|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«МИРЭА – Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |  |

**Физико-технологический институт**

**Кафедра цифровых и аддитивных технологий**

***Преображенская Е.В.***

**Содержание, организация выполнения**

**и проведения защит**

**выпускных квалификационных работ**

Методические указания

для студентов, проходящих подготовку

по направлению 15.04.01 «Машиностроение»

Москва 2020

Преображенская Е.В. Содержание, организация выполнения и проведения защит выпускных квалификационных работ [Электронный ресурс]: Методические указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» – М.: РТУ МИРЭА, 2020. – 40 с.

Данные методические указания предназначены для студентов, вышедших на выполнение магистерской диссертации (далее – диссертации или ВКР) по направлению «Машиностроение» (15.04.01), по магистерской программе «Цифровые и аддитивные технологии в машиностроении».

В методических указаниях рассматриваются организационные вопросы, связанные с подготовкой студента к выполнению и защите диссертации, допуском студента на преддипломную практику, выполнение и защиту диссертации, а также правила оформления необходимой документации.

Также рассматриваются вопросы, связанные с оформлением ВКР, ее содержанием, тематикой, объемом.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры цифровых и аддитивных технологий и рекомендованы для использования в учебном процессе.

Содержание

[1 Цели и задачи магистерской диссертации 4](#_Toc20087310)

[2 Тематика диссертации 4](#_Toc20087311)

[3 Состав и объем диссертации 6](#_Toc20087312)

[3.1 Состав и объем расчетно-пояснительной записки 6](#_Toc20087313)

[3.2 Состав и объем приложений к расчетно-пояснительной записке 7](#_Toc20087314)

[3.3 Состав и объем графической части 7](#_Toc20087315)

[4 Контроль за ходом выполнения диссертации 8](#_Toc20087316)

[5 Защита магистерской диссертации 8](#_Toc20087317)

[5.1 Определение даты защиты ВКР 9](#_Toc20087318)

[5.2 Допуск к защите ВКР 9](#_Toc20087319)

[5.3 Представление материалов на защиту ВКР 10](#_Toc20087320)

[5.4 Порядок защиты ВКР 10](#_Toc20087321)

[5.5 Критерии оценки ВКР 11](#_Toc20087322)

[5.6 Доклад по ВКР 12](#_Toc20087323)

[6 Требования к оформлению ВКР 13](#_Toc20087324)

[6.1 Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки 13](#_Toc20087325)

[6.1.1 Общие требования к оформлению 13](#_Toc20087326)

[6.1.2 Нумерация страниц и структура РПЗ 13](#_Toc20087327)

[6.1.3 Иллюстрации 15](#_Toc20087328)

[6.1.4 Таблицы 16](#_Toc20087329)

[6.1.5 Расчеты, формулы и уравнения 18](#_Toc20087330)

[6.1.6 Терминология и условные обозначения 19](#_Toc20087331)

[6.1.7 Аннотация 23](#_Toc20087332)

[6.1.8 Содержание 23](#_Toc20087333)

[6.1.9 Список использованных источников 24](#_Toc20087334)

[6.2 Требования к оформлению графической части работы 24](#_Toc20087335)

[6.2.1 Общие требования к оформлению 24](#_Toc20087336)

[6.2.2 Чертеж общего вида 26](#_Toc20087337)

[6.2.3 Сборочный чертеж 28](#_Toc20087338)

[6.2.4 Спецификация 29](#_Toc20087339)

[6.2.5 Чертеж детали 30](#_Toc20087340)

[6.2.6 Специальные требования к оформлению чертежей 38](#_Toc20087341)

[Список использованных источников 39](#_Toc20087342)

# Цели и задачи магистерской диссертации

Магистерская диссертация представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач машиностроительного профиля в области технологического обеспечения качества деталей машин.

Целью написания магистерской диссертации является решение профессиональной исследовательской задачи, при этом студент должен продемонстрировать способность к проведению научных исследований.

В соответствии с этим выполнение ВКР должно обеспечить:

Для достижения цели написания магистерской диссертации магистрант должен решить следующие задачи:

* провести теоретическое исследование по обоснованию научной идеи и сущности изучаемого явления или процесса;
* выбрать и обосновать метод (методики) проведения исследования, описать и проанализировать изучаемое явление или процесс, выявить тенденции и закономерности его развития на основе конкретных данных;
* выработать предложения по совершенствованию и развитию исследуемого явления или процесса.

# Тематика диссертации

Тематика магистерской диссертации может носить практический или научно-исследовательский характер.

Содержание работы может быть направлено на создание средств производства и совершенствование конструкций изделий машиностроения, обеспечивающих повышение точности и др. параметров качества изготовления машиностроительных изделий, производительности и эффективности реализации производственного процесса, долговечности изделий, эффективных конструкций инструментов, оборудования, средств оснащения и автоматизации, в том числе обладающих новизной и патентоспособностью.

В процессе выполнения работы должны проводиться исследования (теоретические) в рамках рассматриваемой проблемы, позволяющие выявлять негативные факторы, препятствующие достижению повышенных показателей с определением перспективных путей решения задачи.

**Примеры тем:**

1. Использование аддитивных технологий при ремонтных работах автомобильной техники
2. Разработка технологии и выбор оборудования для подготовки расходных материалов для 3D печати по FDM технологии
3. Исследование и оптимизация технологического процесса 3D печати с импульсным лазерным нагревом формообразующего инструмента
4. Исследование и совершенствование модели деформирующего инструмента для РКУ прессования методом 3D печати
5. Разработка цифровой модели процесса получения ультрамелкозернистой структуры материала равноканальным угловым прессованием
6. Применение аддитивных технологий при изготовлении корпусных деталей
7. Нормативно-техническое обеспечение неразрушающего контроля в аддитивном производстве
8. Влияние интенсивности света на преломление отражение на различных поверхностях сканируемых объектов
9. Исследование отражения и преломления лазерного излучения на различных поверхностях при проведении 3D сканирования
10. Исследование влияния теплопроводности элементов 3D принтера и различных материалов на качество получаемых изделий методом послойного наплавления пластиковой нити
11. Определение кинематической точности манипуляторов в технологической системе при производстве деталей методами прямого подвода энергии и материала
12. Исследование и совершенствование технологического процесса производства крепежных изделий с использованием цифровых технологий
13. Разработка технологического процесса и исследование механических характеристик изделий, полученных методом послойного наплавления пластиковой нити
14. Исследование и оптимизация технологического процесса 3D печати с импульсным лазерным нагревом прецизионного инструмента
15. Неразрушающий контроль в аддитивном производстве корпусных деталей.
16. Разработка цифровых моделей процессов пластической деформации
17. Применение 3D сканера для контроля качества корпусных деталей
18. Разработка рекомендаций по внедрению аддитивных технологий при изготовлении зубчатых колес
19. Оценка экономической эффективности и выработка рекомендаций по использованию аддитивных технологий в машиностроении
20. Влияние параметров печати методом послойного наплавления на механические свойства пластмасс

Магистерская диссертация выполняется студентом по материалам, собранным им лично за период обучения и при прохождении преддипломной практики. Диссертация должна отличаться от выпускной квалификационной работы бакалавра глубокой теоретической проработкой проблемы.

