

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Основы проектирования машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

*Методические рекомендации для студентов направления
подготовки 15.03.03 «Прикладная механика»
очной формы обучения*



Могилев 2026

УДК 629.33:378
ББК 39.3:74.58
В 92

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Основы проектирования машин» «27» ноября 2025 г.,
протокол № 4

Составитель канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец

Изложены требования для выполнения выпускной квалификационной
работы студентами направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика»
очной формы обучения.

Учебное издание

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Ответственный за выпуск	А. П. Прудников
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 20.02.2026. Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,31. Тираж 26 экз. Заказ № 141.

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, 2026

Содержание

Введение	4
1 Тематика выпускной квалификационной работы.....	5
2 Содержание выпускной квалификационной работы.....	6
3 Требования к оформлению пояснительной записки.....	7
4 Обозначения конструкторских документов.....	15
5 Требования к оформлению сборочных чертежей.....	16
6 Требования к оформлению рабочих чертежей.....	25
7 Правила выполнения схем.....	34
Список литературы	37

Введение

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является завершающим этапом обучения.

Целью выпускной квалификационной работы является:

- расширение, закрепление и систематизация теоретических знаний и приобретение навыков практического применения этих знаний при решении конкретной задачи в области проектирования, производства, эксплуатации, ремонта, повышения износостойкости машин и технологического оборудования;

- развитие навыков самостоятельной работы, овладение методиками исследования и экспериментирования при решении проблем проектирования;

- приобретение опыта обработки, анализа и систематизации результатов теоретических расчетов, экспериментальных исследований в оценке их практической значимости и возможной области применения.

Выпускная квалификационная работа бакалавра представляет собой самостоятельное и логически законченное исследование на выбранную тему в области прикладной механики. Она выполняется под руководством научного руководителя и является квалификационной, т. е. она выполняется с целью получения соответствующей квалификации и предназначена для оценки профессиональной подготовки выпускника в соответствии с уровнем подготовки – бакалавр. За все сведения, изложенные в выпускной квалификационной работе, принятые решения и за правильность всех результатов ответственность несет непосредственно студент – автор выпускной квалификационной работы.

Документация, разрабатываемая в процессе работы над выпускной квалификационной работой, должна быть оформлена в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

ЕСКД – комплекс стандартов, устанавливающий взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия. Стандартами ЕСКД определяются нормы и правила по разработке, оформлению и обращению:

- всех видов конструкторских документов;
- учетно-регистрационных документов для конструкторских документов;
- документации по внесению изменений в конструкторские документы;
- нормативно-технической, технологической, программной документации, а также научно-технической и учебной литературы в той части, в которой они применимы.

В работе должна быть обоснована актуальность темы, ее техническая, экономическая, практическая или другая значимость; формулируется цель разработки. Содержание работы могут составлять теоретические исследования или решение задач прикладного характера. ВКР может представлять собой дальнейшее развитие ранее выполненных курсовых работ (проектов).

1 Тематика выпускной квалификационной работы

Тематика выпускной квалификационной работы должна быть актуальной и соответствовать современному уровню и перспективам развития науки и техники, а по своему содержанию отвечать задачам подготовки высококвалифицированных специалистов.

В каждой выпускной квалификационной работе должен быть решен комплекс взаимосвязанных технологических, конструкторских и организационно-экономических вопросов, а также вопросов обеспечения экологичности и безопасности жизнедеятельности, экономии материальных и энергетических ресурсов.

Примерные темы выпускных квалификационных работ.

1 Колесо цилиндрического прямозубого редуктора с модифицированным зубом для снижения контактных и изгибных напряжений.

2 Стенд для исследования предохранительных муфт.

3 Стенд для статических испытаний соединений деталей машин.

4 Ковш экскаватора с исследованием напряженно-деформированного состояния его элементов.

5 Цилиндрический многоступенчатый редуктор с прочностной оптимизацией конструкции.

6 Измельчитель мелкоколесья с заменой механического привода на гидравлический.

7 Захват кантователя для запарочных днищ.

8 Подъемный механизм машины с исследованием напряженно-деформированного состояния его элементов.

9 Коническо-планетарный редуктор привода подпрессовщика.

10 Привод каретки парковки лифтовой башенного типа.

Руководители ВКР могут выдать студентам темы, не вошедшие в приведенный перечень, однако все они должны быть связаны с разработкой, проектированием, оптимизацией и модернизацией конструкции механизма. Перечисленные темы выпускных квалификационных работ могут быть выполнены с более или менее развитой исследовательской частью. При этом наиболее целесообразно, чтобы исследовательская часть ВКР служила более полному и аргументированному обоснованию принятых в работе решений. В качестве таких исследований могут быть предложены следующие:

- исследование сил, возникающих в процессе функционирования механизма;

- исследование кинематических параметров механизма;

- исследование напряженно-деформированного состояния элемента конструкции механизма;

- исследование собственных частот и форм колебаний механической системы.

2 Содержание выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа состоит из графической части в объеме 5–7 листов чертежей или плакатов и пояснительной записки с приложениями объемом 40–60 с. [1–8]. Пояснительная записка с приложениями сшивается нитками либо шнуром без применения металлических частей (скоросшивателей, скрепок, скоб степлера). Пояснительная записка помещается в папку с тесемками (лентами), куда, после защиты проекта, также вкладываются сложенные листы графической части. На папку с тесемками наклеивается титульный лист.

2.1 Содержание графической части

Графическая часть ВКР выполняется на 5–7 чертежных листах формата А1 методами машинной графики. При необходимости в выпускной квалификационной работе могут быть использованы дополнительные форматы, размеры которых соответствуют ГОСТ 2.301–68. Конкретный перечень графических материалов определяется руководителем проекта и записывается в задание по проектированию ВКР. Все сборочные чертежи, представленные в графической части проекта, должны иметь спецификацию, оформленную в соответствии с ГОСТ 2.108–68. Спецификации подшиваются в расчетно-пояснительную записку.

В связи с большим разнообразием тем ВКР далее приводится примерный перечень листов, которые могут входить в графическую часть:

- *сборочный чертеж узла механизма* (формат А1);
- *рабочие чертежи деталей* (формат А2 или А1);
- *структурная схема сборки-разборки сборочной единицы* (формат А2 или А1);
- *ремонтный чертеж детали* (формат А2 или А1);
- *эскизы операционные* (формат А2 или А1);
- *результаты анализа напряженно-деформированного состояния элемента конструкции механизма* (формат А1);
- *основные технико-экономические показатели* (формат А2 или А1);
- *результаты научно-технического и патентного анализа разрабатываемой конструкции* (формат А2 или А1);
- *чертеж общего вида* (формат А1);
- *схема принципиальная (кинематическая, гидравлическая, электрическая)* (формат А2 или А1);
- *технические иллюстрации* (формат А2 или А1);
- *3D-модели* (формат А2 или А1);
- *результаты энерго-кинематического анализа механизма* (формат А1);
- *блок-схема методики расчета* (формат А2 или А1);
- *интерфейс пользователя разработанного программного приложения* (формат А2 или А1).

2.2 Содержание пояснительной записки

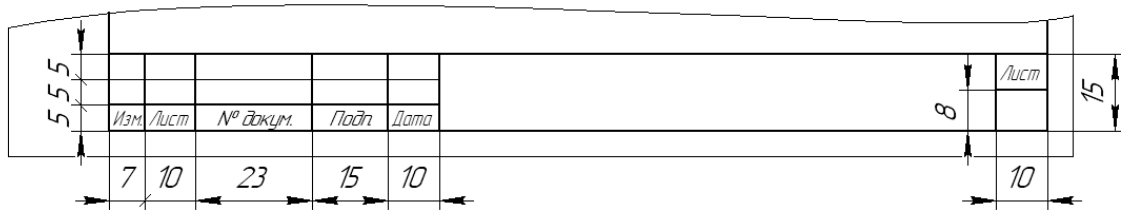


Рисунок 2 – Основная надпись по ГОСТ 2.104–68 (форма 2а)

Требования к расположению текстовой части.

Текстовая часть пояснительной записки выполняется на одной стороне листа:

- выводом на печать с ЭВМ;
 - рукописным способом – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304–81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко.
- Пояснительная записка должна соответствовать следующим требованиям:
- шрифт текста – Times New Roman;
 - ориентация страниц – книжная. У отдельных страниц ориентация может быть альбомная;
 - размер основного шрифта – кг. 14, дополнительного – кг. 12, межстрочный интервал – одинарный;
 - параметры полей: верхнее и нижнее – не менее 10 мм; левое и правое – не менее 3 мм (рисунок 3);
 - абзацный отступ – 15 мм;
 - выравнивание текста – по ширине;
 - нумерация страниц располагается внизу, по центру. Нумерация страниц записки и приложений должна быть сквозная. Титульный лист в нумерации учитывается, но номер на нем не ставится;
 - перед единицами измерения, сокращениями и между ними ставится неразрывный пробел (ctrl + shift + space);
 - не допускается применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера;
 - содержащиеся в тексте пункта или подпункта перечисления требований, указаний, положений обозначают знаком «–» или строчными буквами со скобкой, например: –.....; –.....; или а); б); в) и т. д. Каждый пункт, подпункт или перечисление записывают с абзаца.

