

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Методические рекомендации для студентов специальности
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 621.91
ББК 34.63-5
Д77

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«23» февраля 2021 г., протокол № 10

Составители: С. Н. Хатетовский; А. М. Довгалев;
В. А. Логвин; Д. С. Галюжин; А. Э. Липский;
С. А. Сухоцкий; М. А. Рабыко

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Методические рекомендации к дипломному проектированию предназначены для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

Учебно-методическое издание

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 38 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

1 Общие положения	4
2 Тематика дипломного проектирования	4
3 Структура и объем дипломного проекта	5
4 Содержание дипломного проекта.....	6
4.1 Введение.....	6
4.2 Обзор литературных источников	6
4.3 Научно-исследовательская часть.....	7
4.4 Конструкторская часть.....	7
4.5 Технологическая часть	8
4.6 Организационно-экономическая часть	10
4.7 Охрана труда.....	11
4.8 Энерго- и ресурсосбережение.....	11
4.9 Заключение	11
5 Общие положения по выполнению текстовых документов	12
5.1 Построение документа.....	12
5.2 Оформление формул.....	14
5.3 Оформление иллюстраций и приложений.....	15
5.4 Построение таблиц.....	16
6 Оформление графического материала	17
6.1 Сборочные чертежи	19
6.2 Чертежи общего вида.....	19
6.3 Чертеж детали (инструмента)	19
6.4 Чертежи операционных эскизов	20
6.5 Обозначение чертежей.....	20
6.6 Спецификация	21
7 Технологическая документация	21
7.1 Маршрутная карта.....	21
7.2 Операционная карта.....	21
7.3 Карта эскизов.....	22
7.4 Карта контроля	22
7.5 Документация для операций, выполняемых на станках с ЧПУ	22
Список литературы	23

1 Общие положения

Выполнение дипломных проектов является заключительным этапом обучения студентов в высшем учебном заведении.

Цель дипломного проектирования: закрепление и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности и применение их для решения конкретных задач; формирование навыков ведения самостоятельной проектной или научно-исследовательской работы; приобретение навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими разработчиками или исследователями.

Тема дипломного проекта, как правило, тесно связана с предприятием, на котором студент проходит преддипломную практику, что отражается в отчете по практике, который прикладывается к дипломному проекту.

Автор дипломного проекта несет ответственность за защищаемые им конструкторские решения, технологические процессы, результаты научно-исследовательских работ, экономические расчеты, содержание и оформление пояснительной записки и графической части.

Дипломный проект проходит рецензирование на предприятии или в специализированном учебном или научном заведении. Рецензия специалиста прикладывается к дипломному проекту.

К дипломному проекту также прикладываются задание и отзыв руководителя.

Рекомендуется выполнять дипломный проект с внедрением результатов на предприятии. Внедрение должно быть подтверждено прикладываемыми к дипломному проекту актами.

Дипломный проект защищается студентом перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК). По уровню выполнения дипломного проекта и результатам его защиты делается заключение о возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

2 Тематика дипломного проектирования

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники.

Темы дипломных проектов и их руководители определяются выпускающими кафедрами и утверждаются приказом ректора.

Студент может предложить свою тему дипломного проекта. В этом случае он должен обратиться к заведующему кафедрой с письменным заявлением, в котором обосновывается целесообразность темы. При положительном решении вопроса тема дипломного проекта включается в перечень тем кафедры.

В зависимости от темы дипломный проект может быть конструкторско-технологическим или научно-исследовательским. Конструкторская часть предусматривает разработку отдельных узлов станка или его модернизацию;

проектирование специального режущего инструмента для обработки детали предприятия; технологическая – разработку выполняемых на станке технологических операций по обработке типовых деталей или по обработке деталей предприятия, совершенствование (в связи с модернизацией станка) базового технологического процесса по обработке детали предприятия; разработку выполняемой спроектированным режущим инструментом технологической операции по обработке детали предприятия с совершенствованием (в связи с разработкой нового режущего инструмента) базового технологического процесса по обработке детали. Альтернативно технологическая часть может предусматривать совершенствование технологического процесса изготовления режущего инструмента предприятия с разработкой участка инструментального цеха; в этом случае конструкторская – разработку специальных станочного и контрольного приспособлений для изготовления режущего инструмента.

Допускается выполнение комплексных тем.

3 Структура и объем дипломного проекта

Дипломный проект должен содержать пояснительную записку и графический материал.