# Состав и объем диссертации

Содержание работы должно соответствовать названию, иметь четкую целевую направленность, внутреннее единство и логическую последовательность изложения материала, необходимую глубину исследования и убедительность аргументации, базироваться на прочных теоретических знаниях по избранной теме. Написание магистерской диссертации предполагает систематизацию, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению магистерской подготовки, конкретные практические результаты и их применение при решении конкретных научно-исследовательских задач.

ВКР состоит из расчетно-пояснительной записки, включающей комплект технологической документации и приложения, и графического материала.

Конкретная структура диссертации разрабатывается студентом, после чего согласуется с руководителем.

* 1. Состав и объем расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) является основным документом ВКР, в котором приводится исчерпывающая информация о выполненных расчетных, технологических, конструкторских, исследовательских и организационно-экономических разработках, выполненных в ходе выполнения ВКР. Работа должна включать 3-5 разделов, объем и содержание каждого раздела уточняется у руководителя. В каждом разделе должно быть не менее 2 подразделов. Названия подразделов раскрывают и конкретизируют содержание раздела, но не повторяют его названия. Общий объем РПЗ регламентируется только количеством информации, необходимой и достаточной для полного раскрытия выполненных расчетов и разработок.

РПЗ должна иметь разделы, посвященные описанию проблемы и обзору литературы, постановке задачи, ее решению. Первый раздел содержит обычно постановку проблемы и ее теоретические аспекты. Второй – методические походы к проблеме, третий – анализ ситуации, четвертый – иллюстрацию решения на практических материалах и рекомендации. Данная структура РПЗ носит рекомендательный характер и не является обязательной.

Не допускается приводить в РПЗ теоретические и справочные данные общего характера и заимствования из учебной и методической литературы.

* 1. Состав и объем приложений к расчетно-пояснительной записке

Вся информация и документация, не вошедшая в расчетно-пояснительную записку и графическую часть ВКР, должна быть представлена в виде приложений к расчетно-пояснительной записке.

Приложения к расчетно-пояснительной записке могут содержать следующую документацию:

* презентация магистерской диссертации;
* комплект технологической документации (маршрутная карта техпроцесса, операционные карты и др.);
* любая другая информация, не вошедшая по различным причинам в расчетно-пояснительную записку ВКР.
  1. Состав и объем графической части

Состав и объем графической части определяется руководителем работы индивидуально для каждого студента и может содержать чертежи и плакаты следующего содержания:

* результаты проведенных исследований в виде графиков, таблиц и т.п.;
* чертежи оригинальной оснастки, разработанной для реализации специальных методов обработки;
* плакаты, содержащие фотографии экспериментальной установки, демонстрирующие ход проведения экспериментальных исследований;
* математические модели, полученные в ходе проведения исследований;
* плакаты, демонстрирующие интерфейс разработанной программы и алгоритм ее действия;
* результаты, которые могут быть достигнуты в результате использования разработанного программного обеспечения.

# Контроль за ходом выполнения диссертации

Для успешного выполнения магистерской диссертации и ее защиты студент должен пройти следующие виды контроля:

1) Контроль выполнения преддипломной практики осуществляет руководитель диссертации. Срок – до окончания сроков прохождения практики. По результатам контроля проставляется оценка в ведомость и в зачетку студента. Для контроля необходимо представить отчет о преддипломной практике. Студенты, не прошедшие данный контроль в установленные сроки, к выполнению диссертации не допускаются и подлежат отчислению из университета.

2) Систематический контроль со стороны руководителя диссертации в процессе проведения консультаций. Срок – еженедельно.

3) Дополнительный (внеочередной) контроль, проводимый комиссией кафедры в дополнительные сроки (сроки устанавливаются заведующим кафедрой). Дополнительному контролю подвергают ВКР отстающих студентов для устранения отставания от календарного графика и предупреждения срыва плановых сроков завершения ВКР.

4) Нормоконтроль (контроль всех материалов ВКР на соблюдение стандартов) осуществляет нормоконтролер кафедры, назначенный заведующим кафедрой. Срок – не позже, чем за 1 неделю до итоговой государственной аттестации. На контроль представляются все материалы работы с подписями всех консультантов и руководителя.

5) Контроль объема заимствований с целью осуществления контроля степени оригинальности и корректности использования материалов из заимствованных источников осуществляет заведующий кафедрой или его заместитель. Срок – не позже, чем за 1 неделю до итоговой государственной аттестации. На контроль представляется текст магистерской диссертации в электронном виде.

6) Окончательный контроль законченной ВКР проводит заведующий кафедрой при наличии всех материалов работы и положительного отзыва руководителя на работу. Цель этого контроля – допуск к итоговой государственной аттестации. Срок – не позже, чем за 3 дня до итоговой государственной аттестации.

# Защита магистерской диссертации

Работа над диссертацией, и её защита включает много взаимосвязанных этапов, связанных как с непосредственно выполнением диссертации, так и с вопросами организационного характера.

* 1. Определение даты защиты ВКР

Для защиты ВКР организуется Государственная аттестационная комиссия (ГЭК). В обязанности ГЭК входит: проверка научно-теоретической и практической подготовки выпускаемых магистров, решение вопросов о присвоении им квалификации магистр по направлению «Машиностроение» и о выдаче диплома.

Защита ВКР в ГЭК начинается за три недели до окончания срока выполнения ВКР, предусмотренного учебным планом. Расписание работы ГЭК − график защиты ВКР − разрабатывается с учетом следующих соображений: продолжительность одного заседания ГЭК не должна превышать 6 ч в день; в течение одного заседания комиссия может рассмотреть защиту не более 12 человек.

Сначала разрабатывается общее расписание работы ГЭК с указанием конкретных дней работы ГЭК и количества защит в каждый из этих дней. После этого с учетом степени готовности ВКР, пожеланий студентов и указаний руководителей студенты распределяются по конкретным дням работы ГЭК.

Студенты, желающие записаться на конкретный день защиты, обращаются к руководителю работы или к преподавателю, ответственному за выполнение ВКР по кафедре. Студенты, не высказавшие конкретных пожеланий, распределяются по дням защит заведующим кафедрой.

График защиты ВКР доводится до сведения студентов не позднее, чем за две недели до начала защиты ВКР.

* 1. Допуск к защите ВКР

Вместе с графиком защиты ВКР до сведения студентов доводится график прохождения нормоконтроля и окончательного контроля (получения допуска к защите) ВКР заведующим кафедрой.

На окончательный контроль заведующему кафедрой представляется полностью оформленная ВКР, подписанная руководителем работы и нормоконтролером. Обязательно также наличие отзыва руководителя работы на ВКР. По результатам прохождения окончательного контроля студент, допущенный к защите, получает справку-допуск к защите, подписанную заведующим кафедрой с указанием даты защиты ВКР согласно утвержденному графику работы ГЭК.

Все материалы по ВКР (в формате.doc и.pdf) сдаются руководителю работы не позднее, чем за неделю до защиты для размещения их в электронной библиотеке ВУЗа.