Текст записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

В записке должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе. При этом не допускается применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины (синонимы).

Если в пояснительной записке принята особая система сокращения слов или наименований, то в ней должен быть приведен перечень принятых

сокращений, который помещают в начале записки сразу после содержания в раздел «Перечень условных обозначений».

В тексте записки числовые значения с обозначением единиц физических величин следует писать цифрами (например, 5 мм), а числа без обозначения единиц физических величин – словами (например, два колеса).

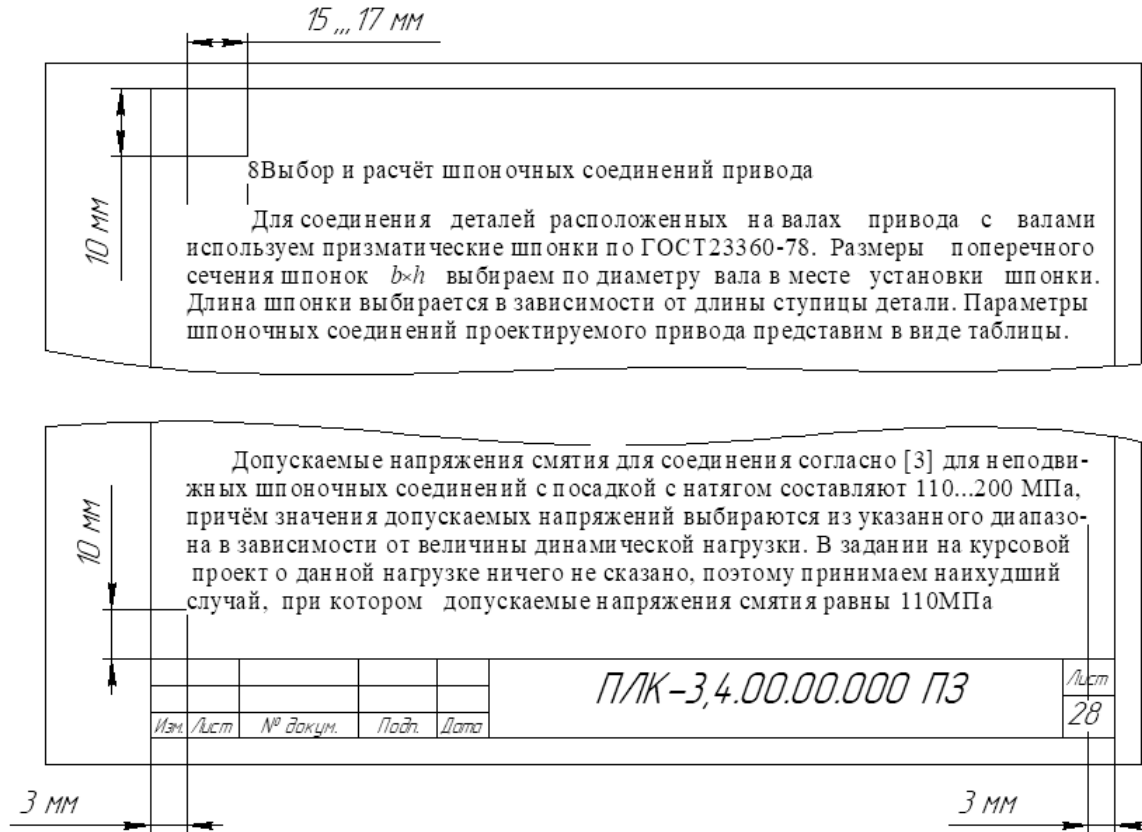


Рисунок 3 – Требования к расположению текстовой части

Единица физической величины одного и того же параметра в пределах записки должна быть постоянной. Если в тексте приводится ряд числовых значений или их диапазон, выраженных в одной и той же единице физической величины, то ее указывают только после последнего числового значения (например, 1,5; 1,75; 2 мм, от 20 до 45 мм).

Числовые значения величин следует указывать со степенью точности, которая необходима для обеспечения требуемых свойств изделия.

Требования к оформлению разделов и подразделов.

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой: 1.1; 1.2; 1.3 и т. д.

Наименования разделов и подразделов должны быть краткими.

Наименования разделов записывают в виде заголовков с абзаца с прописной буквы. Наименование подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной).

Переносы слов в заголовке не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы). Недопустимо написание заголовка раздела или подраздела в конце страницы, так что последующей текст оказывается на следующем листе. Необходимо, чтобы под заголовком было написано не менее трех строк.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 15 мм (рисунок 4).

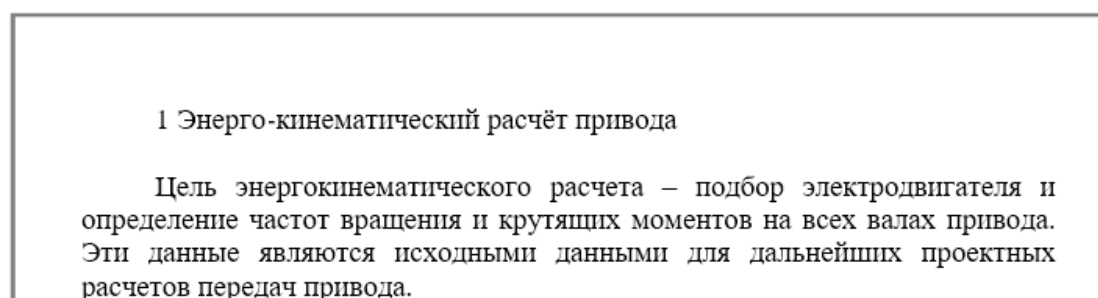


Рисунок 4 – Пример оформления разделов и подразделов

Требования к оформлению формул.

Формула в символьном виде должна располагаться посередине страницы и нумероваться арабскими цифрами в пределах раздела с правого края. Номер формулы должен состоять из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Допускается нумерация формул в пределах всего документа. Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках.

Если обозначения величин, входящих в формулу, встречаются в тексте записки впервые, то после символьной формулы должна даваться их расшифровка, начинающаяся со слова «где». Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле.

После формулы в символьном виде необходимо располагать формулу в числовом виде (рисунок 5).

Помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимости между величинами или между их числовыми значениями, представленными в буквенной форме, не допускается.

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения.

Выбор электродвигателя осуществляется по мощности, требуемой для обеспечения передачи крутящего момента на приводном валу. Мощность на приводном валу $P_{\text{вх}}$, кВт рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{вх}} = F_{\text{мзл}} \cdot \nu, \quad (1.4)$$

$$P_{\text{вх}} = 475,18 \cdot 0,1 = 47,52 \text{ Вт.}$$

Для вала круглого сечения осевой момент сопротивления определяется по формуле

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (4.20)$$

где d - диаметр вала в опасном сечении.

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,01^3}{32} = 0,098 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Рисунок 5 – Пример оформления формул

Требования к оформлению иллюстраций.

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Рисунки помещаются в тексте после абзацев, содержащих ссылку на них, обязательно до следующего заголовка, т. е. в пределах данного подраздела или раздела.

Все иллюстрации, если их в документе более одной, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например *Рисунок 1.1*, *Рисунок 2.1* и т. д.

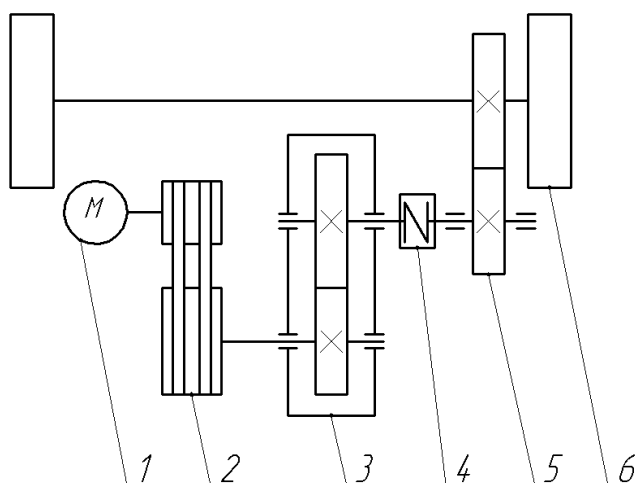
Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращенным словом «смотри», например *см. рисунок 1.2*.

Допускается нумерация иллюстраций в пределах всего документа.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Размер шрифта для названия иллюстрации и подрисуночного текста – кт. 12. Наименование иллюстрации помещают ниже поясняющих данных (рисунок 6). Название рисунка и подрисуночный текст располагаются с абзачного отступа и выравниваются по ширине.

До и после рисунка пропускается одна строка, также строка пропускается после названия рисунка.