Общими требованиями к пояснительной записке к дипломному проекту являются: четкость и логическая последовательность изложения материала; краткость формулировок, исключающих неоднозначность толкования. При этом она должна раскрывать творческий замысел, при необходимости быть проиллюстрирована фотографиями, графиками, диаграммами, схемами и т. п.

Пояснительная записка переплетается и сдается в стандартной папке для дипломных работ. Пояснительная записка к дипломному проекту должна включать титульный лист; задание; содержание; перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость); введение; обзор литературных источников; материалы, определенные заданием; заключение; список использованных источников; приложения.

Материалы, определенные заданием, оформляются в виде научно-исследовательской части (если дипломный проект является научно-исследовательским) или в виде конструкторской и технологической частей (если дипломный проект является конструкторско-технологическим).

Пояснительные записки конструкторских и технологических дипломных проектов также должны содержать организационно-экономическую часть, раздел охраны труда и раздел энерго- и ресурсосбережения. Пояснительная записка конструкторского и технологического дипломных проектов снабжается альбомом технологических карт, помещаемым перед приложениями.

Объем пояснительной записки, как правило, составляет 80–100 листов без учета альбома технологических карт и приложений.

Графический материал конструкторских и технологических дипломных проектов оформляется на 8 и более листах формата А1. Для научно-исследовательских дипломных проектов допускается 7 листов формата А1.

Содержание графического материала научно-исследовательских дипломных проектов определяется руководителем.

Примерный перечень листов графического материала дипломного проекта при разработке отдельных узлов станка или его модернизации:

- общий вид станка – один лист;
- патентные исследования (обязательный) – один лист;
- кинематическая схема станка – один лист;
- гидравлическая схема станка – один лист;
- пневматическая схема станка – один лист;
- чертежи узла станка (обязательный) – 1–2 листа;
- компьютерное моделирование узла станка – один лист;
- операционные эскизы (обязательный) – один лист;
- компьютерное моделирование технологической операции – один лист;
- технико-экономические показатели (обязательный) – один лист.

Примерный перечень листов графического материала дипломного проекта при проектировании специального режущего инструмента для обработки детали:

- чертеж режущего инструмента и заготовки (обязательный) – один лист;
- патентные исследования (обязательный) – один лист;
- компьютерное моделирование режущего инструмента – один лист;
- операционные эскизы (обязательный) – 1–2 листа;
- компьютерное моделирование технологической операции – один лист;
- чертеж специального станочного приспособления – один лист;
- чертеж специального мерительного приспособления – один лист;
- чертеж участка инструментального цеха – один лист;
- технико-экономические показатели (обязательный) – один лист.

При выполнении комплексных тем не допускается дублирование частей пояснительных записок и графического материала.

4 Содержание дипломного проекта

4.1 Введение

Во введении следует изложить цель и задачи работы, а также обосновать необходимость ее проведения.

4.2 Обзор литературных источников

Конечным результатом обзора должен явиться критический анализ рассмотренных решений с целью применения лучших из них в проектируемом объекте. Необходимо также провести патентные исследования.

4.3 Научно-исследовательская часть

Содержание научно-исследовательской части определяет руководитель.

В данном разделе могут быть освещены следующие вопросы: математическое моделирование, компьютерное моделирование, экспериментальные исследования и т. д.

4.4 Конструкторская часть

Конструкторская часть дипломного проекта при разработке отдельных узлов станка или его модернизации.

Исходными данными являются данные паспорта базового станка, данные технологических операций, выполняемых на станке, базовый технологический процесс изготовления детали предприятия с использованием станка.

Совершенствование конструкции узла станка имеет своей целью обеспечение технологического процесса, позволяющего повысить качество и/или производительность обработки детали на станке.

Основными направлениями совершенствования станка являются следующие.

Обеспечение наиболее полного использования возможностей современного режущего инструмента.

Возможности режущего инструмента, работающего с большими скоростями резания и с большими подачами, позволяющего повысить производительность труда, могут быть использованы только на быстроходных и мощных станках.

Сокращение затрат вспомогательного времени и автоматизация цикла обработки.

Когда возможности станка по работе с высокими скоростями резания и с высокими подачами обеспечиваются, перспективным направлением повышения производительности труда является модернизация станка, направленная на сокращение времени, затрачиваемого на вспомогательные операции.