Не позднее чем за 3 дня до защиты все материалы сдаются для проверки через систему антиплагиат на объем заимствований.

К защите ВКР распоряжением декана факультета допускается студент, представивший в деканат следующие документы:

- зачетную книжку с отметкой руководителя работы о допуске к защите;

- отзыв руководителя ВКР;

- справку-допуск к защите, подписанная заведующим кафедрой с указанием даты защиты ВКР.

* 1. Представление материалов на защиту ВКР

На защиту ВКР студент представляет следующие материалы:

- расчетно-пояснительную записку с приложениями;

- листы графической части (при наличии), распечатанные на листах формата А4, которые должны быть подшиты к РПЗ после приложений;

- презентацию.

* 1. Порядок защиты ВКР

Защита ВКР проводится на открытых заседаниях ГЭК.

Секретарь ГЭК объявляет тему ВКР и передает председателю ГЭК расчетно-пояснительную записку и все необходимые документы, после чего студент-дипломник получает слово для доклада.

После доклада зачитывают характеристику учебной деятельности студента, средний балл за время обучения, отзыв руководителя работы, а также дополнительные отзывы предприятий и организаций, если последние имеются в личном деле студента. Затем дипломник отвечает на вопросы членов ГЭК, которые могут относиться как непосредственно к теме ВКР, так и к любой области, соответствующей профилю инженера по специальности «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Общая продолжительность защиты одной ВКР не должна превышать 30 мин, в том числе доклад студента должен длиться не более 10 мин. Оценка ВКР определяется исходя из критериев, представленных в пункте 5.5.

Результаты защиты ВКР оцениваются по четырехбалльной системе − «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При этом некоторым студентам может быть дана рекомендация для поступления в магистратуру. Решение об оценке принимается на закрытом заседании ГЭК. После оформления протокола заседания ГЭК результаты защиты ВКР публично объявляются студентам председателем ГЭК.

В тех случаях, когда оценка по защите ВКР признается неудовлетворительной, ГЭК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите ту же работу с доработкой, определяемой комиссией, или же ему должна быть определена новая тема ВКР, выдано новое задание и назначен другой руководитель работы.

* 1. Критерии оценки ВКР

Общую оценку за выпускную квалификационную работу выводят члены государственной экзаменационной комиссии на коллегиальной основе с учетом следующих основных критериев:

* Новизна работы. Оценивается оригинальность и новизна полученных результатов, научно-исследовательских или производственно-технологических решений.
* Степень комплексности работы, применение в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин.
* Практическая значимость. Технико-экономические показатели проектного варианта технологического процесса позволяют рассматривать его как реальный и применимый к базовому производству.
* Оформление работы. Качество оформления расчетно-пояснительной записки, иллюстраций, соответствие требованиям стандартов. Чертежи графической части ВКР должны быть оформлены согласно ЕСКД и быть понятно и легко читаемыми.
* Степень использования информационных технологий. Оценивается общий объем использования в работе современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий, средств автоматизации проектирования и технологической подготовки производства. Например, использование для создания чертежей CAD-систем, использование пакетов САПР ТП для создания и оформления технологической документации, использование CAM-систем при подготовки управляющих программ и т.д. Таким образом студент показывает свое умение использовать современные средства в своей практической детальности.
* Уровень доклада и ответов. Студент демонстрирует ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения, аргументирует принятые решения и выводы по работе и уверенно отвечает на большую часть вопросов, владеет научно-технической терминологией по специальности.
* Отзывы руководителя ВКР;
* Средняя оценка за время обучения студента в университете.

Помимо основных учитываются следующие дополнительные критерии:

* Наличие у студента исследовательского (специального) раздела;
* Наличие у студента научных трудов (статей, патентов и т.д.) по теме ВКР.

Оценка «отлично» ставится, если:

* В работе раскрывается заявленная тема, содержится решение поставленных задач;
* В работе делаются самостоятельные выводы, выпускник демонстрирует свободное владение материалом, уверенно отвечает на основную часть вопросов;
* Работа представлена своевременно, с развернутыми отзывами и сопроводительными документами
* Оформление работы соответствует предъявляемым требованиям;

Оценка «хорошо» или «удовлетворительно» ставится, если упомянутые выше показатели представлены не в полной мере.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случаях, если студент на защите не может аргументировать выводы, не отвечает на вопросы; в работе обнаружены большие куски заимствованного текста без указания его авторов (плагиат). А также при если работа представлена с нарушением срока предоставления ВКР, и имеются существенные замечания к содержанию.

* 1. Доклад по ВКР

На доклад студенту отводится не более 10 мин.

В течение отведенного времени, придерживаясь последовательности, принятой в расчетно-пояснительной записке и последовательности представленных листов графической части работы, студент должен кратко осветить содержание выполненной им работы с обоснованием принятых решений, узловые разработки работы, оригинальные и наиболее интересные инженерные решения.

Необходимо четко выделить все новое, что предложено и разработано самим студентом, и обосновать техническую и экономическую целесообразность этих предложений. Необходимо подробно осветить лишь наиболее важные и интересные предложения и разработки, отличающие предложенный вариант от базового. В заключении следует кратко осветить основные технико-экономические показатели работы, сравнивая их с базовыми показателями.

Доклад необходимо иллюстрировать соответствующими слайдами презентации.

В процессе доклада можно использовать заранее написанные краткие тезисы или план. Полностью зачитывать доклад по бумаге не допускается.

# Требования к оформлению ВКР

Соблюдение данных требований является обязательным при выполнении ВКР. Соответствие оформления материалов ВКР данным требованиям проверяется на этапе прохождения студентом нормоконтроля.

* 1. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки

### Общие требования к оформлению

Основным документом ВКР является расчетно-поясни-тельная записка (РПЗ), в которой приводится информация о технических и научно-исследовательских разработках, выполненных в процессе выполнения ВКР.

В процессе разработки и написания РПЗ необходимо обеспечить следующие общие требования: логическая последовательность изложения материалов; убедительность аргументации; краткость и точность формулировок, исключающие возможность субъективного и неоднозначного толкования; конкретность изложения результатов работы; недопустимость включения в РПЗ без необходимости сведений и формулировок, заимствованных из литературных источников.

РПЗ выполняется печатным способом, с помощью текстового редактора (например, MicrosoftWord и т. п.), через полтора интервала шрифтом 14 размера черного цвета. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, заголовках разделов, формулах, теоремах, применяя шрифты разного размера с элементами выделения текста (подчеркивание и т. п.).

РПЗ выполняется на листах белой бумаги формата А4 (210х 297 мм) на одной стороне листа. Допускается при необходимости применение отдельных листов формата A3 (297х 420 мм). Текст РПЗ следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое - 10 мм, верхнее, левое и нижнее - 20 мм. Основная надпись для первого листа текста размещается на первом листе раздела «Введение». Допускается последующие листы текста РПЗ оформлять без основной надписи и рамки.