1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – редуктор; 4 – муфта жёстко-компенсирующая; 5 – открытая зубчатая передача; 6 – приводные колёса тележки
Рисунок 1 – Схема привода тележки

Рисунок 6 – Пример оформления иллюстраций

Требования к оформлению таблиц.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. На все таблицы в тексте пояснительной записки должны быть ссылки. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Таблицы помещаются в тексте после абзацев, содержащих ссылку на них, обязательно до следующего заголовка, т. е. в пределах данного подраздела или раздела.

Таблица растягивается на всю ширину страницы. Название таблицы располагают с абзацного отступа.

Над таблицей на уровне ее левой границы записывают обозначение таблицы: *Таблица 2.1 – (название таблицы)*.

До названия таблицы, а также после самой таблицы пропускается строка. Наименование таблицы и саму таблицу пустой строкой не отделяют.

Заголовки столбцов таблицы начинают с прописных букв, а подзаголовки – со строчных. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки и подзаголовки указывают в единственном числе. Единицы физических величин для цифровых данных в строке или столбце указывают в их заголовке. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков столбцов. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте (рисунок 7).

Нумерация таблиц должна производиться арабскими цифрами, сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В приложениях таблицы нумеруются в пределах каждого приложения и ее обозначение состоит из буквы приложения и номера через точку.

По диаметрам валов под подшипники выбираем подшипники шариковые радиальные однорядные по ГОСТ 8338-75 для всех валов [3, с. 417, таблица 24.10]. Выбранные подшипники и их основные параметры заносим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Основные размеры и параметры подшипников

Назначение вала	Обозначение подшипников	d, мм	D, мм	B, мм	C, кН	C ₀ , кН
Быстроходный (второй вал)	208	40	80	18	32	17,8
Промежуточный (третий вал)	207	35	72	17	25,5	13,7
Тихоходный (четвертый вал)	212	60	110	22	52	31

Рисунок 7 – Пример оформления таблиц

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. Название помещают только над первой частью таблицы, а нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят. Над продолжением таблицы на другой странице пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы (например, Продолжение таблицы 1). При этом для продолжения таблицы повторяется часть с названием столбцов. Таблицу с большим количеством столбцов допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. При этом для продолжения таблицы повторяется часть с названием строк (рисунок 8).

Таблица 1 – Результаты расчётов энерго-кинематических параметров

Параметр	Вал				
	первый	второй	третий	четвертый	пятый
1	2	3	4	5	6
Мощность Р, кВт	2,33	2,3	2,19	2,08	1,98

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Крутящий момент Т, Н·м	30,92	30,52	116,24	434,24	413,36
Угловая скорость ω , рад ⁻¹	75,36	75,36	18,84	4,79	4,79
Частота вращения n, мин ⁻¹	720	720	180	45,8	45,8

Рисунок 8 – Пример оформления таблиц

Требования к оформлению приложений.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т. д.

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. Степень обязательности приложений при ссылках не указывается. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением информационного приложения «Библиография», которое располагают последним.

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.

В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

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

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится буква обозначения этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

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

Пример оформления приложения:

Приложение А
(обязательное)
Перечень составных частей привода

4 Обозначения конструкторских документов

ГОСТ 2.201–80 устанавливает единую обезличенную классификационную систему обозначения изделий и их конструкторских документов для всех отраслей промышленности. Структура обозначения изделия и основного конструкторского документа включает в себя четырехзначный код организации-разработчика, семизначный код классификационной характеристики и трехзначный порядковый номер.

Для документации, используемой внутри предприятия (в том числе эскизов), допускается использовать упрощенную систему обозначения. В этом случае структура обозначения основного конструкторского документа (рисунок 9) включает в себя условное обозначение изделия с его отличительным признаком и обозначением модификации, семизначный код с номерами сборочных единиц, узлов и деталей и обозначение шифра конструкторского документа. Условное обозначение изделия отделяется от семизначного кода точкой. Двухзначные номера узла, сборочной единицы и трехзначный номер детали в семизначном коде также отделяются точкой.

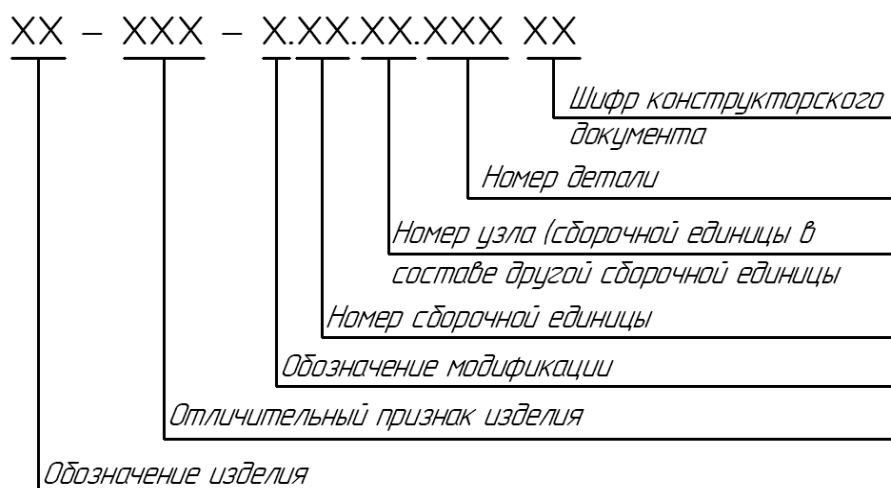


Рисунок 9 – Система обозначения конструкторских документов

В выпускной квалификационной работе принята следующая структура обозначения чертежей (рисунок 10).

ВКР	000/	00.	00.	000.
Выпускная квалификационная работа	Шифр (три последние цифры номера зачетной книжки)	Год защиты ВКР	Номер чертежа	Номер сборочной единицы

Рисунок 10 – Схема обозначения чертежей

Таким образом, студент группы МПР-221, имеющий зачетную книжку № 896175, обозначает чертежи следующим образом:

- ВРК.175/25.01.00.000 СБ – сборочный чертеж узла механизма;
- ВРК.175/25.01.00.001 – чертеж детали.

В пояснительной записке на всех листах записываются обозначение детали и буквы ПЗ: ВРК.175/25.00.00.000 ПЗ.

5 Требования к оформлению сборочных чертежей

5.1 Содержание сборочного чертежа

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы. Допускается на сборочных чертежах помещать дополнительные схематические изображения соединения и расположения составных частей изделия;

- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

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

- номера позиций составных частей, входящих в изделие;

- габаритные размеры изделия;

- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;

- техническую характеристику изделия (при необходимости). При указании установочных и присоединительных размеров должны быть нанесены координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями, а также другие параметры, например, для зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, модуль, количество и направление зубьев.

На сборочном чертеже допускается изображать перемещающиеся части изделия в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части допускается изображать на дополнительных видах с соответствующими надписями, например: *Крайнее положение каретки поз. 5*.

На сборочном чертеже изделия допускается помещать изображение пограничных (соседних) изделий (обстановки) и размеры, определяющие их взаимное расположение. Составные части изделия, расположенные за

обстановкой, изображают как видимые. При необходимости допускается изображать их как невидимые.

Если на сборочном чертеже необходимо указать наименования или обозначения изделий, составляющих обстановку, или их элементов, то эти указания помещают непосредственно на изображении обстановки или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения, например: *Автомат давления (обозначение), Патрубок маслоохладителя (обозначение)*.

5.2 Упрощения на сборочных чертежах

Сборочные чертежи следует выполнять, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД.

На сборочных чертежах, согласно ГОСТ 2.109–73, допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки и другие мелкие элементы;

- зазоры между стержнем и отверстием;

- крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые или составные части изделия. При этом над изображением делают надпись, например: *Крышка поз. 3 не показана*.

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

Сварное, паяное и тому подобное изделие из однородного металла в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая границы между деталями изделия сплошными основными линиями. Допускается не показывать границы между деталями, т. е. изображать конструкцию как монолитное тело.

На сборочных чертежах применяют следующие способы упрощенного изображения составных частей изделий:

- на разрезах изображают не рассеченными составные части, на которые оформлены самостоятельные сборочные чертежи;

- типовые, покупные и другие широко применяемые изделия изображают внешними очертаниями;

- внешние очертания изделия, как правило, следует упрощать, не изображая мелких выступов, впадин и т. п.

На сборочных чертежах уплотнения изображать условно, указывая стрелкой направление действия уплотнения.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные.

Допускается составные части изделия и их элементов, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т. п.

