидравлические расчеты, результаты исследований и т.д.

Компоновка расчетно-пояснительной записки осуществляется в соответствии с заданием (приложение 2).

Рассмотрим примерное содержание разделов расчетно-пояснительной записки.

Титульный лист записки оформляется в соответствии с приложением 3.

Задание на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра (приложение 2) выдают студенту перед производственной практикой.

В *содержании* расчетно-пояснительной записки указывают наименования и обозначения документов, перечень разделов и подразделов записки с указанием номера страницы, на которой он начинается (приложение 4).

Во *введении* формулируют цель выпускной квалификационной работы, актуальность темы, связь выполненной работы с общими задачами развития промышленности. Приводят краткое описание всего технологического процесса, пути совершенствования оборудования с учетом последних достижений науки и техники.

Краткая техническая характеристика проектируемой установки, область ее применения. В этом разделе дают сравнительную оценку существующих технологических схем и обоснование схемы, принятой в проекте. Приводят подробное описание принятой технологической схемы с указанием основного оборудования, характеристики исходного сырья и готового продукта, параметры осуществления процесса (давление, скорость, температура, длительность и т.д.). Технологическую схему вставляют в записку как рисунок – уменьшенная копия схемы на листе из графической части проекта.

Технико-экономическое обоснование выбора технологического оборудования. Этот раздел посвящается оценке типов основного технологического оборудования, обеспечивающего осуществление данного технологического процесса. Приводятся данные об устройстве и принципе действия основного оборудования, дается технико-экономическое обоснование выбора того или иного технологического оборудования.

Технологические (функциональные), конструктивные и гидравлические расчёты_технологического оборудования. На данном этапе на основе исходных данных и заданной производительности составляют материальные и тепловые балансы и определяют размеры рабочих объемов, поверхностей и других основных параметров проектируемых машин и аппаратов. При этом устанавливают значения потерь, отходов, расходов тепла, электроэнергии, воды и вспомогательных материалов, необходимых для осуществления процесса. На основании результатов технологического расчета определяют конструктивные размеры проектируемого оборудования. Например, при проектировании теплообменного аппара-

та в результате технологического расчета получают его основной размер – поверхность теплообмена. Проводя конструктивный расчет, необходимо определить все конструктивные размеры теплообменника: диаметр корпуса, число ходов, диаметр и длину труб в трубных решетках, диаметр штуцеров и т.д.

Конструктивный расчет базируется на действующих нормах проектирования и предполагает использование в конструкции максимального количества нормализованных сборочных единиц и деталей, а также корректировку полученных результатов с параметрами, назначаемыми ГОСТами, нормалями, отраслевыми стандартами, правилами безопасности.

В данный раздел включаются расчеты по определению гидравлического сопротивления и подбору приводов.

При расчете мощности двигателя привода учитывают затраты на преодоление технологических сопротивлений, потери на трение, коэффициенты полезного действия. Выбор типа двигателя привода и определение его номинальной мощности производят с учетом режима работы машины и условий ее эксплуатации.

Выбор вспомогательного тяго-дутьевого оборудования (газодувки, вентиляторы, насосы и т.п.) осуществляют на основании гидравлических расчетов. При этом должно учитываться гидравлическое сопротивление не только самих аппаратов, но и технологических трубопроводов, задвижек, вентилей и т.п. Выбор вспомогательного оборудования и его приводов осуществляют из числа серийно выпускаемого с учетом обеспечения необходимого напора и расхода.

Выбор конструкционных материалов и расчёты на прочность технологического оборудования. Дается обоснование выбора конструкционных материалов в зависимости от свойств обрабатываемых сред. В данный раздел включают подразделы, посвященные расчетам на прочность, жесткость, устойчивость и надежность элементов, узлов и несущих конструкций. Прочностные расчеты выполняются для всех элементов машин и аппаратов, которые подвергаются воздействию нагрузок, и имеют своей целью определение напряжений в отдельных элементах, а также нахождение предельных нагрузок, деформаций отдельных частей.

Расчеты основных деталей и элементов, а также некоторых сборочных единиц выполняют по методикам, устанавливаемым

государственными и отраслевыми стандартами. В случае, если конструкция элемента, характер его работы или условие нагружения отличаются от указанных в нормативных документах, то студент должен самостоятельно составить расчетную схему и выполнить расчет.