### Нумерация страниц и структура РПЗ

Нумерация страниц РПЗ и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозная. Первой страницей является титульный лист, второй – задание на выполнение ВКР, третьей – аннотация, четвертой – содержание, далее идут листы (страницы) записки в порядке их расположения в РПЗ.

Номер страницы проставляют арабскими цифрами в основной надписи или в центре нижней части листа без точки. На титульном листе и задании на выполнение ВКР номер страницы не ставится.

Записка брошюруется в папку формата А4. На папку наклеивается этикетка, на которой указывается тема ВКР, фамилия и инициалы дипломника, шифр кафедры, год окончания учебного заведения.

Текст РПЗ делится на разделы, подразделы, пункты и подпункты, которые нумеруются арабскими цифрами. Каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Разделы (кроме разделов «Содержание», «Введение», «Заключение», «Список использованных источников») имеют порядковую нумерацию в пределах всей записки (1, 2, 3 и т. д.). Подразделы должны иметь порядковый номер в пределах раздела (2.1, 2.2, 2.3 и т. д.), пункты – в пределах подраздела (2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 и т. д.), подпункты – в пределах пункта (2.2.3.1, 2.2.3.2 и т. д.). Номера раздела, подраздела, пункта и подпункта разделяются между собой точкой. После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта точка не ставится.

Разделы, подразделы, пункты и подпункты должны иметь заголовки, которые записываются с прописной буквы с абзацного отступа. Заголовки выполняются шрифтом, большим, чем основной текст, без точки в конце, без подчеркивания. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Расстояние между заголовком и последующим текстом должно составлять 10 мм (1 пустая строка), а между последней строкой текста и последующим заголовком – 15 мм (2 пустые строки).

В тексте могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефисили строчную букву (кроме ё, з, й, о, ч, ь, ы, ъ), после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых, ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример:

а) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

в) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

### Иллюстрации

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрацию (чертежи, схемы, графики) помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Иллюстрации, которые располагают на отдельных страницах, включают в общую нумерацию страниц.

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах всего документа (Рисунок 1, Рисунок 2 и т. д.) или в пределах раздела (Рисунок 2.1, Рисунок 2.2 и т. д.).

Иллюстрации, помещенные в приложения, обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например – Рисунок А.3.

Иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных симметрично тексту (посередине строки). На все иллюстрации должны быть приведены ссылки в тексте РПЗ, при ссылке на иллюстрацию сокращение слова «рисунок» не допускается.

Пример оформления иллюстрации:



1, 2, 3, 4 − двойная направляющая база;

5 − опорная явная база;

6 − опорная скрытая база.

Рисунок 1 − Схема базирования заготовки на первой операции

### Таблицы

Цифровой материал, как правило, оформляется в виде таблиц (форм). На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте РПЗ, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа. Допускается использовать в таблицах размер шрифта меньший, чем в основном тексте.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах всего документа (Таблица 1, Таблица 2 и т. д.) или в пределах раздела (Таблица 2.1, Таблица 2.2 и т. д.). Таблицы, помещенные в приложения, обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например – Таблица А.3. Номер таблицы и ее название должны располагаться над таблицей в одну строчку через тире слева без абзацного отступа в соответствии с рисунком 1.

При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера, если строки таблицы не разделены видимыми линиями, то в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, можно не проводить (рисунок 1).

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа в соответствии с рисунком 2.

Таблица 2.1 – Калькуляция себестоимости детали «Корпус» по вариантам

В рублях

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Статья расходов | Базовый вариант | Проектный вариант |
| Расходы на материалы | 125,6 | 114,8 |
| Расходы на основную зарплату | 58,2 | 51,6 |

Продолжение таблицы 2.1

В рублях

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Статья расходов | Базовый вариант | Проектный вариант |
| Расходы на дополнительную зарплату | 16,4 | 12,8 |
| Расходы на социальные нужды | 27,5 | 22,1 |

Рисунок 2 – Пример оформления таблицы

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать после ее наименования (рисунок 3).

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе таблицы непосредственно перед их наименованием в соответствии с рисунком 2.

Таблица 3.8 – режимы резания на операции 005

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра режимов резания | Переход 1 | Переход 2 |
| 1. Глубина резания, t, мм | 1,0 | 0,5 |
| 2. Осевая подача инструмента,Sо, мм/об | 0,8 | 0,3 |

Рисунок 3 – Пример оформления таблицы

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 буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, если они пояснены в тексте или приведены на иллюстрациях, например, t – глубина резания, Sо – подача инст-румента, Vрез – скорость резания, n – частота вращения шпинделя (рисунок 3). Разделять заголовки и подзаголовки диагональными линиями не допускается.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы в соответствии с рисунком 3. Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, допускается указывать один раз в соответствии с рисунком 4.

Таблица 3.8 – режимы резания на операции 005

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Установ | Номер  перехода | t, мм | Sо, мм/об | Vрез, м/мин | | n, об/мин |
| расчетная | фактическая |
| А | 1 | 1,0 | 0,8 | 252,4 | 248,6 | 800 |
| 2 | 0,5 | 0,3 | 384,6 | 375,2 | 1200 |
| 3 | 0,6 | 445,8 | 429,1 |
| Б | 4 | 1,0 | 0,5 | 367,8 | 350,8 | 600 |

Рисунок 4 – Пример оформления таблицы

### Расчеты, формулы и уравнения

Все необходимые расчеты должны быть представлены в РПЗ. Используемые для расчетов формулы[[1]](#footnote-1) располагают сразу под текстом, поясняющим цель расчета. Расчетные формулы сначала записываются в общем виде, далее приводятся пояснения значений символов и числовых коэффициентов, потом в формулы подставляются значения входящих параметров в той последовательности, в какой они приведены в формулах, и приводится результат вычисления. Допускается выполнение формул рукописным способом черными чернилами.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Формула от пояснений отделяется запятой. Пояснения каждого символа следует разделять знаком точка с запятой (;) и 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.

Формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (х), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией в пределах всей записки ((1), (2), (3) и т. д.) или в пределах раздела ((1.1), (1.2), (1.3) и т. д.) арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Формулы, помещенные в приложения, обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения ((А.1), (А.2), (А.3) и т. д.).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например,... в формуле (3.6).

Пример оформления расчета с использованием формулы:

… Скорость резания*Vрез*, мм/мин, вычисляют по формуле

, (3.6)

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

n – частота вращения шпинделя, об/мин.



Расчеты в общем случае должны содержать:

- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);

- эскиз или схему рассчитываемого изделия (выполняется в произвольноммасштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом изделии);

- данные для расчета;

- расчеты (для выбора основных параметров);

- заключение (с выводами по полученным результатам).

### Терминология и условные обозначения

В РПЗ должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе. По всему тексту РПЗ следует соблюдать единство терминологии. Условные обозначения механических, химических, математических и других величин должны быть тождественны во всех разделах записки. Перед обозначением параметра дается его пояснение, например «предел прочности при растяженииσв».

Наименования предприятий приводятся в кавычках и не склоняются, например завод «Гидроаппаратура». Сокращенные наименования типа ВГТЗ, ГАЗ, ЭНИМС приводятся без кавычек.

