

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Томский политехнический университет»

А. В. Мурин, В. А. Осипов

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ МАШИН

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Учебное пособие

**Издательство ТПУ
Томск 2009**

УДК 621.81.001.63 (075.8)
ББК 34.42я73
М901

Мурин А. В., Осипов В. А.

Основы конструирования деталей и узлов машин: Курсовое проектирование. Учебное пособие /Под ред. А.В. Мурина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 322 с.

В учебном пособии приведены: общие сведения об основах проектирования механических устройств; сведения о последовательности выполнения проекта; пояснения, необходимые для расчетов работоспособности и конструирования разрабатываемых конструкций и их элементов; правила оформления текстовых и графических конструкторских документов в соответствии со стандартами Единой системы конструкторской документации; индивидуальные учебные технические задания на курсовой проект; справочные материалы.

Рецензенты:

Г. Г. Волокитин

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной механики и материаловедения Томского государственного архитектурно-строительного университета;

В. З. Мидуков

Доктор технических наук, профессор, кафедра «Технология и методика трудового обучения» Томского государственного педагогического университета

ВВЕДЕНИЕ

Выполнением курсового проекта по основам конструирования и деталям машин завершается общетехнический цикл подготовки студентов, а названный проект является первой самостоятельной творческой инженерной работой, при выполнении которой активно используются знания практически всех изучаемых до этого общеинженерных дисциплин: механики, сопротивления материалов, технологии металлов, материаловедения и др. В процессе курсового проектирования подводятся итоги работы, выполненной при изучении основ теории по данной дисциплине, а также приобретаются начальные знания и умения проектирования деталей и узлов общемашиностроительного назначения. Теоретические знания применяются для решения конкретной инженерной задачи, особенностью которой является многовариантность получаемого решения и необходимость обоснованного выбора наилучшего или поиск оптимального варианта. При этом возникает потребность в дополнительных знаниях и вырабатываются новые умения. Переход от формальной логики теоретических дисциплин к эвристической деятельности инженера является одной из составляющих того трудного качественного скачка, который предстоит совершить студенту, осваивая курс «Основы конструирования и детали машин» и выполняя проект по нему.

Основная цель курсового проектирования – приобретение умения и определенных навыков самостоятельной творческой работы и инженерного подхода к решению технических конструкторских задач.

Курсовое проектирование – это разновидность инженерной деятельности, особенно при выполнении реальных проектов по заданиям производства и кафедры. Оно воспитывает ответственность за выполняемую инженерно-техническую работу, дает определенные навыки научно-исследовательской работы, рационализации, изобретательства, навыки работы с технической литературой, навыки выполнения расчетов, составления пояснительных записок и другой проектной документации.

Курсовой проект по основам конструирования и деталям машин подготавливает студента к выполнению проектов по специальным дисциплинам, выпускной квалификационной работы и к практической инженерной работе по окончании университета.

Основополагающими принципами, на которых базируется производство и проектирование механических да и не только механических устройств являются следующие:

- блочность (модульность) конструкций,
- унификация,
- стандартизация.

Использование блочных и унифицированных конструкций позволяет получить наиболее высокий технико-экономический эффект при изготовлении и эксплуатации машин.

Блочная конструкция – это конструкция, состоящая из самостоятельных законченных сборочных единиц – блоков, соединенных между собой посредством легкоразъемных элементов, обеспечивает специализацию производства и в итоге – повышение качества и уменьшение стоимости изготовления.

Блочная конструкция позволяет легко отделить от машины сборочную единицу (блок), требующую ремонта, без разборки смежных элементов конструкции. При наличии запасных блоков можно производить их быструю замену, что уменьшает простои оборудования и позволяет обеспечить качественный ремонт в специализированных участках (цехах). Кроме того применение блочных конструкций дает возможность максимально унифицировать отдельные сборочные единицы и детали, что увеличивает массовость их производства со всеми вытекающими из этого преимуществами.

Принцип блочности и унификации обеспечивает возможность серийного производства машин, а также расширяет кооперацию между заводами, специализирующимися на производстве отдельных нормализованных и унифицированных элементах таких машин.

Огромное значение для удешевления машин и повышения их качества имеет применение стандартных деталей и узлов и стандартных размеров. Кроме того, широкое использование стандартных деталей и сборочных единиц не только сокращает время изготовления, ремонта машин, но облегчает и ускоряет сам процесс проектирования.

Таким образом максимальное использование стандартных деталей, узлов и всех стандартов, имеющихся в данной области техники, при проектировании новых устройств является неременным условием получения качественного изделия и уменьшение времени проектирования.

В полной мере все отмеченное относится и к учебному проектированию. Реализация названного принципа в учебном процессе предполагает наличие у разработчика достаточного количества справочных материалов.