5.3 Номера позиций

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, где соответствующие составные части проецируются как видимые.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номера позиций наносят на чертеже, как правило, один раз.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один, два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

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

- для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления. Если крепежных деталей две и более и при этом разные составные части крепятся одинаковыми крепежными деталями, то количество их допускается проставлять в скобках после номера соответствующей позиции и указывать только для одной единицы закрепляемой составной части, независимо от количества этих составных частей в изделии;

- для группы деталей с отчетливо выраженной взаимосвязью, исключаящей различное понимание, при невозможности подвести линию-выноску к каждой составной части. В этих случаях линию-выноску отводят от закрепляемой составной части;

- для отдельных составных частей изделия, если графически изображать их затруднительно, в этом случае допускается на чертеже эти составные части не показывать, а местонахождение их определять при помощи линии-выноски от видимой составной части и на поле чертежа, в технических требованиях помещать соответствующее указание, например: *Жгуты поз. 12 под скобами обернуть прессшпаном.*

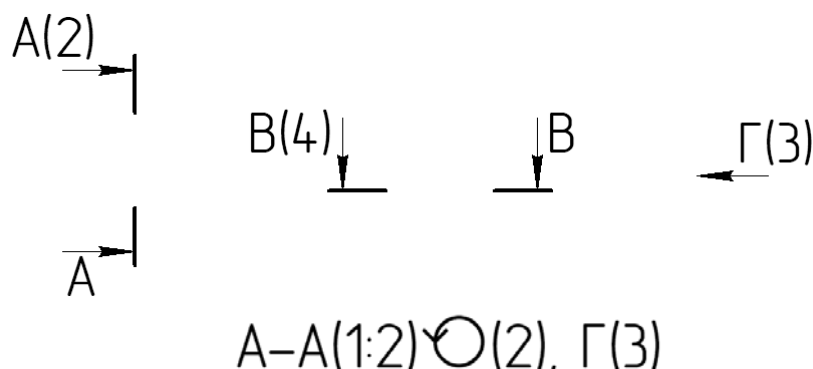
5.4 Выполнение отдельных видов сборочных чертежей

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно после надписи, относящейся к изображению.

Например: А–А (1:1); Б (5:1) и т. д.

Если отыскание дополнительных изображений затруднено вследствие выполнения его на двух и более листах, то у обозначения дополнительных изображений указывают номера листов и обозначений зон, на которых эти изображения помещены (рисунок 11).

В этих случаях над дополнительными изображениями у их обозначений указывают номера листов, на которых дополнительные изображения отмечены (см. рисунок 11). Обозначения изображений не подчеркиваются и буква М при указании масштаба не ставится.



(2), (3), (4) – обозначения листов, на которых отмечены дополнительные изображения

Рисунок 11 – Обозначение дополнительных изображений

Для обозначения на чертеже изображений (видов, разрезов, сечений выносных элементов) применяют прописные буквы русского алфавита, за исключением букв Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь.

Буквенные обозначения присваивают в алфавитном порядке без повторения и пропусков, независимо от листов чертежа.

В случае недостатка букв применяют цифровую индексацию: А1, А2 и т. д.

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

На сборочном чертеже изделия, включающего детали, на которые не выпущены рабочие чертежи, на изображении или в технических требованиях приводят дополнительные данные к сведениям, указанным в спецификации, необходимые для деталей (шероховатость поверхностей, отклонения формы и т. д.).

На сборочных чертежах изделий единичного производства допускается указывать данные о подготовке кромок под неразъемные соединения (сварку, пайку и т. д.) непосредственно на изображении или в виде выносного элемента, если эти данные не приведены на чертежах деталей.

Когда для изготовления по сборочному чертежу детали несложной конфигурации (без выпуска на нее самостоятельного чертежа) устанавливается определенный сортовой материал, то соответствующие размеры детали приводят в спецификации.

Если нет необходимости устанавливать определенный сортовой материал для детали, то на сборочном чертеже все размеры помещают на изображении этой детали, а в спецификации указывают только марку материала.

В зависимости от характера производства составные части изделия, на которые допускается не выпускать чертежи, могут учитываться двумя

способами: как детали с присвоением им обозначения и наименования или как материал без присвоения им обозначения и наименования и с указанием количества в единицах длины, массы или других единицах.

Если сборочную единицу изготавливают наплавкой на деталь металла или сплава, заливкой поверхности пластмассой или резиной, то чертеж на такие детали допускается не выпускать. На чертеже этих сборочных единиц указывают размеры поверхностей или элементов под наплавку или заливку, размеры окончательно готовой сборочной единицы и другие данные, необходимые для изготовления и контроля.

Наплавляемые металл, сплав, пластмассу, резину, которым заливают армирующие детали, записывают в спецификацию сборочной единицы в раздел «Материалы».

Если при сборке изделия для его регулировки требуется разное количество одинаковых деталей, то в графе «Кол» спецификации указывают наиболее вероятное количество, а в графе «Примечание» записывают наибольшее количество.

5.5 Требования к текстовой части сборочного чертежа

Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц регламентирует ГОСТ 2.316–88.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным.

В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых, а также установленных в стандартах. Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью.

На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки не должна превышать 185 мм.

Технические требования на чертежах излагают, группируя вместе однородные и близкие по характеру требования, по возможности в следующей последовательности:

- требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке, указание материалов-заменителей;
- размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т. п.;
- требования к качеству поверхностей, указание об их отделке, покрытии;
- зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;
- требования, предъявляемые к качеству изделий:
- бесшумность;
- виброустойчивость;
- самоторможение;
- условия и методы испытаний;
- правила транспортировки и хранения.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки.

Заголовок «Технические требования» не пишут.

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

Порядок записи технических требований. Чертеж сборочной единицы, в котором все размеры даны для справок и в сборочную единицу не входит сварное соединение (при наличии сварного соединения сварка по данному чертежу не выполняется). В этом случае к сборочной единице могут предъявляться следующие требования, отличные от требований СТБ 1022–96.

1 *Размеры для справок.*

2 *Смазка подшипникового узла – ЦИАТИМ ГОСТ.*

3 *Покрытие наружных поверхностей – Эмаль ПФ-115 темно-серая 896. III. У1.*

4 *Обеспечить при сборке бесшумность вращения, легкость настройки и регулировки.*

5 *Испытать на виброустойчивость по ГОСТ*

6 *Маркировать обозначение.*

7 *Остальные технические требования по СТБ 1022–96.*

Если в чертеже имеются размеры, которые не относятся к справочным.

1 * *Размеры для справок.*

Чертеж сборочной единицы, в которую входит сварное соединение; сварка выполняется по данному чертежу без последующей механической обработки.

1 * *Размеры для справок.*

2 *Сварное соединение II класса по ГОСТ 23118–99, второго разряда по ГОСТ 30021–93.*

3 *Предельные отклонения по ГОСТ 30021–93.*

4 *Покрытие... .*

5 *Остальные технические требования по ГОСТ 23118–99.*

Чертеж сборочной единицы, в которую входит сварное соединение; сварка выполняется по данному чертежу с последующей механической обработкой.

1 * *Размеры для справок.*

2 *Сварное соединение II класса по ГОСТ 23118–99, второго разряда по ГОСТ 30021–93.*

3 *Неуказанные предельные отклонения по ГОСТ 30021–93.*

4 *Покрытие... .*

5 *Остальные технические требования по ГОСТ 23118–99.*

Основная надпись первого листа сборочного чертежа выполняется по форме 1 ГОСТ 2.104–68 (см. рисунок 12). Для последующих листов допускается применять форму 1а (см. рисунок 13). Пример оформления основной надписи сборочного чертежа приведен на рисунке В.3.

5.6 Требования к оформлению спецификаций

Форму и порядок заполнения спецификаций изделий всех отраслей промышленности регламентирует ГОСТ 2.108–68. Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

В раздел «Документация» вносят все документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия.

В разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие в порядке возрастания классификационной характеристики.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые по государственным стандартам, отраслевым стандартам, стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, крепежные изделия, подшипники, и т. п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, применяемые не по основным конструкторским документам (по техническим условиям, каталогам и т. п.), за исключением стандартных изделий. Запись изделий производят по однородным группам, в пределах каждой группы в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие.

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

В раздел «Материалы» не записывают материалы, необходимое количество которых не может быть определено конструктором по размерам

элементов изделия. К таким материалам относятся, например, лаки, краски, клей, смазки, припой. Указание о применении таких материалов дают в технических требованиях на поле чертежа.

В раздел *«Комплекты»* вносят ведомость эксплуатационных документов, ведомость документов для ремонта и применяемые по конструкторским документам комплекты, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие, а также упаковку, предназначенную для изделия.

Графы спецификации заполняют следующим образом.

В графе *«Формат»* указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе *«Обозначение»*. Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе проставляют *«*»*, а в графе *«Примечание»* перечисляют все форматы.

Для документов, записанных в разделах *«Стандартные изделия»*, *«Прочие изделия»* и *«Материалы»* графу *«Формат»* не заполняют.

Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают: *БЧ*.

В графе *«Зона»* указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции, записываемой составной части (при разбивке поля чертежа на зоны по ГОСТ 2.104–68).

В графе *«Поз»* указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемое изделие, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов *«Документация»* и *«Комплекты»* графу *«Поз»* не заполняют.

В графе *«Обозначения»* указывают:

- в разделе *«Документация»* – обозначение записываемых документов;
- в разделах *«Комплексы»*, *«Сборочные единицы»*, *«Детали»* и *«Комплекты»* – обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, – присвоенное им обозначение.