В тех случаях, когда отдельные размеры элементов устанавливают конструктивно, выполняют проверочный расчет. Все результаты, полученные при проведении проверочных расчетов, сопоставляют с регламентированными значениями; при выходе за допустимые пределы производят корректировку размеров рассчитываемого элемента с тем, чтобы расчетный параметр принял допустимое значение.

Промышленная экология и безопасность проектируемого оборудования. Данный раздел посвящен оценки воздействия разрабатываемой установки (машины, аппарата) на окружающую среду. В разделе приводятся также меры по безопасной эксплуатации разрабатываемого оборудования.

Исследовательская часть. Данный раздел не является обязательным и выполняется по согласованию с научным руководителем в тех случаях, когда для обоснованного выбора технологического оборудования, его конструктивных и режимных параметров работы необходимо проведение экспериментальных исследований.

Библиографический список включает в себя все литературные источники (книги, учебники, статьи в журналах и сборниках, методические указания, авторефераты диссертаций, патенты, нормативно-техническую документацию и т.д.), на которые имеется ссылка в тексте. Литературные источники дают в той же последовательности, в которой они расположены в тексте записки. Для книг следует указать автора, название, место издания, издательство, год издания, общее количество страниц в книге, для журнальной литературы – автора, название статьи, название журнала, год и номер, а также страниц, для нормативной документации – номер и название документа.

Например:

1. Терновский И.Г., Кутепов А.М. Гидроциклонирование. – М.: Наука, 1994. – 350 с.

2. Баранов Д.А., Пронин А.И., Диков В.А., Иванов А.А., Колесова Н.А., Балахнин И.А., Лагуткин М.Г. Гидроциклоны для химических производств и установок очистки оборотных и сточных вод // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2007, № 7, с. 20–22.

3. ГОСТ 34233.2–2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек.

Приложения. В приложения выносят материалы (таблицы, графики и др.), которые используют при составлении записки, но без ущерба для понимания текста могут быть вынесены за его пределы, например таблицы расчета напряжений при условии, что эпюры напряжений приведены в соответствующем разделе, распечатки программ и т.д. В тексте делают ссылки на приложения.

6.2. Графическая часть

В графическую часть выпускной квалификационной бакалавра входят конструкторские и технологические документы (чертежи и схемы), дающие полное представление о принятых инженерных решениях.

Графическая часть должна включать в себя 4–5 конструкторских листа формата А1 и один лист технологической схемы. Графическая часть выполняется с использованием программ AutoCad или аналогичных ей. Графические документы не должны дублировать один и тот же материал. При наличии исследовательской части результаты исследований представляются на 1–2 плакатах.

6.3. Оформление расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна удовлетворять требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ Р 2.106–2019 «Текстовые документы». Все текстовые документы, схемы, графики, эскизы и таблицы выполняют на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210×297 мм). Допускается представлять таблицы или иллюстрации на листах формата не более А2 (420×594 мм). Записка должна быть выполнена на компьютере в текстовом редакторе Word с последующей распечаткой на принтере. Кегль устанавливают 14, меж-

строчный интервал – 1,5 строк. Текст размещается на листе в поле, отстоящим от края листа: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху – 15 мм, снизу – 20 мм.

Все листы расчетно-пояснительной записки имеют сквозную нумерацию, начиная с титульного листа. На титульном листе номер не ставят, на последующих страницах номер проставляют арабскими цифрами в правом верхнем углу.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей записки и обозначаются арабскими цифрами с точкой в конце. Титульный лист, задание, введение и заключение не нумеруются. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой, например, «2.3» (третий подраздел второго раздела).

Иллюстрации (кроме таблиц) обозначают словами «Рис.» Их нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Номер иллюстрации должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, далее должна следовать поясняющая подпись. Например, Рис. 2.3, то есть раздел 2, рисунок 3. Интегральная кривая распределения частиц по крупности.

Таблицы аналогично нумеруют последовательно арабскими цифрами в пределах подраздела. Надпись «Таблица» с указанием ее номера помещают в правом верхнем углу таблицы под соответствующим заголовком. Например, «Таблица 2.1» (первая таблица второго раздела).