Однако в учебных условиях серьезные инженерные справочники и справочные пособия имеются в ограниченном количестве и зачастую далеко не современные. Необходимые для проектирования сведения по стандартным элементам деталей, стандартным изделиям и узлам общего

назначения в имеющейся в настоящее время учебной литературе часто отсутствует или приводятся в ограниченном виде.

Предлагаемая методическая разработка имеет своей целью в какой-то мере облегчить пользователю получение необходимых справочных материалов при выполнении курсовых проектов для студентов всех специальностей.

В ней приведены широкоиспользуемые при проектировании элементов машин сведения по стандартным элементам деталей, стандартные детали и стандартные сборочные единицы общего назначения и другие конструкторские стандарты.

1 ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДЕТАЛЯМ МАШИН

Курсовой проект по возможности наиболее полно должен охватить круг вопросов, рассматриваемых в теоретической части курса, т. е. он должен включать в себя расчеты и конструирование деталей и узлов общемашиностроительного назначения, которые не только широко распространены и имеют большое практическое значение, но и не подвержены в обозримом будущем моральному старению. Наиболее полно отвечают такому требованию электромеханические приводы общего назначения, например, приводы транспортирующих, технологических и других машин. Достоинством заданий на разработку приводов является и то, что они обычно являются блочными конструкциями, представляющими самостоятельные законченные сборочные единицы. Задания такого типа, разработанные на кафедре теоретической и прикладной механики ТПУ, приведены в настоящем учебном пособии.

Для студентов, имеющих производственный опыт и навыки конструкторской работы, могут выдаваться задания с элементами научных исследований или задания на реальное проектирование по темам, выполняемым кафедрой для производства, или на другие опытно-конструкторские разработки.

По ходатайству с места работы студента можно выдать тему курсового проекта по заданию предприятия с последующим внедрением его результатов в производство. Допускается коллективная работа по одной и той же теме с целью проработки различных вариантов конструкторских решений и обоснованного выбора наилучшего. При достаточно сложных и объемных заданиях, выполняемых для производства, возможно коллективное выполнение с разбивкой

общего объема на примерно одинаковые части, выполняемые каждым членом такого творческого коллектива.

Целесообразно и обычные учебные задания превращать в учебно-исследовательские задания, связанные с изучением влияния принимаемых параметров отдельных элементов на габариты, массу привода и, следовательно, направленные на поиск лучшего варианта решения конструкторской задачи.

Студенты, желающие углубить свои знания по отдельным разделам курса, могут по своему усмотрению взять одну из перечисленных ниже учебно-исследовательских тем:

1) исследование и выбор оптимального варианта разбивки общего передаточного числа редуктора из условия его наименьших габаритов;

2) исследование и выбор оптимального варианта разбивки общего передаточного числа привода (при использовании в нем передачи гибкой связью) из условия наименьших габаритов;

3) исследование и выбор оптимальной частоты вращения двигателя из условия наименьших габаритов привода;

4) исследование влияния величины коэффициента относительной ширины шестерен Ψ_{ed} быстроходной и тихоходной ступеней на габариты редуктора;

5) исследование и выбор лучшего варианта подшипниковых узлов для червячного редуктора;

6) исследование и выбор лучшего варианта конструкции узла быстроходного вала конического редуктора из условия обеспечения высокой долговечности;

7) анализ известных конструкций и выбор защитной автоматической муфты многоразового действия для привода цепного конвейера.

Выполнение проектов по реальным и исследовательским заданиям является творческой работой более высокого уровня и должно всемерно поощряться.

Определение номера типового учебного технического задания на курсовой проект по деталям машин и его вариант производится по настоящему пособию в соответствии с номером зачетной книжки студента.

Типовые учебные технические задания для курсового проектирования деталей машин, приведенные в этом пособии (разд. 7), содержат 37 разновидностей электромеханических приводов транспортирующих и технологических машин. Кроме того, каждое из таких заданий имеет 10 вариантов числовых исходных данных. Обязательным для выполнения является то задание, номер которого соответствует числу, стоящему после номера учебной группы (после

косой черты) в номере зачетной книжки студента, и тот вариант числовых исходных данных, который соответствует последней цифре в сумме всех цифр номера учебной группы. Так, например, студент, имеющий номер зачетной книжки 3–4391/15, должен выполнить курсовой проект по техническому учебному заданию № 15, варианта 7, (т. к. сумма цифр номера учебной группы $4 + 3 + 9 + 1 = 17$). Если последняя цифра такой суммы будет равна 0, то следует выполнить 10 вариант задания.

Если порядковый номер студента в списке группы (число после косой черты в номере зачетной книжки) больше 37-ми, то номер задания равен последней цифре этого номера, а номер варианта – его предпоследней цифре (и в этом случае нуль соответствует числу 10).