Повышение точности станка.

Повышение точности станка, используемого для выполнения определенной операции при обработке детали, позволяет упростить базовый технологический процесс, что, в свою очередь, приводит к повышению производительности труда.

Целью кинематических расчетов является определение передаточных отношений кинематических цепей, связывающих двигателя с исполнительными механизмами (шпиндель, стол, суппорт и т. п.). Расчет производится любым из известных методов (аналитический, графоаналитический). Затем осуществляют подбор чисел зубьев, диаметров шкивов и т. п. и составляют формулы настройки соответствующих цепей.

Производят расчет элементов станка на прочность, жесткость, долговечность, точность, виброустойчивость и т. п. Расчету подвергаются узлы, механизмы и отдельные детали, представленные на листах графического материала.

Осуществляют также расчет размерных цепей.
Желательно выполнять компьютерное моделирование узла станка.

Конструкторская часть дипломного проекта при проектировании специального режущего инструмента для обработки детали.

В качестве исходных данных используются данные чертежа режущего инструмента предприятия и данные технологического процесса изготовления этого режущего инструмента. Альтернативно можно использовать в качестве исходных данных данные чертежа детали, которую необходимо обработать с помощью нового режущего инструмента, и данные технологического процесса изготовления детали.

В рассматриваемой части производится расчет геометрии режущего инструмента.

Альтернативно осуществляется проектирование и расчет специального станочного приспособления, предназначенного для изготовления режущего инструмента. Конструкция приспособления должна обеспечивать необходимую точность обработки, сокращение вспомогательного времени на установку и закрепление. Расчетная часть должна включать расчет необходимого усилия закрепления, прочностные расчеты отдельных элементов приспособления и расчет приспособления на точность. В качестве контрольно-измерительных приспособлений могут разрабатываться приспособления для окончательного контроля режущего инструмента или приспособления для контроля в процессе обработки. Осуществляется расчет контрольно-измерительного приспособления на точность.

4.5 Технологическая часть

Совершенствование технологического процесса изготовления режущего инструмента или детали, как правило, связано с совмещением операций и переходов, сокращением основного и вспомогательного времени и т. п.

При разработке технологического процесса обработки режущего инструмента необходимо осветить следующие вопросы.

Назначение и конструкция инструмента. Дается краткая характеристика инструмента, его назначение, приводятся конструктивные особенности. Рассматриваются особенности инструмента в отношении точности размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей.

Анализ технологичности конструкции инструмента. При анализе технологичности конструкции следует произвести оценку формы детали и ее элементов с точки зрения удобства и простоты обработки наиболее эффективными методами, особенности базирования, установки и закрепления.

Выбор и экономическое обоснование метода получения заготовки. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, определить величины припусков на обработку каждой поверхности. Предложить рациональный способ получения заготовки, подтвердив предложенный вариант технико-экономическими расчетами.

Анализ базового и обоснование принятого технологического процесса.

Проектирование нового технологического процесса начинается с анализа существующих технологических процессов, применяемого оборудования, станочных приспособлений, инструмента, средств механизации.

На основании проведенного анализа даются предложения по изменению существующего процесса. При описании техпроцесса необходимо обосновать набор баз.

При обосновании нового технологического процесса и выбора заготовки составляется маршрутный техпроцесс, в котором на каждой операции приводятся принятые металлорежущие станки, приспособления, режущие и мерительные инструменты. Данные маршрутного технологического процесса по каждой операции отображаются в пояснительной записке и составляются маршрутные карты по ГОСТ.

Расчет припусков на обработку. Расчет припусков аналитическим методом производится на две поверхности. На эти же поверхности строятся схемы расположения припусков и допусков. На остальные поверхности припуски выбираются по соответствующим справочным данным.

Межоперационные припуски, на которые не проводился аналитический расчет, устанавливаются также по справочникам.

Расчет режимов резания. Режимы резания рассчитываются для двух разнохарактерных операций по эмпирическим формулам теории резания.

На две другие операции режимы резания выбираются по нормативам, приводимым в технологических справочниках.

Техническое нормирование. Расчет технологических норм времени производится на всех операциях. Для двух разнохарактерных операций приводится подробный расчет основного времени, вспомогательного времени по элементам для каждого рабочего хода, а также времени организационного и технического обслуживания. Результаты расчетов сводятся в таблицу.