В разделах *«Стандартные изделия»*, *«Прочие изделия»* и *«Материалы»* графу *«Обозначения»* не заполняют.

В графе *«Наименование»* указывают:

- в разделе *«Документация»* для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия и составляемых на данное изделие, – только наименование документов. Например, *«Сборочный чертеж»*, *«Габаритный чертеж»*, *«Технические условия»*;

- в разделах спецификации *«Комплексы»*, *«Сборочные единицы»*, *«Детали»*, *«Комплекты»* – наименования изделий в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих изделий. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают наименование и материал, а также размеры, необходимые для их изготовления;

- в разделе *«Стандартные изделия»* – наименования и обозначения изделий в соответствии со стандартами на эти изделия;

- в разделе *«Прочие изделия»* – наименования и условные обозначения изделия в соответствии с документами на их поставку с указанием обозначений этих документов;

– в разделе «*Материалы*» – обозначения материалов, установленные в стандартах или технических условиях на эти материалы.

Для записи ряда изделий и материалов, отличающихся размерами и другими данными и примененных по одному и тому же документу (и записываемых в спецификацию за обозначением этого же документа), допускается общую часть наименования этих изделий или материалов с обозначением указанного документа записывать на каждом листе спецификации один раз в виде общего наименования (заголовка). Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий и материалов только их параметры и размеры.

Указанным упрощением не допускается пользоваться, если основные параметры или размеры изделия обозначают только одним числом или буквой. Для подобных случаев запись производят следующим образом:

- *шайбы ГОСТ 18123–72*;
- *шайба 3*;
- *шайба 4*;
- *и т. д.*

В графе «*Кол*» указывают:

– для составных частей изделия, записываемых в спецификацию, количество их на одно специфицируемое изделие;

– в разделе «*Материалы*» – общее количество материалов на одно специфицируемое изделие с указанием единиц измерения. Допускается единицы измерения записывать в графе «*Примечание*» в непосредственной близости от графы «*Кол*»;

– в разделе «*Документация*» графу не заполняют;

– в графе «*Примечание*» указывают дополнительные сведения для планирования и организации производства, а также другие сведения, относящиеся к записанным в спецификацию изделиям, материалам и документам, например, для деталей, на которые не выпущены чертежи, – массу.

Для документов, выпущенных на двух и более листах различных форматов, указывают обозначение форматов, перед перечислением которых проставляют знак звездочки, например: * А4; А2.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать и номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4 (ГОСТ 2.301–68). При этом ее располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

Пример заполнения спецификации приведен в приложении Б.

6 Требования к оформлению рабочих чертежей

Основная надпись первого листа рабочего чертежа детали выполняется по форме 1 ГОСТ 2.104–68.

6.1 Размеры и предельные отклонения

Правила нанесения размеров и предельных отклонений устанавливает ГОСТ 2.307–68.

На чертеже должно быть проставлено минимальное число размеров, но достаточное для изготовления и контроля изделия. Повторение размеров на разных изображениях и в тексте чертежа не допускается.

Все размеры детали на чертеже должны быть нанесены с предельными отклонениями (исключение составляют размеры неотчетливых фасок и радиусов закруглений). Допускается не указывать предельные отклонения в следующих случаях:

- для размеров, определяющих зоны различной шероховатости одной и той же поверхности, зоны термообработки, покрытия, насечки. В этих случаях непосредственно у таких размеров наносят знак «*»;
- для справочных размеров (размеров, которые не выполняются по данному чертежу).

Справочные размеры на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: **Размеры для справок*.

Если все размеры на чертеже справочные, их знаком «*» не отмечают, а в технических требованиях записывают: *Размеры для справок*.

К справочным размерам относят:

- один из размеров замкнутой размерной цепи;
- размеры на сборочных чертежах, используемые как установочные и присоединительные, габаритные, обозначающие предельные положения отдельных элементов (например, ход поршня);
- размеры элементов из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются при обозначении материала.

Если в технических требованиях надо дать ссылку на размер, то этот размер обозначают буквой.

При выполнении рабочих чертежей деталей, изготавливаемых отливкой, штамповкой, ковкой с последующей обработкой части поверхности указывают не более одного размера, по каждому координатному направлению, связывающего механически обрабатываемые поверхности с необрабатываемыми.

Если элемент изображен с отступлением от масштаба, то размерное число следует подчеркнуть.

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

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают. Размерные числа и предельные отклонения не допускается разделять какими бы то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают.

Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы наносят знак \varnothing (R) без надписи «Сфера». Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, то перед размерным числом диаметра (радиуса) допускается наносить слово «Сфера» или знак 0, например *Сфера $\varnothing 18$; 0R12*.

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

Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий.

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия), рассматриваются как один элемент, если между ними нет промежутка или если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями.

Размеры детали или отверстия прямоугольного сечения могут быть указаны на поле линии-выноски размерами сторон через знак умножения. При этом на первом месте должен быть указан размер той стороны прямоугольника, от которой проводится линия-выноска.

Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается оговаривать в технических требованиях чертежа. Она должна содержать условные обозначения предельных отклонений размеров по квалитетам (ГОСТ 25346–89) или по классам точности (ГОСТ 25870–83). Симметричные предельные отклонения, назначаемые по квалитетам, следует обозначать $\pm IT/2$ с указанием номера квалитета.

Например: *Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих H12, охватываемых h12, остальных $\pm IT 12/2$.*

При этом под охватываемыми понимают любые наружные, включая нецилиндрические элементы детали, а под охватывающими – любые внутренние (например, шпоночные пазы).

Предельные отклонения по ГОСТ 25670–83 (по классам точности) обозначают буквой t с индексами 1, 2, 3 и 4 для классов точности соответственно точный, средний, грубый и очень грубый ($t1$, $t2$, $t3$ и $t4$). Они примерно соответствуют квалитетам:

- *точный* – 11–12 квалитету;
- *средний* – 13–14 квалитету;
- *грубый* – 15–18 квалитету;
- *очень грубый* – 17 квалитету.

Неуказанные предельные отклонения углов (кроме 90°), а также радиусов закруглений и фасок устанавливают в зависимости от квалитета или класса точности неуказанных предельных отклонений размеров по таблицам, приведенным в ГОСТ 26670–83.

Когда необходимо указать только один предельный размер (второй, ограничен в сторону увеличения или уменьшения каким-либо условием), после размерного числа указывают соответственно \max или \min .

6.2 Шероховатость поверхностей

Параметры и характеристики шероховатости поверхностей определяет ГОСТ 2789–73. Параметры шероховатости (один или несколько) выбираются из приведенной номенклатуры:

- Ra – среднее арифметическое отклонение профиля;
- Rz – высота неровностей профиля по десяти точкам;
- R_{\max} – наибольшая высота профиля;
- Sm – средний шаг неровностей;
- S – средний шаг местных выступов профиля;
- tr – относительная опорная длина профиля, где p – значение уровня сечения профиля.

Параметр Ra является предпочтительным.

Обозначение шероховатости поверхностей и правила их нанесения на чертежах устанавливает ГОСТ 2.309–73. Шероховатость поверхности, вид обработки которой конструктором не устанавливается, обозначается знаком $\sqrt{\quad}$.

Шероховатость поверхности, образованной удалением слоя материала, обозначают знаком $\sqrt{\quad}$, а без удаления слоя материала – $\sqrt{\quad}$.

Параметры шероховатости Ra и Rz указывают соответствующим символом и числовым значением.

Два и более параметра шероховатости поверхности записывают в обозначении сверху вниз в следующем порядке (рисунок 12):

- параметр высоты неровностей профиля Ra , Rz , R_{\max} ;
- диапазон базовой длины l ;
- параметр шага неровностей профиля Sm , S ;
- относительная опорная длина профиля tr .

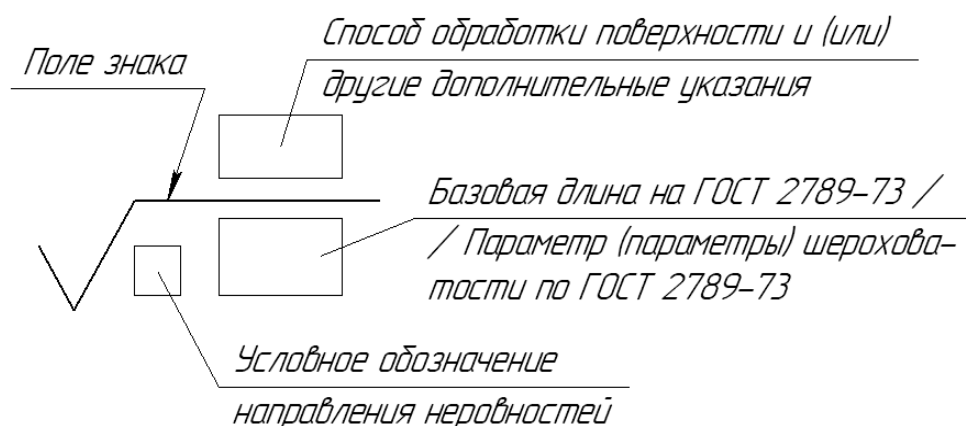


Рисунок 12 – Обозначение шероховатости поверхности

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 обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, на рамке допуска формы, а также разрывать выносную линию (рисунок 13).