2 ОБЪЕМ (ДОКУМЕНТЫ) КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по деталям машин должен состоять из текстовых документов и графических материалов. Текстовые документы такого проекта включают пояснительную записку (ПЗ) и спецификации изделия, его сборочных единиц. В ПЗ приводятся пояснения, расчеты, обоснования принятых решений и т. д. Применительно к учебным условиям ПЗ должна включать в указанной ниже последовательности:

- титульный лист;
- содержание (оглавление); по ГОСТ 2.105-95 здесь его следует помещать при большом объеме текстового документа;
- задание (ТЗ);
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список литературы (так называется этот раздел по упомянутому стандарту ЕСКД);
- приложения.

Правила и порядок разработки, оформления и обращения конструкторских документов, применяемых организациями и предприятиями нашей страны, устанавливаются государственными стандартами ЕСКД (Единой системы конструкторской документации).

Разработка документов курсового проекта должна производиться в соответствии с требованиями ЕСКД. В условиях учебного процесса допустимы некоторые отклонения от ее стандартов. Это касается стандартов «Виды и комплектность конструкторских документов», «Стадии разработки», «Основные надписи» и ряда других.

Разработка документов проекта производится на основании технического задания на проектирование (применительно к учебному процессу – технического задания на курсовой проект). Последнее содержит следующие данные:

- 1) кинематическую схему привода;
- 2) нагрузку и скорость исполнительного элемента (звена) рабочей машины, для которой разрабатывается привод;
- 3) геометрические характеристики исполнительного звена (диаметр барабана ленточного конвейера, шаг и число зубьев ведущей (их) звездочки цепного конвейера и др.);
- 4) график изменения нагрузки и срок службы привода.

Законченный курсовой проект должен содержать следующие документы:

- а) ведомость проекта 1–2 листа формата А4 (297×210);
- б) техническое задание (1–2 листа формата А4);
- в) чертеж общего вида привода 1–2 листа формата А1 (594×841);
- г) чертежи общего вида редуктора и других сборочных единиц привода (2 листа формата А1);
- д) рабочие чертежи 3–4 типовых деталей редуктора или привода: корпусная деталь, зубчатое или червячное колесо, червяк и пр. [корпус зубчатого (червячного) редуктора или его крышку; выходной вал зубчатой передачи; зубчатое (червячное) колесо выходного вала передачи; сварную раму привода (1–2 листа формата А1)];
- е) спецификации привода, редуктора и др. (2–5 листов формата А4);
- ж) пояснительную записку (30–40 страниц формата А4).

При разработке проектов документы в зависимости от стадии и глубины разработки подразделяются на проектные (техническое задание, техническое предложение, эскизный проект и технический проект) и рабочие (рабочая документация). Разработка конструкторской документации курсового проекта помимо технического задания включает следующие стадии: техническое предложение, эскизный проект и технический проект (последняя стадия применительно к курсовому проекту в известной мере условна). Набор документов, приведенный выше, в дальнейшем будем называть техническим проектом.

3 СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка начинается с титульного листа (см. рис. 3.1). Она составляется для окончательно принятого варианта конструкции, представляемой заказчику (необходимые для обоснования этого варианта предварительные расчеты приводятся в краткой форме в виде таблиц, графиков).

В начале ПЗ должны быть приведены:

1) содержание (оглавление); оно содержит перечень разделов и подразделов записки с указанием страниц, на которых они расположены;

2) задание со схемой привода и числовыми данными; задание должно иметь номер, состоящий из номера задания и номера варианта и ссылку (по ГОСТ 7.32-91) на источник, из которого оно взято, например, задание 1–10 [1, с. 5]; здесь 1 – номер задания; 10 – номер варианта; в квадратных скобках: 1 – порядковый номер в списке литературы источника, откуда взято это задание (см. список литературы в настоящем пособии); 5 – страница, на которой оно приведено;

3) пояснения к заданию;

4) кинематическая схема привода; она вычерчивается в произвольном масштабе в соответствии с ГОСТ 2.703-68 ЕСКД «Правила выполнения кинематических схем» и должна иметь обозначения валов, зубчатых (червячных) колес, таблицу частот вращения всех валов, мощностей и крутящих моментов на них (см. рис. 3.2).