Рисунки и таблицы могут располагаться как в тексте, так и выноситься на отдельные листы. В случае, когда таблица или рисунок располагается на отдельном листе, то он должен быть следующим после листа, на котором впервые встречается ссылка.

При оформлении записки обязательно сначала выписывают расчетную формулу в виде алгебраического выражения и указывают источник информации.

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Например, (2.1) – первая формула второго раздела. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они рас-

положены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. После расшифровки значения указывают размерность параметра в системе единиц СИ (Международная система физических величин, ГОСТ 8.417–2002), отделенную запятой. Первую строку начинают со слова «где» без двоеточия, например:

Толщину стенки обечайки корпуса аппарата определяем по формуле [номер ссылки на источник, страница]

$$S = \frac{PD}{2[\sigma]\varphi_p - P} + C,$$

где S – толщина стенки, м; P – расчетное давление в аппарате, МПа; D – внутренний диаметр аппарата, м; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение для материала корпуса аппарата при расчетной температуре, МПа; φ – коэффициент прочности продольного сварного шва; C – прибавка к расчетной толщине стенки, м.

Размерность одного и того же параметра в пределах всей расчетно-пояснительной записки должна быть одинаковой.

Все ссылки на литературные источники, из которых заимствованы данные, заключаются в квадратные скобки. Ссылка должна содержать порядковый номер источника и номер соответствующей страницы, например [6, с. 39]. Ссылки должны иметь все формулы и расчетные уравнения, физические константы и справочные данные. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте. Нумерация приложений сквозная в пределах всей записки. В верхнем правом углу страницы помещают надпись «Приложение» и его порядковый номер.

При использовании в расчетах существующих программ они приводятся в соответствующем разделе расчетно-пояснительной записки в виде описаний исходных данных и распечатки полученных результатов. Тексты программ, разрабатываемых студентом самостоятельно и используемых им при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра, должны быть приведены в приложении.

Расчетно-пояснительная записка брошюруется в папку-скоросшиватель.

6.4. Оформление графической части

Все документы, входящие в графическую часть выпускной квалификационной работы бакалавра, должны выполняться в строгом соответствии с требованиями ЕСКД, включающей комплекс установленных стандартов и нормативных документов. Все чертежи графической части должны соответствовать стадии разработки «Технический проект» по ГОСТ 2.102–68 и ГОСТ 2.103–68.

В общем случае графическая часть включает в себя чертежи общего вида (шифр ВО) – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия, а также технологическую схему.

Чертеж общего вида изделия должен содержать:

– изображение изделия с необходимыми видами, разрезами и сечениями (ГОСТ 2.305–2008);

– размеры: габаритные, установочные, присоединительные, конструктивные (ГОСТ 2.307–2008);

– указания о характере сопряжений и методе их осуществления;

– указания о способах соединений неразъемных частей (сварных, паяных и др.) (ГОСТ 2.312–72 и ГОСТ 2.313–72);

– в случае необходимости указания о твердости, шероховатости поверхности (ГОСТ 2.309–73), виде покрытий (ГОСТ 2.310–68) и другие технические данные для ответственных деталей;

– указания о расположении опор изделия, схему расположения и обозначения штуцеров, бобышек, люков и т.д.;

– текстовую часть (технические требования, технические характеристики, таблицу штуцеров и пр.) (ГОСТ 2.316–68);

– надписи с обозначением изображений, а также относящимся к отдельным элементам изделия (ГОСТ 2.316–68);

– таблицы с размерами и другими параметрами, условными обозначениями и т.д. (ГОСТ 2.316–68);

– линии выноски с порядковыми номерами (номерами позиций) составных частей изделия (согласно таблице составных частей) (ГОСТ 2.109–73);

– таблицу составных частей;

– основную надпись (ГОСТ 2.104–2006).

Количество видов, разрезов и сечений должно быть минимальным, но достаточным для понимания конструкции, устрой-

ства изделия, взаимодействия его отдельных частей, принципа работы, выполнения рабочей документации.

Виды, разрезы, сечения и выносные элементы обозначают прописными буквами русского алфавита. Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и пропусков, независимо от количества листов чертежа. В случае недостатка букв применяют цифровую индексацию, например, $А_1$. Если чертеж выполнен на нескольких листах, то в указаниях о дополнительном виде, разрезе приводится номер листа, где выполнено изображение. Над самим изображением указывается рядом с буквенным обозначением номер листа, где отмечен этот дополнительный вид или разрез. Например, А (лист2), А – А (лист1).