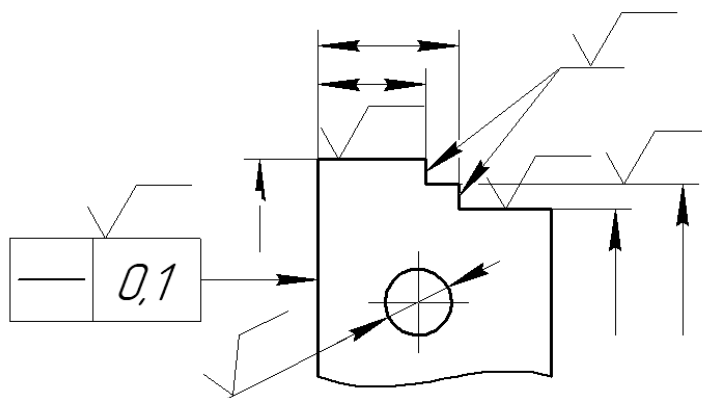


Рисунок 13 – Расположение обозначения шероховатости поверхности

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рисунке 14.

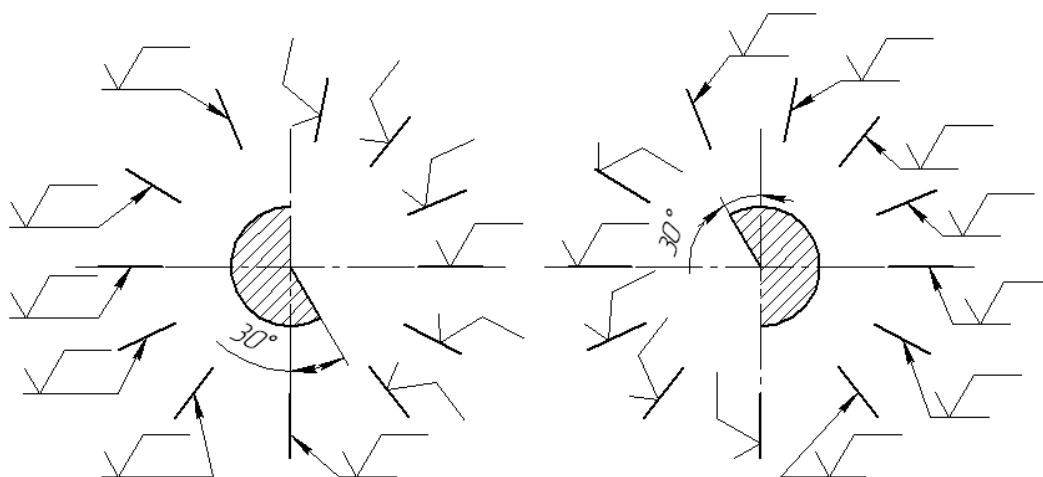


Рисунок 14 – Расположение обозначения шероховатости поверхности

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, помещают в правом верхнем углу чертежа, рядом с ним в скобках наносят знак шероховатости, причем размеры знака с указанием шероховатости должны быть в 1,5 раза больше, чем в скобках. Размеры же знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображении. Если шероховатость одинакова для всех поверхностей, то знак в скобках не ставится (рисунок 15).

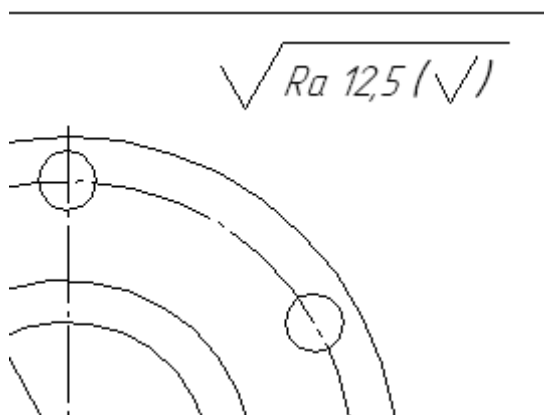


Рисунок 15 – Обозначение неуказанной шероховатости поверхности

Значения шероховатости для различных поверхностей деталей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Величина шероховатости Ra

Вид поверхности	Величина шероховатости Ra , мкм
Посадочные поверхности под подшипники качения при: диаметре до 80 мм диаметре св. 80 мм	1,25 2,5
Торцы заплечников валов для базирования подшипников качения	2,5
Торцы заплечников валов для базирования зубчатых колёс, а также их самих при отношении длины отверстия ступицы l к ее диаметру d : $l/d < 0,7$ $l/d \geq 0,7$	1,6 3,2
Поверхности валов под резиновые манжеты	0,63
Поверхности шпоночных пазов на валах (в отверстиях): рабочие нерабочие	3,2 (1,6) 6,3 (3,2)
Торцы ступиц зубчатых колёс для базирования подшипников качения	1,6
Нерабочие торцовые поверхности зубчатых, червячных колёс	6,3
Рабочие поверхности зубьев зубчатых колёс внешнего зацепления: с модулем ≤ 5 мм с модулем > 5 мм	1,25 2,5
Рабочие поверхности витков червяков: цилиндрических глобоидных	0,63 1,25
Поверхности выступов зубьев колёс, витков червяков	6,3

6.3 Обозначение материалов изделий

Обозначение материала в конструкторской документации должно соответствовать его обозначению, приведенному в стандарте на этот материал, с той полнотой, которая необходима в каждом отдельном случае.

Чугун.

Марки серого чугуна устанавливаются по ГОСТ 1412–85:

СЧ10; СЧ15; СЧ2С; СЧ25; СЧ30; СЧ35.

Пример обозначения: *СЧ25 ГОСТ 1412–85.*

Марки ковкого чугуна устанавливает ГОСТ 1215–79:

КЧ30-8; КЧ33-8; КЧ35-10; КЧ37-12; КЧ45-7; КЧ50-5.

Пример обозначения: *КЧ30-8 ГОСТ 1215–79.*

Стальные отливки.

Марки углеродистой стали для отливок устанавливает ГОСТ 977–88, для легированных – ГОСТ 7832–65. Буква *Л* означает литейную сталь.

Примеры обозначений: *Отливка 25Л ГОСТ 977–88; Отливка 30ХГСФЛ ГОСТ 7832–65.*

Марки стали углеродистой обыкновенного качества установлены ГОСТ 380–88. Сталь поставляется по механическим свойствам – группа А (в обозначении не указывается), по химическому составу – группа Б, по механическим свойствам и химическому составу – группа В. Установлены следующие марки стали *Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6.*

Примеры обозначения: *Ст 3 ГОСТ 380–88; ВСт 5 ГОСТ 380–88.*

Технические условия на прокат сортовой и фасонный из углеродистой стали обыкновенного качества изложены в ГОСТ 535–88.

Марки стали углеродистой качественной конструкционной по ГОСТ 1050–88: *08, 10, 15, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58, 60 и 20Г, 30Г, 40Г, 50Г, 65Г.*

Пример обозначения: *Сталь 10 ГОСТ 1050–88.*

Технические требования и марки легированной конструкционной стали устанавливает ГОСТ 4543–71.

Пример обозначения: *Сталь 40ХН2МА ГОСТ 4543–71.*

Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590–88 диаметром 100 мм, обычной точности прокатки В по ГОСТ 2590–88, из стали Ст 5 пс, категории 1, группы II:

$$\text{Круг} \frac{100 - В \text{ ГОСТ } 2590 - 88}{Ст 5пс 1 - II \text{ ГОСТ } 535 - 88}$$

Лист горячекатаный по ГОСТ 19903–74 из низколегированной высокопрочной стали 09Г2С по ГОСТ 19281–89 толщиной 10 мм, нормальной точности прокатки Б, нормальной плоскостности (ПН):

$$\text{Лист} \frac{Б - ПН - 10 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{09Г2С \text{ ГОСТ } 19281 - 89}$$

Шестигранная калиброванная сталь 45 размера 25 мм, 5-го класса точности, термообработанной Т, с качеством поверхности группы В по ГОСТ 1051–73:

$$\text{Шестигранник} \frac{25-5 \text{ ГОСТ } 2591-88}{45-T-B \text{ ГОСТ } 1051-73}$$

6.4 Указания по термической обработке

Если всю деталь подвергают термической или химико-термической обработке одного вида, то в технических требованиях чертежа записывают, например:

- 58...62 HRC ((60 ± 2) HRC);
- 240...260 HB ((250 ± 10) HB);
- ТВЧ 1,2...1,8 мм, 4...60 HRC ($h = 1,2...1,8$ мм, (57 ± 3) HRC).

Если отдельный участок детали подвергают особой термообработке, то его помечают на чертеже утолщенной штрихпунктирной линией, указывают длину участка, а на полке линии-выноски указывают показатели свойств материала (вид термообработки, глубина термообработки h , мм, полученная твердость), как продемонстрировано на рисунке 16.