В тексте РПЗ не допускается:

- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера;

- 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;

- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии и соответствующими государственными стандартами (перечень некоторых допускаемых сокращений слов приведен в таблице 1);

- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в заголовках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

Таблица 1 – Перечень некоторых допускаемых сокращений слов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Полное наименование | Сокращение | Полное наименование | Сокращение |
| Дубликат | дубл. | Страница | стр. |
| Отверстие | отв. | Технические требования | ТТ |
| Отверстие центровое | отв. центр. | Технические условия | ТУ |
| Позиция | поз. | Техническое задание | ТЗ |
| Пункт | п. | Ток высокой частоты | ТВЧ |
| Пункты | п.п. | Экземпляр | экз. |

В РПЗ следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. Некоторые единицы системы СИ приведены в таблицах 2,3.

Производные единицы СИ, имеющие специальные наименования и обозначения, указаны в таблице 4. Эти единицы также могут быть использованы для образования других производных единиц СИ.

Допускается применять наравне с единицами СИ единицы, не входящие в СИ, приведенные в таблице 5, а также некоторые получившие распространение кратные и дольные единицы и сочетания этих единиц с единицами СИ.

Таблица 2 – Некоторые основные единицы СИ физических величин

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | | Единица | |
| наименование | обозначение | наименование | обозначение |
| Длина | L | метр | м |
| Масса | m | килограмм | кг |
| Время | T | секунда | с |
| Сила тока | I | Ампер | А |
| Температура | Θ | Кельвин | К |

Таблица 3 – Примеры производных единиц СИ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Величина | Единица | |
| наименование | обозначение |
| Площадь | квадратный метр | м2 |
| Объем, вместимость | кубический метр | м3 |
| Скорость (линейная) | метр в секунду | м/с |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ускорение (линейное) | метр на секунду в квадрате | м/с2 |
| Плотность | килограмм на кубический метр | кг/м3 |
| Частота вращения | секунда в минуспервой степени | с-1 |

Таблица 4 – Некоторые производные единицы СИ, имеющие специальные наименования и обозначения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | Единица | | Выражение через основные и производные единицы СИ |
| наименование | наименование | обозна-чение |
| Температура Цельсия | градус Цельсия | °C | - |
| Плоский угол | радиан | рад | м·м–1=1 |
| Частота | Герц | Гц | с–1 |
| Сила | Ньютон | Н | м·кг·с–2 |
| Давление | Паскаль | Па | м–1·кг·с–2 |
| Энергия, работа | Джоуль | Дж | м2·кг·с–2 |
| Мощность | Ватт | Вт | м2·кг·с–3 |
| Электрическое напряжение | Вольт | В | м2·кг·с–3·А–1 |
| Электрическое сопротивление | Ом | Ом | м2·кг·с–3·А–2 |
| Момент силы | Ньютон-метр | Н·м | м2·кг·с-2 |
| Поверхностное натяжение | Ньютон на метр | Н/м | кг·с-2 |

Таблица 5 – Примеры допускаемых к использованию единиц, не входящих в СИ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | Единица | | Выражение через основные и производные единицы СИ |
| наименование | наименование | обозна-чение |
| Масса | тонна | т | 1·103 кг |
| Время | минута | мин | 60 с |
| час | ч | 3600 с |
| сутки | сут | 86400 с |
| Плоский угол | градус | ° | (π/180)·рад= 1,75·10–2рад |
| минута | ' | (π/10800)·рад = 2,91·10–4рад |
| секунда | " | (π/648000) рад = 4,85·10–6рад |
| Частота вращения | оборот в минуту | об/мин | 60–1·с–1 |
| Объем, вместимость | литр | л | 1·10–3 м3 |
| Энергия | киловатт-час | кВт·ч | 3,6·106 Дж |

Наряду с единицами системы СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению (таблица 6), например – давление воздуха в системе составляет 5 МПа (50кгс/см2). Применение в одном документе разных систем обозначения физических величин не допускается.

Таблица 6 – Соотношение некоторых внесистемных единиц с единицами СИ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Величина | Единица | Перевод в единицы СИ |
| Сила, вес | килограмм-сила | 1 кгс =9,80665 Н≈10 Н |
| Момент силы | килограмм-сила-метр | 1 кгс·м = 9,80665 Н· м ≈ 10Н·м |
| килограмм-сила-сантиметр | 1 кгс·см = 0,098065 Н·м ≈ 0,1 Н·м |
| Давление | килограмм-сила на квадратный сантиметр | 1 кгс/см2 = 98066,5 Па ≈ 105 Па |
| техническая атмосфера | 1 ат = 98066,6 Па≈ 98 кПа |
| Механическое напряжение | килограмм-сила на квадратный миллиметр | 1 кгс/мм2 =9806650 Па≈ 10 МПа |
| Мощность | лошадиная сила | 1 л. с. = 0,736 кВт |

Недопустимо отделять единицу физической величины от числового значения (переносить их на разные строки или страницы), кроме единиц физических величин, помещаемых в таблицах. Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной и той же единице, то ее указывают только после последнего числового значения, например 1,50; 1,75; 2,00 м.

Наименования и обозначения десятичных кратных и дольных единиц СИ образуют с помощью множителей и приставок, указанных в таблице 7. Приставку или ее обозначение следует писать слитно с наименованием единицы или, соответственно, с обозначением последней. Если единица образована как произведение или отношение единиц, приставку или ее обозначение присоединяют к наименованию или обозначению первой единицы, входящей в произведение или в отношение.

Таблица 7 – Некоторые множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений кратных и дольных единиц СИ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Десятичный множитель | Приставка | Обозначение приставки | Десятичный множитель | Приставка | Обозначение приставки |
| 1015 | пета | П | 10–1 | деци | д |
| 1012 | тера | Т | 10–2 | санти | с |
| 109 | гига | Г | 10–3 | милли | м |
| 106 | мега | М | 10–6 | микро | мк |

Продолжение таблицы 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 103 | кило | к | 10–9 | нано | н |
| 102 | гекто | г | 10–12 | пико | п |
| 101 | дека | да | 10–15 | фемто | ф |

Присоединение к наименованию и обозначению единицы двух или более приставок подряд не допускается. Например, вместо наименования единицы микромикрофарад следует писать пикофарад.

В связи с тем, что наименование основной единицы массы – килограмм содержит приставку «кило», то для образования кратных и дольных единиц массы используют дольную единицу массы – грамм (0,001 кг), и приставки присоединяют к слову «грамм», например, миллиграмм (мг) вместо микро-килограмм. Дольная единица массы – грамм – применяется без приставки.

### Аннотация

Аннотация должна кратко отражать основное содержание ВКР и основные технико-экономические результаты разработок. Она оформляется по следующей схеме:

- тема ВКР;

- сведения об объеме расчетно-пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, графиков, приложений в ней;

- число чертежей в графической части работы;

- текст аннотации (объемом 0,6-0,8 страницы), отражающий сущность выполненных разработок краткие выводы по полученным результатам.

Вся аннотация располагается, как правило, на одной странице.