Технические требования в общем случае могут предъявляться:

– к материалам, заготовке, термической обработке, указаниям на возможность использования материалов-заменителей;

– к разрезам, предельным отклонениям размеров, формам и расположению поверхностей, массам отдельных деталей;

– к качеству поверхностей, отделке, покрытиям;

– к зазорам, расположению отдельных элементов конструкции;

– к настройке, регулировке;

– к бесшумности, виброустойчивости и т.д.;

– к маркировке и клеймению;

– к правилам транспортировки и хранения;

– к особым условиям эксплуатации.

В технических требованиях, в частности, указываются нормативные документы, в соответствии с которыми должны быть изготовлены, например, аппараты. В настоящее время действуют следующие основные нормативные документы, устанавливающие технические требования к сосудам (в ТР ТС 032/2013 отсутствует термин «аппарат», он заменен на «сосуд», хотя в других нормативных документах он по-прежнему фигурирует):

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 032/2013 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».

ГОСТ 34347–2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.

ГОСТ 31838–2012. Аппараты колонные. Технические требования.

ГОСТ 31842–2012. (ИСО 16812:2007) Нефтяная и газовая промышленность. Теплообменники кожухотрубчатые. Технические требования.

ГОСТ 55601–2013. Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решетках. Общие технические требования.

Техническая характеристика обычно содержит:

– характеристику показателей назначения (производительность, объем, максимальное усилие и т.д.);

– параметры, характеризующие функционирование установки (давление, температура, частота вращения и т.д.)

– мощность установленных приводов;

– габаритные размеры изделия.

Таблица штуцеров для аппаратного оборудования должна включать в себя назначение штуцеров, люков, патрубков для контрольно-измерительных приборов, их буквенное обозначение, количество, условный диаметр и условное давление.

Текстовую часть в виде технических требований и технической характеристики размещают обязательно на первом листе чертежа над таблицей составных частей. Между текстовой частью и таблицей составных частей не допускается помещать изображения, другие таблицы. Ширина текстовой части – 185 мм. Таблицу штуцеров располагают на свободном поле чертежа.

Все составные части изделия на чертеже обозначают номерами позиций, взятых из таблицы составных частей. Номера позиций наносятся на полки линий-выносок и должны располагаться вне контура чертежа. Их группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии и располагают параллельно одной из сторон рамки чертежа. Линии выноски не должны пересекаться между собой, быть параллельны линиям штриховки (при прохождении линии-выноски по заштрихованному полю) и по возможности не должны пересекать размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенный на полке номер позиции.

Разрешается в обоснованных случаях повторно указывать номер позиций одинаковых составных частей, выделяя их двойной полкой.

Допускается общая линия-выноска с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, а также для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, когда условия чертежа не позволяют подвести линию-выноску к каждой детали чертежа. В таких случаях полки линий-выносок должны размещаться колонкой и соединяться тонкой линией. Размер шрифта номеров позиций должен быть больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Наименование и обозначения составных частей указывают в таблице составных частей, размещаемой на чертеже общего вида или на отдельных листах формата А4 в качестве последующих чертежей общего вида. Таблицу составных частей располагают на первом листе чертежа общего вида над основной надписью. Запись составных частей изделия в таблицу осуществляют сверху вниз в следующей последовательности: вновь разрабатываемые, заимствованные, покупные изделия. Заголовки наименований указанных групп не подписывают, а отделяют группы друг от друга одной или несколькими строчками, свободными от записей.

В графе «Позиции» записывают номера позиций составных частей и материалов изделия, обозначенных на чертеже общего вида. В графе «Обозначение» указывают обозначение документа. В графе «Наименование» указывают наименование изделий. В графе «Дополнительные указания» записывают данные, которые могут понадобиться при разработке рабочей конструкторской документации.

Оформление графической части курсового проекта должно соответствовать требованиям, предъявляемым ЕСКД (единая система конструкторской документации) к техническому проекту – ГОСТ 2.120–2013 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Технический проект», на стадии которого выполняются чертежи общего вида. По ГОСТ 2.102–2013 **чертеж общего вида** – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Требования к оформлению чертежа общего вида приведены в ГОСТ 2.119–2013 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Эскизный проект» (на стадии «эскизный проект» так же выполняются чертежи общего вида).