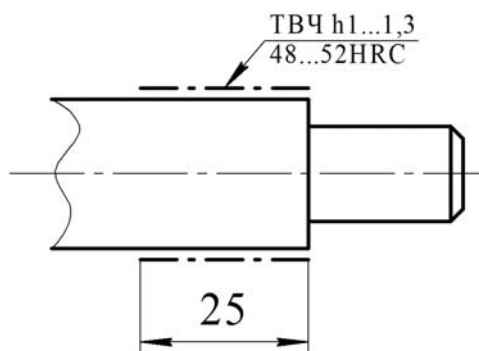


Рисунок 16 – Указание свойств материала на чертеже

6.5 Допуски формы и расположения поверхностей

При изготовлении деталей появляются погрешности не только линейных размеров, но и геометрической формы, а также погрешности в относительном расположении осей, поверхностей и конструктивных элементов детали. Эти погрешности могут оказывать вредное влияние на работоспособность деталей, вызывая динамические нагрузки, вибрации, шум, иногда – заклинивание или интерференцию.

С целью ограничения перечисленных отклонений на чертежах задают допуски расположения посадочных поверхностей деталей редуکتора.

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертеже в рамке, разделенной на три или две части. В первой части размещают графический знак допуска (рисунок 17), во второй – его числовое значение в миллиметрах, в третьей – обозначение базы (прописной буквой), относительно которой задан допуск.

Круглости Цилиндричности Соосности Радиального и
торцового биения



Параллельности Симметричности Перпендикулярности Позиционный



Рисунок 17 – Обозначение допусков формы и расположения поверхностей

Алгоритм определения допусков формы и расположения поверхностей для вала приведен на рисунке 18 и в таблице 2.

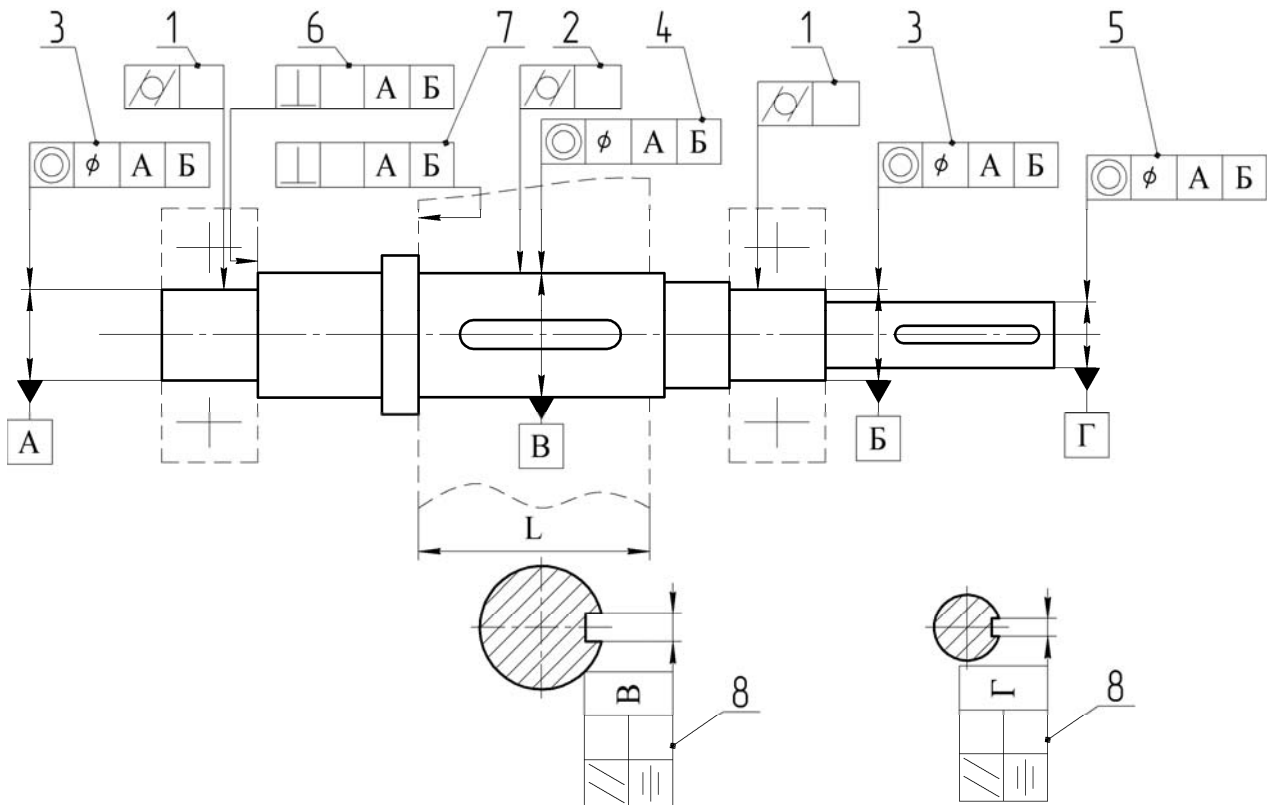


Рисунок 18 – Допуски формы и расположения поверхностей вала

Алгоритм определения допусков формы и расположения поверхностей для зубчатого колеса приведен на рисунке 19 и в таблице 3.

Таблица 2 – Допуски формы и расположения поверхностей вала

Позиция на рисунке 18	Допуск
1, 2	$T = 0,5 \cdot t$, где t – допуск размера поверхности
3	$T = 0,0004 \cdot L$ – для радиального шарикового подшипника; $T = 0,0003 \cdot L$ – для радиально-упорного шарикового или роликового подшипника с короткими цилиндрическими роликами; $T = 0,0002 \cdot L$ – для конического роликового подшипника
4	$T = t$, где t – допуск размера поверхности
5	$T = 60/n$, где n – частота вращения вала, мин ⁻¹
6	$T = t$, где t – допуск размера поверхности, на которой устанавливается подшипник
7	$T = t$, где t – допуск размера поверхности, на которой устанавливается зубчатое колесо
8	$T_{\text{параллельности}} = 0,5 \cdot t$, $T_{\text{симметричности}} = 2 \cdot t$, где t – допуск ширины шпоночного паза

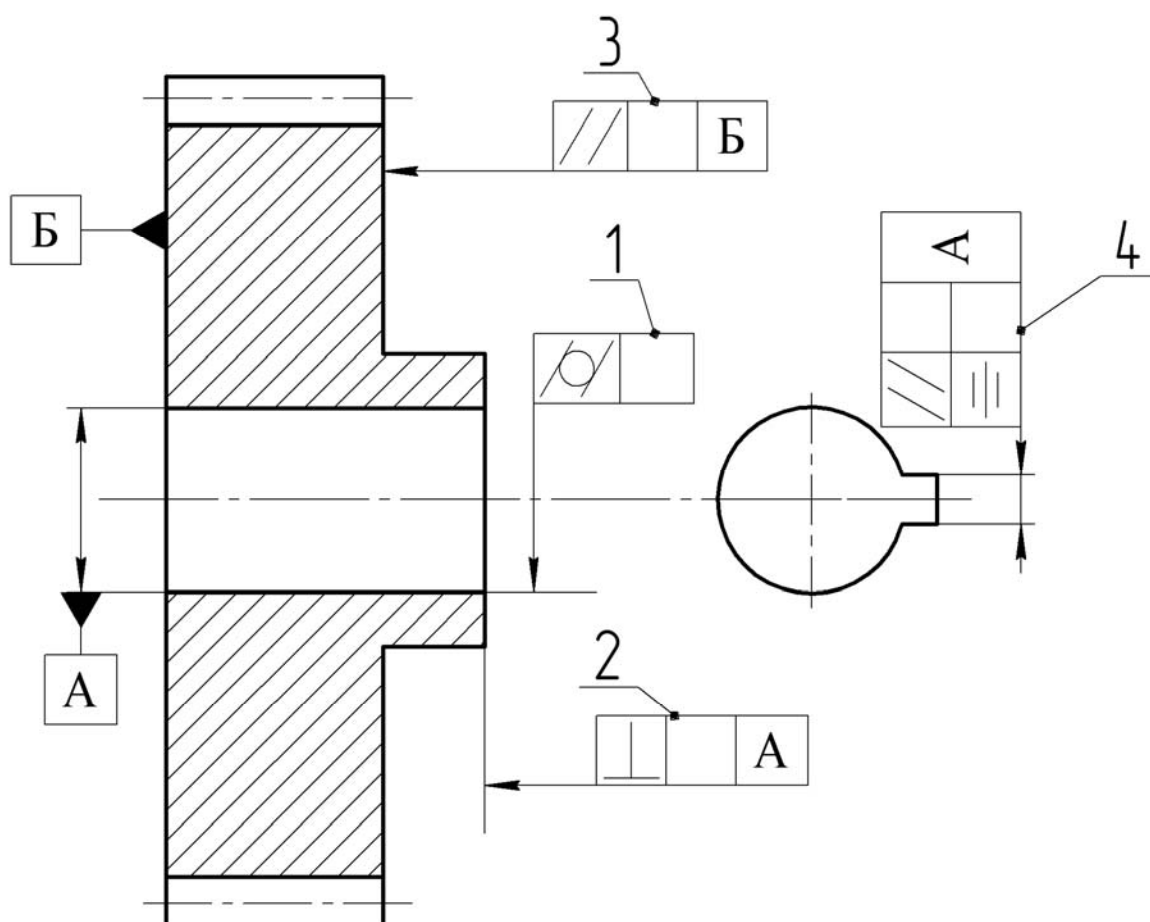


Рисунок 19 – Допуски формы и расположения поверхностей колеса

Алгоритм определения допусков формы и расположения поверхностей для крышки подшипника приведен на рисунке 20 и в таблице 4.