### Содержание

Содержание включает аннотацию, введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы РПЗ.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка симметрично тексту (посередине строки) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Содержание включают в общее количество листов РПЗ.

### Список использованных источников

Список использованных источников должен включать все использованные литературные и другие информационные (электронные и т. п.) источники, которые следует располагать в порядке появления ссылок в тексте РПЗ. Сведения об источниках, включенных всписок, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84. Сведения об источнике указывают в списке в том виде, в каком они даны в источнике информации. Недостающие уточняющие сведения, а также полностью отсутствующие необходимые данные формулируют на основе анализа документа – источника.

Ссылки в тексте РПЗ на литературные и информационные источники обозначают заключенным в квадратные скобки порядковым номером источника в списке, например: [5], [12]. При необходимости указываются страницы источника, с которых взяты используемые сведения, например: [5, с. 63-68].

* 1. Требования к оформлению графической части работы

### Общие требования к оформлению

Графическая часть работ выполняется на листах чертежной бумаги формата А1 с основной надписью по ГОСТ 2.104 - 68\* в правом нижнем углу. В отдельных случаях допускается выполнение некоторых чертежей на листах формата А2 и А3. Форма и образец заполнения основной надписи для чертежей приведена в приложении В.

Надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически условными обозначениями. Текстовая часть располагается над основной надписьючертежа.

При выполнении чертежа обязательно применение одного из нижеперечисленных масштабов: 10:1; 5:1; 4:1; 2,5:1; 2:1; 1:1; 1:2, 1:2,5; 1:4, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25, 1:40, 1:50, 1:75, 1:100, 1:200.

Также допускается применение следующих масштабов:

100:1, 50:1, 40:1, 20:1, 1:400, 1:500, 1:800, 1:1000

Если масштаб какого-либо изображения отличается от масштаба, указанного в основной надписи, то масштаб указывается непосредственно после надписи относящейся к изображению, например: А-А (2:1); Б (1:5), В-В (1:1).

Наименование, начертание, толщина линий по отношению к толщине основной линии и основные назначения линий установлены ГОСТ 2.303-68 и должны соответствовать указанным в таблице 8.

Таблица 8 − Наименование, начертание, толщина линий на чертежах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование линии | Начертание линии | Толщина линии | Назначение линии |
| Сплошная толстая основная |  | s (0,5 ÷ 1,4 мм) | Линии видимого контура, линии перехода видимые |
| Сплошная тонкая |  | s/3 ÷ s/2 | Линии выносные и размерные, линии штриховки, линии-выноски и др. |
| Сплошная волнистая |  | s/3 ÷ s/2 | Линии обрыва, линии разграничения вида и разреза |

Продолжение таблицы 8

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Штриховая |  | s/3 ÷ s/2 | Линии невидимого контура, линии перехода невидимые |
| Штрихпунктирная тонкая |  | s/3 ÷ s/2 | Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений |
| Штрихпунктирная утолщенная |  | s/2 ÷ 2/3s | Линии, обозначающие поверхности, подлежащие обработке или покрытию и др. |
| Разомкнутая |  | s ÷1,5s | Линии сечений |
| Сплошная тонкая с изломами |  | s/3 ÷ s/2 | Длинные линии обрыва |
| Штрихпунктирная  с двумя точками  тонкая |  | s/3 ÷ s/2 | Линии для изображений изделий в крайних положениях, линии для изображения контура детали на заготовках-поковках и др. |

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметры окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

Специальные назначения линий (изображение резьбы, шлицев и т.п.) определены в соответствующих стандартах ЕСКД.

Пример применения линий на чертежах представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 − Пример применения линий на чертежах

### Чертеж общего вида

Чертеж общего вида[[2]](#footnote-2) - проектный конструкторский документ,определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Чертеж общего вида должен давать полное представление об устройстве изделия и о форме каждой детали (за исключением покупных и стандартных), т.е. давать возможность выполнения по нему рабочих чертежей деталей и сборочных единиц.

Чертеж общего вида должен содержать:

- изображения изделия (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 (технические характеристики, количество, указания о материале и др.);

- размеры габаритные, присоединительные, посадочные, установочные и справочные;

- схему, если она требуется;

- технические характеристики;

- технические требования к изделию (выполнение сборки и контроля, выполнение покрытий, методов сварки и др.).

Изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД, а именно:

- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями, допускается также изображать контурными очертаниями любые составные части изделия, если это не препятствует однозначному пониманию конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы;

- уплотнения допускается изображать условно, указывая стрелкой направление действия уплотнения;

- внешние очертания изделий допускается упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п.;

- на чертежах, включающих изображения нескольких одинаковых составных частей (деталей) допускается выполнять полное изображение одной составляющей части (детали), а изображение остальных выполнять упрощенно в виде внешних очертаний.

Элементы чертежа общего вида (номера позиций, текст технических требований, надписи и др.) выполняются по правилам, которые установлены для выполнения сборочных чертежей.

Допускается нумеровать только те составные части, ссылок на которые достаточно для описания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы. В учебных целях допускается вместо таблицы составных частей изделия, изображенного на чертеже общего вида, составлять спецификацию.

### Сборочный чертеж

Сборочный чертеж служит для рациональной организации производства (сборки и контроля) изделий.

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы (изделия или узла), дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу, допускается указывать размеры деталей, определяющие характер сопряжения;

- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается подбором, пригонкой и т.п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

- габаритные, установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры сборочной единицы;

- номера позиций составных частей, входящих в сборочную единицу;

- технические требования на сборочную единицу;

- техническую характеристику сборочной единицы (при необходимости);

- координаты центра масс (при необходимости).

Установочные и присоединительные размеры должны даваться с предельными отклонениями размеров элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми деталями.

Для деталей, являющихся элементами внешней связи, например, зубчатых колес, указываются связующие параметры: модуль, количество и направление зубьев и т. п.

Сварное, паяное, клееное и т. п. изделие из однородного материала в сборе с другими деталями в разрезах и сечениях допускается штриховать в одну сторону и изображать как монолитное тело.

Сборочные чертежи допускается выполнять с упрощениями, перечисленными в п. 6.2.2.

Технические характеристики и технические требования к изделию размещаются на чертеже общего вида над основной надписью.

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые. Номер позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Номер позиций наносят на чертеже один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

Допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций:

- для группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления;

- для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключающей различное понимание, при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части.

- допускается отдельные составные части изделия, если графически изобразить их затруднительно, на чертеже не показывать, а местонахождение их определять при помощи линии-выноски от видимой составной части и на поле чертежа, а в технических требованиях помещать соответствующее указание.

### Спецификация

Спецификация является основным конструкторским документом для сборочной единицы и составляется на каждую сборочную единицу на формах (бланках) по ГОСТ 2.106-96. В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию. В ВКР допускается размещать спецификацию на одном листе с чертежом над основной надписью.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;

- сборочные единицы;

- детали;

- стандартные изделия;

- прочие изделия;

- материалы;

- комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

### Чертеж детали

Чертеж детали − основной конструкторский документ**,** содержащий изображения детали с минимальным и достаточным числом проекций, разрезов и сечений, а также все размеры и технические требования, необходимые для ее изготовления и контроля.