Расчет требуемого количества оборудования. Расчет количества оборудования на участке осуществляется по операциям для массового производства и по типам станков для серийного производства. Для участков составляется расчетная ведомость оборудования. Расчет количества станков производится по формулам. Определяется коэффициент загрузки станков и строятся график загрузки оборудования и график использования станков по основному времени.

Расчет необходимого количества рабочих. Определение числа производственных рабочих-станочников производится по расчетным нормам времени. Число станочников при многостаночной работе можно получить расчетом и составлением циклограмм одновременной работы на нескольких станках. Определение числа вспомогательных рабочих, служащих и ИТР производится после разработки планировки участка и организационно-технической части проекта.

Расчет производственной площади участка. Производственная площадь определяется предварительно в зависимости от размеров и количества станков по удельной площади, приходящейся на один станок; вспомогательная площадь и площадь обслуживающих помещений – по удельным показателям.

Уточнение площади участка производится после разработки планировки оборудования и общей компоновки участка.

Расчет необходимого количества транспортных средств. При выборе внутрицеховых транспортных средств (для доставки заготовок на рабочие места и для межоперационной транспортировки) следует учитывать тип производства, габаритные размеры и вес перевозимых изделий.

Планировка участка. В пояснительной записке должна быть описана общая компоновка цеха с указанием принципов компоновки участков, вспомогательных и бытовых помещений.

4.6 Организационно-экономическая часть

Организационно-экономическая часть дипломного проекта при разработке отдельных узлов станка или его модернизации.

Организационно-экономическая часть дипломного проекта обосновывает эффективность принятых технических решений и включает в себя организационную и экономическую части.

В организационной части рассматривается один из вопросов организации производства. Тема организационного вопроса выдается руководителем организационно-экономической части дипломного проекта.

К организационному вопросу предъявляются следующие требования: использование нескольких литературных источников, объем 3–5 страниц.

Экономическая часть содержит все необходимые технико-экономические расчеты и определение экономического эффекта от принятых технических решений.

В начале экономических расчетов следует указать основные отличия проектируемого варианта от базового, а затем рассчитать экономическую эффективность принятых в проекте решений.

Результатом расчета являются технико-экономические показатели проекта, которые представляются на защите в виде итоговой таблицы.

Организационно-экономическая часть дипломного проекта при проектировании специального режущего инструмента для обработки детали.

Организационно-экономическая часть дипломного проекта обосновывает эффективность принятых технических решений и включает в себя определение экономического эффекта проектируемой (новой) технологии режущего инструмента, а также расчет основных технико-экономических показателей участка инструментального цеха по производству режущего инструмента.

В начале экономических расчетов следует указать главные отличия проектируемого варианта от базового, а затем рассчитать экономическую эффективность принятых в проекте решений.

Результатом расчета являются технико-экономические показатели проекта, которые представляются на защите в виде итоговой таблицы.

4.7 Охрана труда

Дипломный проект при разработке отдельных узлов станка или его модернизации.

В этом разделе излагаются конкретные мероприятия, отвечающие специфическим условиям осуществления безопасной эксплуатации спроектированного оборудования в соответствии с правилами и нормами техники безопасности организации. Выявляются опасные факторы и приводятся мероприятия по их устранению. Рассматриваются мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Дипломный проект при проектировании специального режущего инструмента для обработки детали. В этом разделе излагаются конкретные мероприятия, отвечающие специфическим условиям осуществления технологического процесса согласно плану расположения оборудования на участке. Учитываются правила размещения и эксплуатации металлорежущих станков, подъемно-транспортных устройств, внутрицехового и межоперационного транспорта, обеспечивающих безопасность перемещения работающих и транспортирование заготовок и готовых изделий. Описываются конкретные меры, предусматривающие предупреждение несчастных случаев при выполнении технологических операций.

Освещаются вопросы противопожарной профилактики для проектируемого участка. Обосновываются достаточность проходов и выходов для эвакуации работающих при возникновении пожаров и перечень необходимых средств пожаротушения.

4.8 Энерго- и ресурсосбережение

В данном разделе излагаются конкретные мероприятия, принятые при выполнении дипломного проекта, направленные на ресурсо- и энергосбережение.

4.9 Заключение

Раздел должен содержать главные выводы и рекомендации, которые можно сделать на основании всего проекта. Необходимо отразить отличие проектируемого проекта от заводского, применение новых технологических методов обработки, оборудования и оснастки при осуществлении проектируемого технологического процесса. Для оценки эффективности нового производства выводится система технико-экономических показателей, включающих абсолютные и относительные показатели.