Требования к основной надписи устанавливает ГОСТ 2.104–2006 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные надписи» (с Поправками) (см. рис. 1).

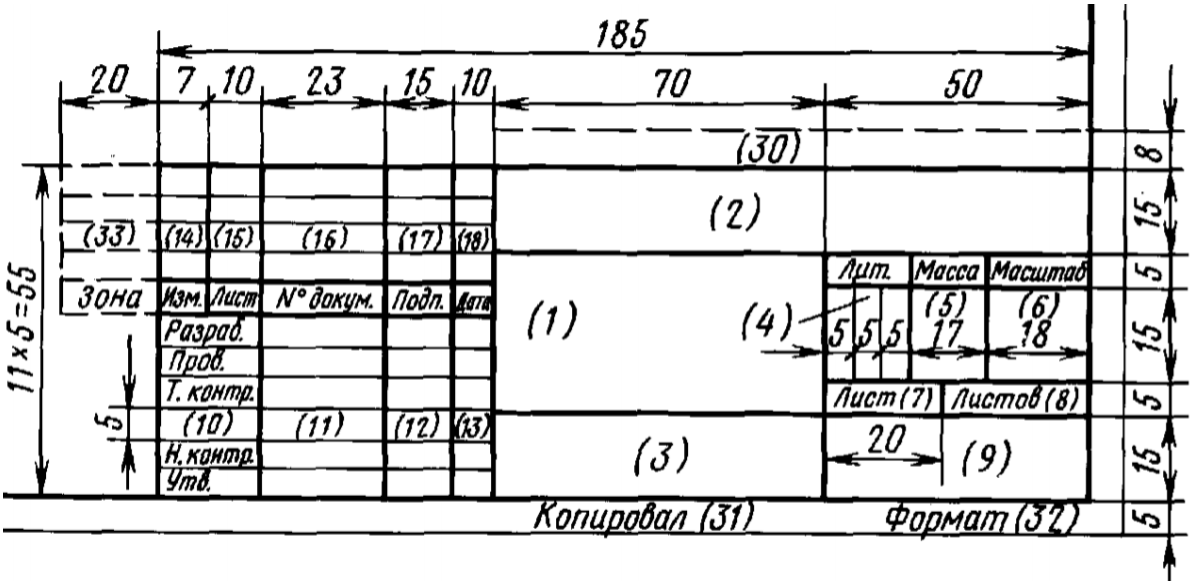


Рис. 1. Требования к основной надписи

В графе 1 указывается наименование изделия, в наименование изделия **не включают**, как правило, сведения о назначении изделия и его местоположении. Например, «Теплообменник», «Колонна ректификационная», «Схема выпарной установки».

В графе 2 – обозначение документа (графу пересекает размерная линия 50, **ее в графе 2 изображать не надо**). Присвоение обозначений должны осуществлять организации (ГОСТ 2.201–80). Для кафедры АОиАТП имени профессора М.Б. Генералова можно использовать следующее обозначение: АОиАТП 000001 (последняя цифра – сквозная нумерация листов проекта), ВО (чертёж общего вида), номер студенческой группы.

В графе 6 масштаб выбирается в соответствии с ГОСТ 2.302–68 таким образом, чтобы поле чертежа было заполнено графическим изображением и текстом не менее, чем на 75 %.

В графе 7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу **не заполняют**).

В графе 8 – общее количество листов документа (**указывают только на первом листе**)

В графе 9 – наименование или код организации, выпускающей документ: Мосполитех.

При выполнении **схем установок** следует руководствоваться:

ГОСТ 2.793–79 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств. Общие обозначения» (с Изменением). Здесь даются ссылки на ГОСТы по условным обозначениям колонных аппаратов, выпарных аппаратов и т.д.

ГОСТ 2.790–74 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические. **Аппараты колонные.**

Аппараты колонные тарельчатые (основные типы)» (см. рис. 2).