На каждую деталь выполняется отдельный чертеж.

Чертеж детали должен иметь основную надпись, в которой наименование детали записывается в именительном падеже единственного числа, а если наименование детали состоит из нескольких слов, то на первом месте пишут существительное, например: «колесо зубчатое».

На чертеже детали должны быть указаны:

- размеры и их предельные отклонения;

- предельные отклонения формы и взаимного расположения поверхностей;

- шероховатость поверхностей;

- обозначение покрытий, термической и других видов обработки, твердости материала;

- технические требования, которые располагаются в правой части листа над основной надписью.

В основной надписи приводят обозначение материала детали, его марку и номер стандарта на материал, например:

Сталь 35 ГОСТ 1050-88, Сталь 12X18Н9Т ГОСТ 5632-72.

Если в условное обозначение материала по стандарту входит его сокращенное наименование (Ст, СЧ, Бр и др.), то полное наименование не записывают, например, Ст5 ГОСТ 380-94, Бр05С25 ГОСТ 613-79, СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

Для деталей, изготовляемых из сортового материала определенного профиля и размера, материал детали записывают в соответствии с присвоенным ему в стандарте на сортамент обозначением, например:



Чертежи деталей, имеющих зубчатый венец (зубчатые колеса, валы-шес-терни, червяки и т. п.) должны сопровождаться специальной таблицей, размещаемой над основной надписью, в которой указываются дополнительные параметры зубчатого венца (модуль, степень точности и др.).

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями. Выносные линии проводят от линий видимого контура. Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура, осевым, центровым и другим линиям. Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с обрывом. При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают.

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45 к размерным линиям, или четко наносимыми точками.

Если для написания размерного числа недостаточно места над размерной линией, то размеры наносят либо на продолжении размерной линии, либо на полке линии-выноски.

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием количества этих элементов, например: «4 отв. ∅10».

Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры.

Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы измерения.

Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указывают единицы измерения.

Угловые размеры и предельные отклонения угловых размеров указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 4°; 430'; 1245'30"; 30°±1; 3010'.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения. Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров условными обозначениями полей допусков, например: ∅25H7, 18е9, или числовыми значениями, например: ∅250,021, , или условными обозначениями полей допусков с указанием в скобках их числовых значений, например: ∅25H7( 0,021), .

При симметричном расположении поля допуска абсолютную величину отклонений указывают один раз со знаком , например: ∅25±0,02; 18±0,135.

Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа при условии, что эта запись однозначно определяет значения и знаки предельных отклонений

Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный.

Размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом, называются справочными. Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «\*», а в технических требованиях записывают: «\* Размеры для справок».

Данные о допусках формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две и более части, в которых помещают:

- в первой − вид допуска формы и расположения поверхностей в виде знака из числа приведенных в таблице 9;

во второй − числовое значение допуска в миллиметрах;

в третьей и последующих − буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхности, с которой связан допуск расположения.

Таблица 9 − Знаки обозначения допусков формы и расположения поверхностей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид допуска | Определение вида отклонения | Знак |
| Допуск формы поверхностей | | |
| Допуск прямолинейности | Наибольшее расстояние от точек реального профиля детали до прилегающей прямой |  |
| Допуск  плоскостности | Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости |  |
| Допуск  круглости | Наибольшее расстояние от точек реального профиля до прилегающей окружности |  |
| Допуск цилиндричности | Наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра |  |
| Допуск профиля продольного сечения | Наибольшее расстояние от точек образующей поверхности, лежащих в плоскости и проходящих через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля |  |
| Допуск расположения поверхностей | | |
| Допуск параллельности | Разность наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями (осями) детали |  |
| Допуск перпендикулярности | Отклонение угла между плоскостями, осями или осью и плоскостью детали от прямого угла, выраженное в линейных единицах |  |
| Допуск  наклона | Отклонение угла между плоскостями, осями или осью и плоскостью детали от номинального угла, выраженное в линейных единицах |  |
| Допуск  соосности | Наибольшее расстояние между осями рассматриваемых поверхностей |  |
| Допуск симметричности | Наибольшее расстояние между осями (плоскостями) симметрии рассматриваемых поверхностей |  |
| Позиционный допуск | Наибольшее расстояние между реальным и номинальным расположением элемента детали |  |
| Допуск пересечения осей | Наименьшее расстояние между номинально пересекающимися осями |  |
| Суммарные допуски формы и расположения поверхностей | | |
| Допуск  радиального биения | Разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси |  |
| Допуск  торцевого  биения | Разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси в сечении торцевой поверхности цилиндром заданного диаметра, соосным с базовой осью |
| Допуск полного радиального биения | Разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до базовой оси |  |
| Допуск полного торцевого  биения | Разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси |
| Допуск формы заданного  профиля | Наибольшее отклонение точек реального профиля от номинального профиля, определяемое по нормали к номинальному профилю |  |
| Допуск формы заданной  поверхности | Наибольшее отклонение точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности |  |
| Виды допусков | | |
| Независимый допуск | Допуск, значение которого не связано с действительными размерами рассматриваемого или базового элемента |  |
| Зависимый  допуск | Допуск, значение которого связано с действительными размерами рассматриваемого или базового элемента |  |
| Выступающее поле допуска | Допуск, нормируемый участок которого выступает за пределы реальной поверхности |  |

Рамки следует выполнять сплошными тонкими линиями. Высота цифр, букв и знаков, вписываемых в рамки, должна быть равна размеру шрифта размерных чисел. Рамку соединяют с элементом, к которому относится допуск, сплошной тонкой линией, заканчивающейся стрелкой.

Соединительная линия может быть прямой или ломаной, но направление отрезка соединительной линии, заканчивающегося стрелкой, должно соответствовать направлению измерения отклонения. Соединительную линию отводят от рамки, как показано на рисунке 5.

Если для одного элемента необходимо задать два разных вида допуска, то допускается рамки объединять.

Если для поверхности требуется указать одновременно условное обозначение допуска формы или расположения и ее буквенное обозначение, используемое для нормирования другого допуска, то рамки с обоими условными обозначениями допускается располагать рядом на соединительной линии.

Повторяющиеся одинаковые или разные виды допусков, обозначаемые одним и тем же знаком, имеющие одинаковые числовые значения и относящиеся к одним и тем же базам, допускается указывать один раз в рамке, от которой отходит одна соединительная линия, разветвляемая затем ко всем нормируемым элементам.

Базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии с рамкой. Треугольник, обозначающий базу, должен быть равносторонним, высотой приблизительно равной размеру шрифта размерных чисел. Если базой является поверхность или ее профиль, то основание треугольника располагают на контурной линии поверхности или на ее продолжении. Если базой является ось или плоскость симметрии, то треугольник располагают на конце размерной линии.

Если базой является общая ось или плоскость симметрии и из чертежа ясно, для каких поверхностей ось (плоскость симметрии) является общей, то треугольник располагают на оси.