5 Общие положения по выполнению текстовых документов

Текстовые документы выполняются по ГОСТ 2.105–95.

Текстовые документы подразделяют на документы, содержащие, в основном, сплошной текст (технические условия, паспорта, расчеты, пояснительные записки, инструкции и т. п.), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, ведомости, таблицы и т. п.).

Текстовые документы выполняют на формах, установленных соответствующими стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Системы проектной документации для строительства (СПДС).

Подлинники текстовых документов выполняют одним из следующих способов:

- принтерными устройствами ЭВМ, при этом должны соблюдаться требования ГОСТ 13.1.002. Шрифт – высотой не менее 2,5 мм, только **черного цвета**;

- рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304–68 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко черной тушью;

- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004–88).

Вписывать в текстовые документы, изготовленные с помощью принтерных устройств ЭВМ, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черным цветом, пастой или тушью.

Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк – не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам принтерных устройств ЭВМ (15...17 мм).

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения документа, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) принтерными устройствами ЭВМ или черными чернилами рукописным способом.

5.1 Построение документа

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Листы документа нумеруют в пределах всего документа: лист 1 – титульный лист; лист 2 – задание на курсовой или дипломный проект; лист 3 – содержание, которое печатается на листах с основной надписью по форме 2 ГОСТ 2.104–68.

Слово «Содержание» записывается в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы; наименования, включенные в содержание, – строчными буквами, начиная с прописной.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа (часть, книги), обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа; подразделы – нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Если документ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела и номер пункта состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

- 1 Типы и основные размеры
 - 1.1
 - 1.2 Нумерация пунктов первого раздела документа
 - 1.3

- 2 Технические требования
 - 2.1
 - 2.2 Нумерация пунктов второго раздела документа
 - 2.3

Если документ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

- 3 Методы испытаний
 - 3.1 Оборудование, инструменты и приборы
 - 3.1.1
 - 3.1.2 Нумерация пунктов первого подраздела третьего раз-
дела документа
 - 3.1.3

 - 3.2 Подготовка к испытанию
 - 3.2.1
 - 3.2.2 Нумерация пунктов второго подраздела третьего раз-
дела документа
 - 3.2.3

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов. Их следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении документа для принтерных устройств ЭВМ должно быть равно 3,4 интервалам, при рукописном способе – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала, при рукописном способе – 8 мм.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

В конце текстового документа допускается приводить список источников, которые были использованы при его составлении. Выполнение списка и ссылки на него в тексте – по ГОСТ 7.1–2003. Список использованных источников включают в содержание документа.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в его состав, должна быть сквозная.

5.2 Оформление формул

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. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример – Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m – масса образца, кг;

V – объем образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×».

В документах, издаваемых нетипографским способом, формулы могут быть выполнены принтерными устройствами ЭВМ, машинным способом или чертежным шрифтом высотой не менее 2,5 мм. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу обозначают – (1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, ... в формуле (1).

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

5.3 Оформление иллюстраций и приложений

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например – Рисунок А.3 (приложение А).

Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например – Рисунок 1.1.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Детали прибора.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на ней должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций.

Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

Приложения могут быть обязательными и информационными.

Информационные приложения могут быть рекомендуемого или справочного характера.

В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

Приложения, выпускаемые в виде самостоятельного документа, оформляют по общим правилам: первый лист с основной надписью – по форме 2, последующие листы – по форме 2а по ГОСТ 2.104, ГОСТ 21.1101.

5.4 Построение таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Его следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой ее частью.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 1.