Таблица 3 – Допуски формы и расположения поверхностей колеса

Позиция на рисунке 19	Допуск
1	$T = 0,5 \cdot t$, где t – допуск размера поверхности
2, 3	$T = 1,5 \cdot t$, где t – допуск размера посадочного отверстия колеса
4	$T_{\text{параллельности}} = 0,5 \cdot t$, $T_{\text{симметричности}} = 2 \cdot t$, где t – допуск ширины шпоночного паза

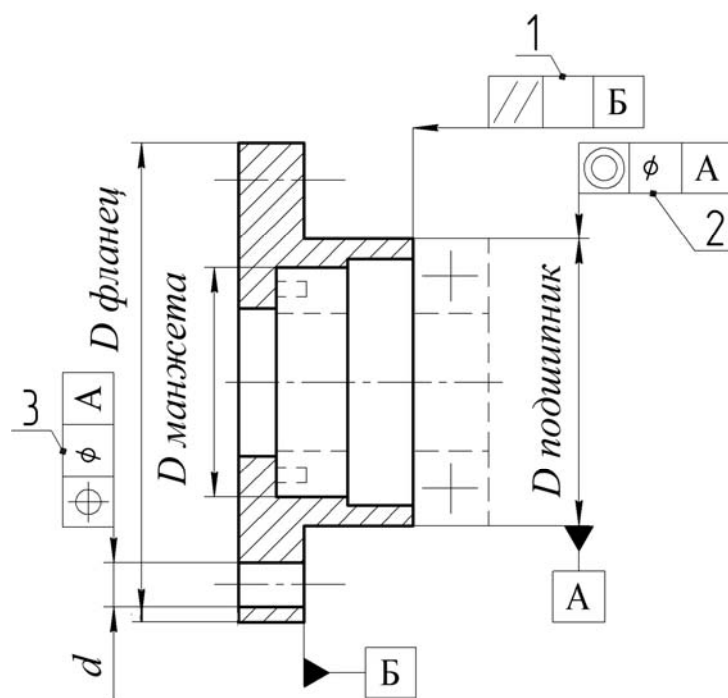


Рисунок 20 – Допуски формы и расположения поверхностей крышки подшипника

Таблица 4 – Допуски формы и расположения поверхностей крышки подшипника

Позиция на рисунке 20	Допуск
1	$T = t$, где t – допуск размера поверхности D_{ϕ}
2	$T = 0,6 \cdot t$, где t – допуск размера поверхности
3	$T = 0,4 \cdot (d_{\text{отв}} - d_{\text{винт}})$, где $d_{\text{отв}}$ – диаметр отверстия под винт; $d_{\text{винт}}$ – диаметр резьбы винта

7 Правила выполнения схем

7.1 Общие требования к выполнению схем

Требования к выполнению схем устанавливает ГОСТ 2.701–84.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия не учитывают или

учитывают приблизительно. Графические обозначения элементов и соединяющие их линии связи следует располагать таким образом, чтобы обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Допускается обрывать линии связи, если они затрудняют чтение схемы. В этом случае линии связи заканчивают стрелками, около которых указывают места обозначения прерванных линий или необходимые характеристики цепей (например, давление, расход жидкости, потенциал и др.).

В схемах применяют следующие условные графические обозначения:

- установленные стандартами ЕСКД и построенные на их основе;
- выполненные в виде упрощенных внешних контуров (в том числе аксонометрических);
- прямоугольники;
- нестандартизированные графические обозначения (в этом случае на схемах приводят соответствующие пояснения).

Если на какие-то элементы установлены несколько вариантов условных графических обозначений, различающихся геометрической формой или степенью детализации, на всех схемах данного изделия должен быть применен один вариант обозначения. Условные графические обозначения элементов изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения. Условные графические обозначения элементов, размеры которых в указанных стандартах не установлены, должны изображать на схеме в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на условные графические обозначения. Размеры условных графических обозначений, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия.

Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи. Элементы, входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь: буквенные, буквенно-цифровые или цифровые обозначения. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Таблицу перечня элементов заполняют сверху вниз.

В графе «Поз. Обозначение» указывают позиционные обозначения элементов.

В графе «Наименование» указывают:

- для функциональной группы – наименование;
- для элемента (устройства) – его наименование и обозначение документа, на основании которого он применен (ГОСТ, ТУ или обозначение технической документации на него).

В графе «Примечание» следует указывать технические данные, не содержащиеся в наименовании элемента.

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на

формате А4; основную надпись и дополнительные графы к ней – по ГОСТ 2.104–69. При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы П и кода схемы, к которой выпускают перечень. Например, код перечня элементов к гидравлической принципиальной схеме – ПГЗ. При этом в основной надписи (графа 1) указывают наименование изделия, а также наименование документа.

Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы. Около графических обозначений элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств и т. п.).

Текстовые данные в зависимости от содержания располагают:

- рядом с графическими обозначениями;
- внутри графических обозначений;
- над линиями связи;
- в разрыве линии связи;
- рядом с концами линий связи;
- на свободном поле схемы.

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий.

7.2 Гидравлические схемы

Правило выполнения гидравлических и пневматических схем устанавливает ГОСТ 2.704–78. Условные графические обозначения элементов гидравлических и пневматических сетей приведены в ГОСТ 2.780–68, распределителей и регулирующей гидравлической и пневматической аппаратуры – в ГОСТ 2.781–68, насосов и двигателей – в ГОСТ 2.782–68, элементов трубопроводов – в ГОСТ 2.784–70, трубопроводной арматуры – в ГОСТ 2.785–70.

7.3 Кинематические схемы

ГОСТ 2.703–68 устанавливает правила выполнения кинематических схем. На принципиальной схеме изделия должны быть представлены: вся совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для осуществления, регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов; все кинематические связи, в том числе связи

с источником движения. Все элементы изображают условными графическими обозначениями или упрощенно (внешними очертаниями).

На кинематической схеме указывают наименование каждой кинематической группы элементов (на полке линии-выноски, проведенной от соответствующей группы), основные характеристики и параметры кинематических элементов, определяющие исполнительные движения рабочих органов или его составных частей. Каждому кинематическому элементу, изображенному на схеме, присваивают, как правило, порядковый номер, начиная от источника движения, или буквенно-цифровое позиционное обозначение. Все элементы нумеруют только арабскими цифрами (валы допускается нумеровать римскими цифрами). Порядковый номер элемента проставляют на полке линии-выноски. Под ней указывают основные характеристики и параметры кинематического элемента (допускается помещать их в перечень элементов схемы). Условные графические обозначения, применяемые на кинематических схемах, устанавливает ГОСТ 2.770–88.

Список литературы

1 **Смелягин, А. И.** Структура машин, механизмов и конструкций : учеб. пособие / А. И. Смелягин. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 387 с.

2 **Соболев, А. Н.** Теория механизмов и машин (проектирование и моделирование механизмов и их элементов) : учебник / А. Н. Соболев, А. Я. Некрасов, А. Г. Схиртладзе. – М. : КУРС ; ИНФРА-М, 2025. – 256 с.

3 **Журавлев, С. Ю.** Организация ремонтно-обслуживающего производства. Теория и практика : учеб. пособие / С. Ю. Журавлев. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 216 с.

4 **Берлинер, Э. М.** САПР технолога машиностроителя : учебник / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2022. – 336 с. : ил.

5 **Учаев, П. Н.** Компьютерная графика в машиностроении : учебник / П. Н. Учаев, К. П. Учаева ; под общ. ред. П. Н. Учаева. – 2-е изд. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 272 с.

6 **Карпушкин, С. В.** Современные конструкции технологических машин и аппаратов : учеб. пособие / С. В. Карпушкин. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 144 с.

7 **Гуревич, Ю. Е.** Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. Т. 1: Исходные положения. Соединения деталей машин. Детали передач / Ю. Е. Гуревич, А. Г. Схиртладзе. – М. : КУРС ; ИНФРА-М, 2024. – 240 с.

8 **Гуревич, Ю. Е.** Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. Т. 2: Механические передачи / Ю. Е. Гуревич, А. Г. Схиртладзе. – М. : КУРС ; ИНФРА-М, 2026. – 248 с.