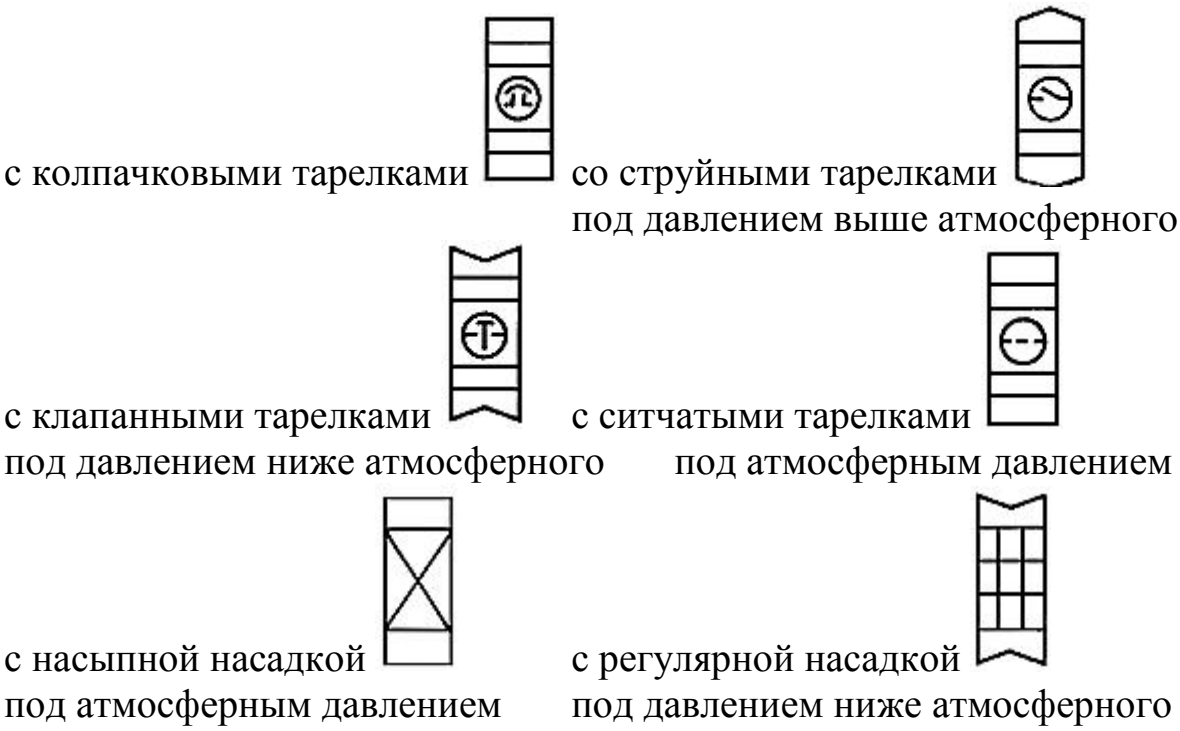
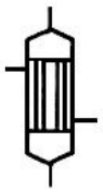
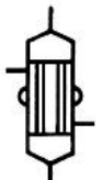


Рис. 2. Обозначения колонных аппаратов

ГОСТ 2.789–74 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические. Аппараты теплообменные» (см. табл. 1).

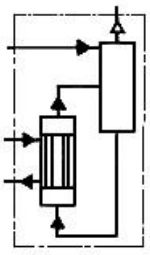
Таблица 1

Обозначения основных типов теплообменников

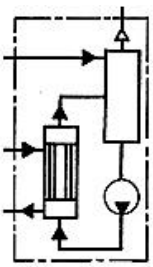
Наименование	Обозначение
1. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые:	
а) с неподвижными трубными решетками при давлении в трубах и межтрубном пространстве выше атмосферного	
б) с неподвижными трубными решетками при давлении в трубах выше, а в межтрубном пространстве ниже атмосферного	
в) с температурным компенсатором на кожухе при давлении в трубах и межтрубном пространстве выше атмосферного	

По ГОСТ 2.789–74 **нет различий в обозначениях** одноходового по трубному пространству и многоходового теплообменников.

ГОСТ 2.788–74 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические. **Аппараты выпарные»** (см. рис. 3).



выпарной аппарат с естественной циркуляцией и выносной тепловой камерой



выпарной аппарат с принудительной циркуляцией и выносной тепловой камерой

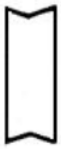
Рис. 3. Обозначения выпарных аппаратов

В условном обозначении выпарного аппарата с принудительной циркуляцией и выносной тепловой камерой в ГОСТ 2.788–74 **допущена опечатка**: вывод конденсата из межтрубного пространства указан ниже трубной решетки (должно быть, как у аппарата с естественной циркуляцией и выносной тепловой камерой).