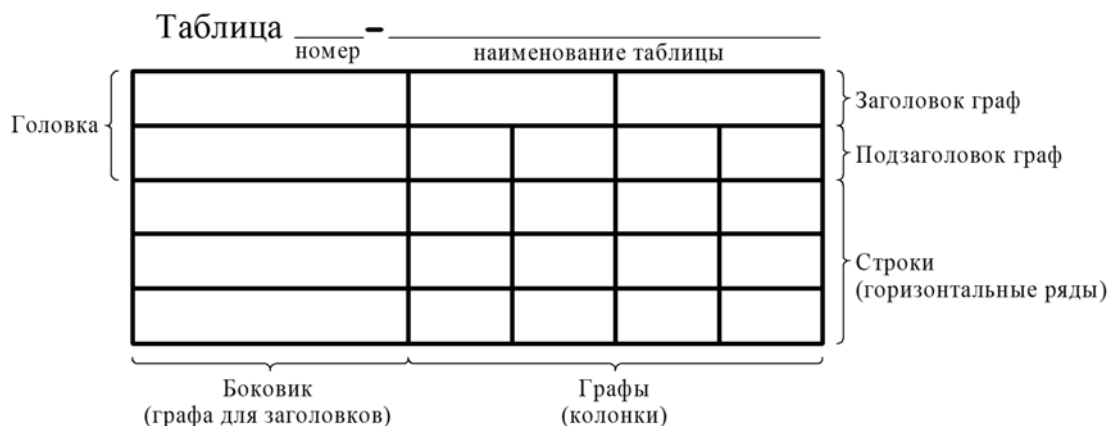


Рисунок 1 – Оформление таблицы

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной, если имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении к документу.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

На следующей странице делают надпись «Продолжение таблицы ...» и размещают продолжение таблицы, включая ее головку.

6 Оформление графического материала

Графический материал выполняется карандашом, тушью или при помощи графических устройств вывода ЭВМ на чертежной бумаге основных и вспомогательных форматов по ГОСТ 2.301–68 *Форматы*.

Масштабы выбираются в соответствии с ГОСТ 2.302–68 *Масштабы*.

Наименование, начертание, толщина линий по отношению к основной линии должны соответствовать ГОСТ 2.302–68 *Линии*.

Толщина сплошной основной линии S должна быть в пределах от 0,6 до 1,5 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

Шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы, должны соответствовать ГОСТ 2.304–68 *Шрифты чертежные*.

Правила изображения предметов (изделий) и их составных элементов на чертежах определяются ГОСТ 2.305–68 *Изображения – виды, разрезы*.

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других технических документах определяются в соответствии с ГОСТ 2.307–68 *Нанесение размеров и предельных отклонений*.

Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей выполняется по ГОСТ 2.308–68.

Обозначение шероховатости поверхности выполняется в соответствии с ИУС № 3 к ГОСТ 2.309–73 *Обозначение шероховатостей поверхности*.

Высота h (рисунок 2) должна быть приблизительно равна применяемой на чертежах высоте цифр размерных чисел.

Высота H равна $(1,5 \dots 3) h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии, принимаемой на чертеже.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть обработана удалением слоя металла, например, точением, фрезерованием и т. п., применяют знак $\sqrt{\quad}$.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят (рисунок 3).



Рисунок 2 – Обозначение шероховатости поверхности

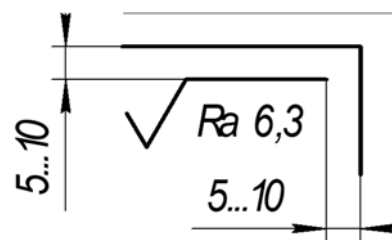


Рисунок 3 – Обозначение шероховатости поверхности

Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости в правом верхнем углу чертежа должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении.

При указании одинаковой шероховатости для части поверхности изделия в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение ($\sqrt{\quad}$). Размеры знака $\sqrt{\quad}$, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изделии (рисунок 4).

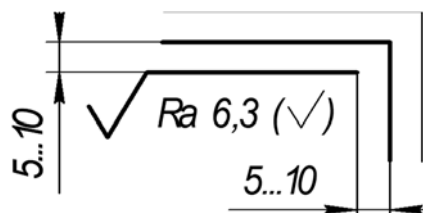


Рисунок 4 – Обозначение шероховатости поверхности

ГОСТ 2.310–68 *Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.*

ГОСТ 2.316–68 *Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.*

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В подписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от оси какой-либо линии, заканчивают точкой.

Линии-выноски не должны пересекаться между собой, быть непараллельными линиями штриховки и не пересекать размерные линии и элементы изображений, к которым не относится помещенная на поле надпись.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью на расстоянии 10 мм.

Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т. д.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования в последовательности, установленной ГОСТ 2.316–68.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию, записываемую с правой строки шириной не более 185 мм.

Заголовок «Технические требования» не пишут.

В случае, если необходимо указать техническую характеристику изделия, ее размещают отдельно от технических требований с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа с подзаголовком «Техническая характеристика», при этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений), поверхностей, размеров и других элементов изделия применяют прописные буквы

русского алфавита.

Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в 2 раза.

Пример – А–А (1:1), Б (5:1), А–А (1:2) ©.

ГОСТ 2.109–73 *Основные требования к чертежам.*

6.1 Сборочные чертежи

На сборочном чертеже должны быть обязательно указаны:

- изображение сборочной единицы;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия;
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- технические требования.

На сборочном чертеже все составные части сборной единицы нумеруются. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, которые располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения.

На сборочные чертежи, как правило, составляется спецификация.

6.2 Чертежи общего вида

Количество видов на чертеже общего вида должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы дать исчерпывающие представления о внешних очертаниях изделия, о положении его выступающих частей.

Изображение изделия выполняется сплошными основными линиями, а очертания перемещающихся частей в крайних положениях – штрихпунктирными тонкими.

На чертеже общего вида указываются позиции составных частей и техническая характеристика. Составляется ведомость технического проекта.

6.3 Чертеж детали (инструмента)

На чертеже детали указывают необходимые данные для ее изготовления и контроля, материал.

Часто возникает необходимость выполнения чертежа заготовки.

Чертеж заготовки разрабатывается на основании чертежа готовой детали с учетом припусков, допусков и напусков в том масштабе, который принят для изображения детали. Чертеж заготовки выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 7505, ГОСТ 7829, ГОСТ 2.423.

На поковку и штамповку чертежи выполняются отдельно от чертежа детали. Чертеж отливки допускается совмещать с чертежом детали. Совместный чертеж выполняется в том случае, когда в качестве заготовки используется прокат, труба и т. п.

На чертеже заготовки должны быть указаны технические требования. В случае совмещения чертежей детали и заготовки, технические требования пишутся отдельно (первыми указываются технические требования для заготовки).

6.4 Чертежи операционных эскизов

Для выполнения эскизов рабочее поле формата А1 делится на четыре равные части тонкими линиями. В каждом получившемся формате вычерчивается эскиз одной операции. В левом верхнем углу записывается номер и наименование операции (рисунок 5).

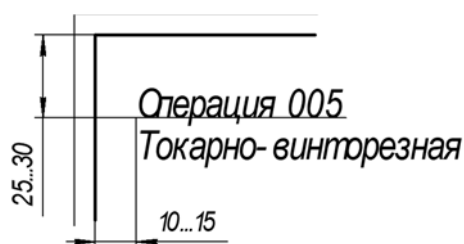


Рисунок 5 – Поля чертежа операционного эскиза

В правом нижнем углу размещается таблица с режимами резания.

При изображении операции, которая выполняется на многошпиндельных станках, количество форматов, на которые делится формат А1, равно количеству позиций, включая загрузочную позицию.

Деталь на эскизах изображается в рабочем положении, закрепленной в приспособлении. Приспособление чертится в разрезе.

Мерный инструмент (сверла, зенкеры, развертки, метчики, внутренние протяжки и т. п.) показывается в начальном положении до обработки, остальные инструменты – в конечном.

На эскизах должны быть указаны:

- шероховатость обработанных поверхностей;
- размеры обрабатываемых поверхностей с предельными отклонениями;
- допуски формы и взаимного расположения;
- направление движения инструмента и детали с буквенными обозначениями (D_r – главное движение резания, D_s – движение подачи, D_v – вспомогательное движение).

6.5 Обозначение чертежей

В общем случае обозначение чертежа должно содержать следующую информацию (рисунок 6).

6.6 Спецификация

Заполнение спецификации должно соответствовать ГОСТ 2.108–68.