Если соединение рамки с базой или другой поверхностью, к которой относится отклонение расположения, затруднительно, то поверхность обозначают прописной буквой, вписываемой в третью часть рамки. Эту же букву вписывают в рамку, которую соединяют с обозначаемой поверхностью линией, заканчивающейся треугольником, если обозначают базу. Если необходимо задать допуск расположения относительно комплекта баз, то буквенные обозначения баз указывают в самостоятельных частях (третьей и далее) рамки.



Рисунок 5 − Пример простановки на чертежах допусков формы

и расположения поверхностей

Шероховатость поверхностей обозначают на чертеже для всех выполняемых по данномучертежу поверхностей изделия, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции. Структура и примеры обозначения шероховатости поверхности приведена на рисунке 6.



Рисунок 6 − Структура и примеры обозначения шероховатости поверхности

При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков:

- для поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак;

- для поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак;

- для поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак

Значение параметра шероховатости указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например: Rа 0,63; Rz 80; Rmax 6,3.

При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать «min», например: Ra 0,63min; Rz 80min.

Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать знакам, приведенным в таблице 10. Условные обозначения направления неровностей приводят на чертеже при необходимости.

Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховато**сти** только в случаях, когда он является единственным, применимым для получения требуемого качества поверхности.

Таблица 10 − Условные обозначения направления неровностей шероховатости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип направления | Обозначение | Тип направления | Обозначение |
| Параллельное |  | Кругообразное |  |
| Перпендикулярное |  | Радиальное |  |
| Перекрещивающееся |  | Точечное |  |
| Произвольное |  |  |  |

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок. Допускается при недостатке места располагать обозначение шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы.

На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в случаях, когда от этой линии нанесен размер. При изображении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров. При расположении поверхности в заштрихованной зоне обозначение наносят только на полке линии-выноски.

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т. п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений. Обозначения шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначении шероховатости.

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и т. п., если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной или расчетной окружности (поверхности).

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия (так называемой неуказанной шероховатости), может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (рисунок 7) вместе с условным обозначением (). Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак , должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением (). Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенном в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем в обозначениях, нанесенных на изображении. Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении.

   

Рисунок 7 − Примеры обозначения неуказанной шероховатости

При использовании чертежей ранее спроектированных изделий и действующей на заводе технической документации, содержащей устаревшие обозначения классов чистоты поверхности, необходимо, пользуясь переводными таблицами, на выполняемых чертежах использовать установленные на сегодняшний день обозначения шероховатости поверхности.

### Специальные требования к оформлению чертежей

На чертежах заготовки-поковки должен быть изображен упрощенный эскиз детали, выполненный тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками.

На чертежах заготовок-отливок должен быть изображен упрощенный эскиз детали, выполненный тонкой сплошной линией.

Допускается выполнять совмещенный чертеж детали и заготовки-отлив-ки. В этом случае деталь вычерчивается предписанными стилями линий, а поверхности заготовки, не совпадающие с поверхностями детали (припуски), выполняются основной линией красного цвета. Отверстия, которые не отливаются в заготовке (напуски), перечеркиваются линиями красного цвета.

На листах графической части работы, содержащих карты эскизов маршрута обработки и наладки операций все обрабатываемые поверхности выполняются предписанными стилями линий красного цвета.

На листах графической части работы, содержащих карты эскизов маршрута сборки и технологические схемы сборки красным цветом выделяются присоединяемые составные части изделия или узла.

На чертеже приспособления изображается заготовка, выполненная предписанными стилями линий синего цвета, при этом заготовка показывается в положении, соответствующем закреплению заготовки в данном приспособлении.

При распечатке графического материала ВКР на листах формата А1 и А2 допускается цветные линии выполнять путем обводки распечатанных черных линий цветным карандашом.

При распечатке графического материала ВКР на листах формата А4 допускается все линии на чертежах выполнять черным цветом.

# Список использованных источников

1. СМКО МИРЭА 7.5.1/03.П.67-18 «Положение о выпускной квалификационной работе студентов, обучающихся по образовательным программам подготовки бакалавров»
2. СМКО МИРЭА 7.5.1/03 Л 57-18 «Порядок проведения проверки на объем заимствования и размещения в сети интернет выпускных квалификационных работ и научных докладов об основных результатах подготовленных диссертаций»
3. СМКО МИРЭА 7.5.1/03.п.69-18 «Рекомендации по оформлению письменных работ обучающихся по образовательным программам бакалавриата, специалитета и магистратуры
4. ГОСТ 2.004-88. ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. М.: Изд-во стандартов, 2001. − 24 с.
5. ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.М.: Изд-во стандартов, 2002. − 9 с.
6. ГОСТ 2.105-95. ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. М.: Изд-во стандартов, 2002. − 28 с.
7. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам. М.: Изд-во стандартов, 2001. − 38 с.
8. ГОСТ 2.114-95. ЕСКД. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2002. − 11 с.
9. ГОСТ 2.301-68. ЕСКД. Форматы. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 4 с.
10. ГОСТ 2.302-68. ЕСКД. Масштабы. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 2 с.
11. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 6 с.
12. ГОСТ 2.304-81. ЕСКД. Шрифты чертежные. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 21 с.
13. ГОСТ 2.305-68. **ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения.** М.: Изд-во стандартов, 2004. − 15 с.
14. ГОСТ 2.306-68. **ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.** М.: Изд-во стандартов, 2004. − 6 с.
15. ГОСТ 2.307-68. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 21 с.
16. ГОСТ 2.308-79. ЕСКД. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 20 с.
17. ГОСТ 2.309-73. ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхности. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 7 с.
18. ГОСТ 2.310-68. **ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки.** М.: Изд-во стандартов, 2004. − 7 с.
19. ГОСТ 2.316-68. ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. М.: Изд-во стандартов, 2004. − 6 с.
20. ГОСТ 3.1103-82. ЕСТД. Основные надписи. М.: Изд-во стандартов, 2003. − 15с.
21. ГОСТ 3.1105-84. **ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 21 с.
22. ГОСТ 3.1107-81. **ЕСТД. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 13 с.
23. ГОСТ 3.1109-82. **ЕСТД. Термины и определения основных понятий.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 15 с.
24. ГОСТ 3.1118-82. **ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 26 с.
25. ГОСТ 3.1119-83. **ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 17 с.
26. ГОСТ 3.1128-93. **ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 21 с.
27. ГОСТ 3.1129-93. **ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 22 с.
28. ГОСТ 3.1130-93. **ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 5 с.
29. ГОСТ 3.1702-79. **ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.** М.: Изд-во стандартов, 2003. − 21 с.
30. ГОСТ 3.1703-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы. М.: Изд-во стандартов, 2003. − 7 с.
31. ГОСТ 7.1-2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. М.: Изд-во стандартов, 2003. − 53 с.
32. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М.: Изд-во стандартов, 2003. − 23 с.
33. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин. М.: Изд-во стандартов, 2002.приложен

1. В понятие «формула» входят также и математические уравнения [↑](#footnote-ref-1)
2. В ВКР таком виде оформляются, как правило, чертежи приспособлений. [↑](#footnote-ref-2)