В зависимости от давления корпусы выпарных аппаратов на схеме должны обозначаться по-разному, что показано в таблице 2.

Таблица 2

Обозначения корпусов выпарных аппаратов

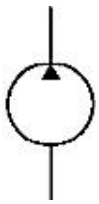
Наименование	Обозначение
1. Корпусы аппаратов:	
а) под атмосферным давлением	
б) с внутренним давлением выше атмосферного	
в) с внутренним давлением ниже атмосферного	

ГОСТ 2.780–96 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические. Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические» (см. рис. 4).

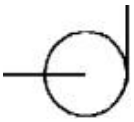
конденсатоотводчик 

Рис. 4. Обозначение конденсатоотводчика

ГОСТ 2.782–96 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические».



насос не регулируемый
с нереверсивным потоком



насос лопастной центробежный

Рис. 5. Обозначения насосов

ГОСТ 2.785–70 «Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная».

Наиболее часто применяемые обозначения вентилей и т.п. на схемах приведены в таблице 3 (более полная информация содержится в ГОСТ 2.785–70).

Таблица 3

Обозначения вентилей и клапанов

1. Вентиль (клапан) запорный:	
а) проходной	
б) угловой	
2. Вентиль (клапан) трехходовой	
3. Вентиль, клапан регулирующий:	
а) проходной	
б) угловой	
4. Клапан обратный (клапан невозвратный):	
а) проходной	
б) угловой	
Примечание: Движение рабочей среды через клапан должно быть направлено от белого треугольника к черному	
5. Клапан предохранительный:	
а) проходной	
б) угловой	

7. РАБОТА НАД ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТОЙ БАКАЛАВРА

Работа над выпускной квалификационной работой бакалавра должна начинаться с момента получения студентом задания на проектирование. В соответствии с заданием необходимо составить программу сбора материалов на предприятии и постараться полностью выполнить ее во время прохождения практики, так как впоследствии не будет полноценной возможности для устранения неясных вопросов по конструктивным особенностям и режимным характеристикам оборудования, технологии производства и т.д.

Приступая к детальной работе над выпускной квалификационной работе бакалавра необходимо систематизировать все собранные во время практики материалы и окончательно уточнить с руководителем содержание и объем проекта, а также график своей работы с указанием сроков выполнения отдельных разделов.

В процессе проектирования студент должен проявить максимум самостоятельности в решении всех вопросов, связанных с выполнением проекта. Руководитель не подменяет студента в поисках поставленных перед ним задач, которые должны быть решены им на современном научно-техническом уровне. Таким образом, за принятые в проекте решения и их правильность отвечает автор.

Законченную и оформленную в соответствии с указанными требованиями выпускную квалификационную работу бакалавра представляют научному руководителю, который дает отзыв на нее.

Отзыв научного руководителя. После получения окончательного варианта выпускной квалификационной работы научный руководитель составляет отзыв, в котором характеризует качество работы, отмечает положительные стороны, обращает внимание на недостатки, мотивирует возможность или нецелесообразность представления выпускной работы в ГЭК. В отзыве руководитель отмечает также степень соответствия требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавра, и рекомендует оценку по пятибалльной шкале. Образец

первой страницы отзыва и основные положения, которые должны быть в нём отражены, представлены в приложении 1.

Переплетённая выпускная квалификационная работа передаётся на рассмотрение заведующему кафедрой, который принимает решение о допуске работы к защите с резолюцией на титульном листе работы. В случае, если заведующий кафедрой, исходя из содержания, отзыва научного руководителя, не считает возможным допустить студента к защите выпускной квалификационной работы, вопрос об этом должен рассматриваться на заседании кафедры с участием научного руководителя и студента, на котором определяют необходимые изменения и новый срок защиты работы.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии.

Кроме членов комиссии на защите желательно присутствие научного руководителя.

8. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

Перед началом защиты председатель комиссии (или секретарь) сообщает тему работы, научного руководителя и студента (ФИО, группа).