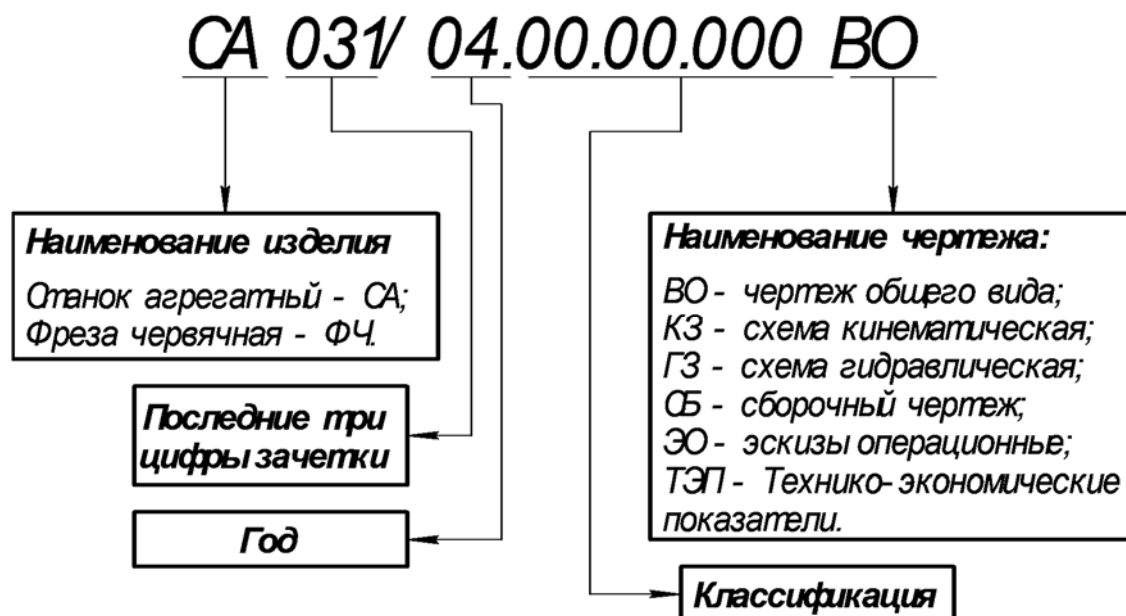


Рисунок 6 – Заполнение спецификации

7 Технологическая документация

Технологическая документация выполняется в виде приложения проекта со своим титульным листом.

7.1 Маршрутная карта

Маршрутная карта (МК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.118–82 формы 1 и 1б.

7.2 Операционная карта

Операционная карта (ОК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1404–82 формы 2 и 2а.

Операции нумеруются числами 005, 010, 015 и т. д., например – «Операция 005».

Переходы нумеруются числом натурального ряда 1, 2, 3 и т. д., например – «Переход 1».

Установы обозначаются буквами русского алфавита А, Б, В и т. д., например – «Установ А».

Позиции нумеруются римскими цифрами I, II, III, IV и т. д., например – «Позиция I».

В строке под символом «О» записывается содержание операции по всей длине строки. Запись переходов может быть полной или сокращенной.

В строке с символом «Т» записывается информация о приспособлении, вспомогательном инструменте, режущем инструменте, средстве измерения в строгом соответствии с классификатором и стандартом на обозначение и наименование.

В строку с символом «Р» записываются режимы резания.

7.3 Карта эскизов

Карта эскизов выполняется в соответствии с ГОСТ 3.1105–84 формы 7 и 7а.

Масштаб изображения – произвольный. Обрабатываемые поверхности выделяют линиями толщиной $2S$.

Изображение детали на эскизе должно содержать:

- размеры обрабатываемых поверхностей с числовыми предельными отклонениями;
- обозначение шероховатости обрабатываемых поверхностей;
- обозначение опор, зажимов и установочных устройств в соответствии с ГОСТ 3.1107–81.

7.4 Карта контроля

Карта контроля (КК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1502–85 формы 1 и 1а.

Вместе с картой контроля оформляется эскиз детали, на котором указываются все параметры готовой детали.

7.5 Документация для операций, выполняемых на станках с ЧПУ

На операцию должна быть оформлена следующая документация:

- операционная карта (ОК) по ГОСТ 3.1404–82 формы 2 и 2а;
- карта наладки инструмента (КН/Н) по ГОСТ 3.1404–86 формы 4 и 4а;
- карта эскизов (КЭ) по ГОСТ 3.1105–84 формы 7 и 7а;
- карта кодирования информации (ККИ) по ГОСТ 3.1404–86 формы 5 и 5а.

Список литературы

1 **Шеменков, В. М.** Общие правила оформления конструкторско-технологической документации / В. М. Шеменков, С. Н. Хатетовский, М. А. Белая. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2014. – 47 с.

2 **Металлорежущие станки** / Под общ. ред. А. М. Кучера. – Ленинград : Машиностроение, 1972. – 308 с. : ил.

3 **Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование** / Под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск : Изд-во Гревцова, 2010. – 399 с.

4 **Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие** / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под общ. ред. А. А. Жолобова, В. И. Аверченкова. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол: ТНТ, 2018. – 444 с.