Защита начинается с доклада студента по теме выпускной квалификационной работы бакалавра, продолжительностью до 10 минут.

Доклад следует начинать с названия темы, целях и задачах проектирования. Кратко излагается технологическая схема процесса, компоновка оборудования, его основные характеристики. Далее необходимо рассказать о конструкции и работе разрабатываемого оборудования. Особенно следует остановиться на тех новых разработках, выполненных студентом в ходе работы выпускной квалификационной работой бакалавра. Далее рассказ идет в соответствии с представленными чертежами.

После завершения доклада члены ГЭК задают студенту вопросы, непосредственно связанные с темой выпускной квалификационной работы и близко к ней относящиеся (отводится до 10 минут). При ответах на вопросы студент имеет право пользоваться своей работой.

После ознакомления с отзывом научного руководителя начинается обсуждение работы или дискуссия. В дискуссии могут принять участие как члены ГЭК, так и присутствующие заинтересованные лица.

По окончании дискуссии студенту предоставляется заключительное слово.

Оценка результатов защиты проходит на закрытом заседании ГЭК. В случае равного разделения голосов среди членов ГЭК окончательное решение принимает председатель комиссии (или заменяющий его заместитель председателя комиссии). После окончания заседания председатель ГЭК объявляет решение комиссии о присуждении степени бакалавра, включая оценку по пятибалльной шкале за защиту выпускной квалификационной работы, и зачитывает рекомендации в магистратуру (если таковые имеются).

Экземпляр выпускной квалификационной работы хранится в течение пяти лет на выпускающей кафедре.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец первой страницы отзыва научного руководителя

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на выпускную квалификационную работу

_____

ФИО студента, тема

Основной текст

Должность, учёная степень, учёное звание	Подпись	И.О. Фамилия

Памятка научному руководителю

В отзыве должно быть отражено:

- актуальность темы;
- степень решения поставленных задач;
- отношение студента к выполнению работы;
- умение студента пользоваться литературными источниками и самостоятельно излагать материал;
- способность студента к проведению исследований;
- возможность использования полученных результатов на практике, в учебном процессе;
- присвоение выпускнику соответствующей квалификации.

Приложение 2

Образец оформления задания на выпускную квалификационную работу

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии,
кафедра «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

по направлению подготовки бакалавра (указывается направление подготовки)

Тема _____

_____

_____

Студент _____

Группа Подпись И.О.Фамилия

Научный руководитель _____

Должность Учёное звание

Подпись И.О.Фамилия

Заведующий кафедрой _____

Учёное звание Подпись И.О.Фамилия

Дата _____

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Введение

Раздел 1 Краткая техническая характеристика проектируемой установки, область её применения

Раздел 2 Технико-экономическое обоснование выбора технологического оборудования

Раздел 3 Технологические (функциональные), конструктивные и гидравлические расчёты технологического оборудования

Раздел 4 Выбор конструкционных материалов и расчёты на прочность технологического оборудования

Раздел 5 Промышленная экология и безопасность проектируемого оборудования

Раздел 6 Исследовательская часть (по необходимости)

Заключение

Библиографический список

Приложения

Исходные данные:

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

- принципиальная технологическая схема установки -1 л.;
- чертежи общего вида основного технологического оборудования, входящего в технологическую схему 4–5 л;
- результаты исследований -1–2 плаката;

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

_____

_____

_____

_____

ПРИМЕЧАНИЕ: задание брошюруется вместе с текстом выпускной квалификационной работы после титульного листа.

Приложение 3

Образец оформления титульного листа выпускной квалификационной работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии,

кафедра «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по направлению подготовки бакалавра (указывается направление подготовки)

Тема _____

_____

_____

Студент _____

Группа Подпись И.О.Фамилия

Научный руководитель _____

Учёная степень Учёное звание

Подпись И.О.Фамилия

Работа допущена к защите,

заведующий кафедрой _____

Учёная степень Учёное звание Подпись

И.О.Фамилия

Москва – 202?

Приложение 4

Образец оформления содержания

Введение 00
Раздел 1. *Название раздела* 00
Раздел 2. *Название раздела* 00
Раздел 3. *Название раздела* 00
Раздел 4. *Название раздела* 00
Раздел 5. *Название раздела* 00
Заключение 00
Библиографический список 00
Приложения 00