После этого в записке должны быть изложены следующие вопросы:

1) введение, в котором указывается цель и содержание (кратко) пояснительной записки, краткое описание разработанного устройства и его особенностей, обоснование принятых решений;

Если курсовой проект включает элементы исследовательской работы (или является исследовательским), то в разделе «Введение» указывают цель работы, область применения разрабатываемой темы, ее научное и практическое значение, экономическую целесообразность для народного хозяйства. В этом случае во введении следует:

– раскрыть, показать актуальность вопросов темы;

– охарактеризовать проблему, к которой относится разрабатываемая тема, изложить состояние рассматриваемых вопросов в настоящее время, дать оценку этого состояния и сформулировать задачу исследования;

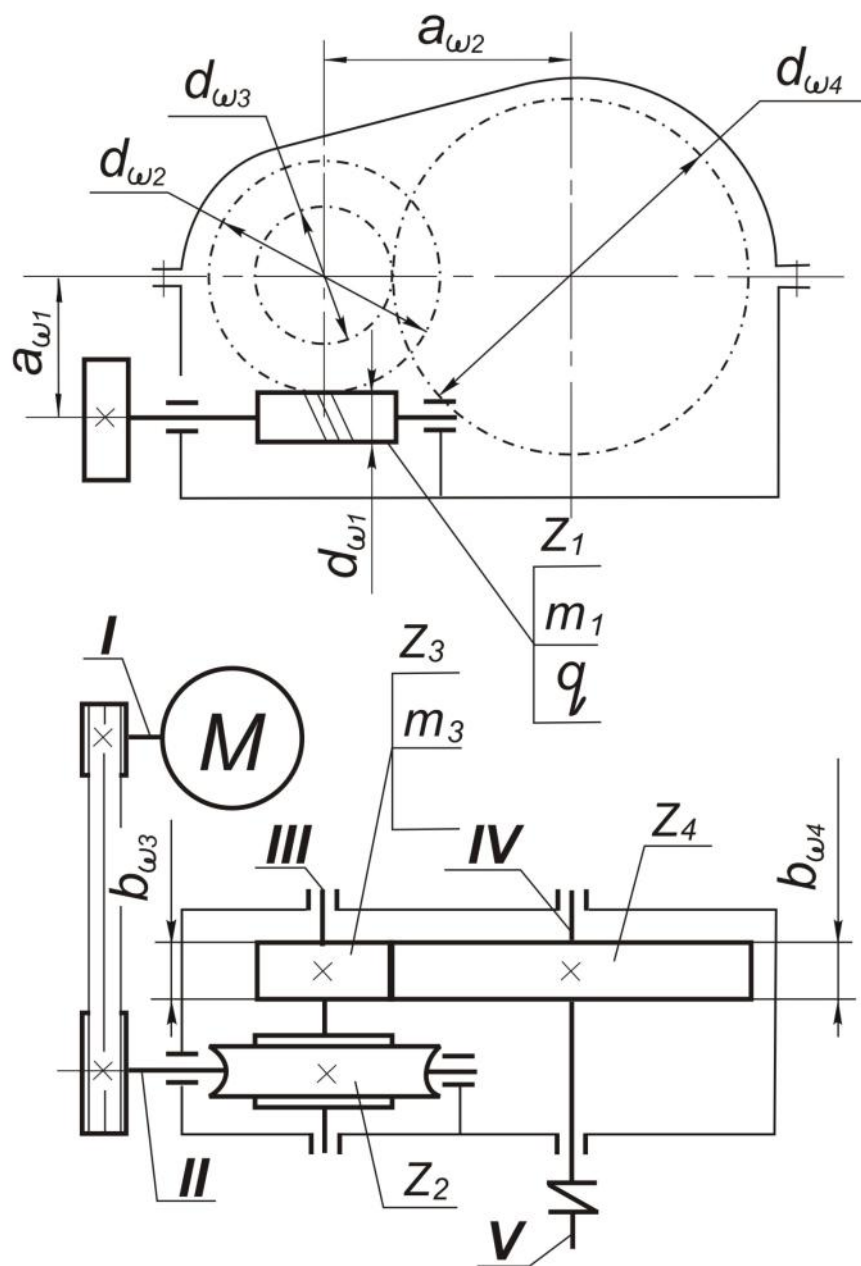
– перечислить и пояснить методы и средства, необходимые для решения поставленной задачи и использованные при ее решении;

– оценить положительный эффект и по возможности экономическую эффективность полученного решения.

Объем введения – от 2–3 до 8–10 с. и более (при необходимости).

<p>ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”</p> <p>ПРИВОД ЦЕПНОГО КОНВЕЙЕРА (Тема курсового проекта) <i>Пояснительная записка</i> к курсовому проекту по деталям машин ПЦК 5.00.00.00 ПЗ (Обозначение документа)</p> <p>Студент гр. 3-4391 (подпись) В. К. Петров (дата)</p> <p>(номер зачетной книжки 3-4391/15)</p> <p>Руководитель (подпись) К. И. Иванов (дата)</p> <p>Томск 2009</p>

Рисунок 3.1 – Форма и пример заполнения титульного листа



Валы	$n, \text{мин}^{-1}$	$P, \text{Вт}$	$T, \text{Н}\cdot\text{м}$
I	n_I	P_I	T_I
II	n_{II}	P_{II}	T_{II}
III	n_{III}	P_{III}	T_{III}
IV	n_{IV}	P_{IV}	T_{IV}

Рисунок 3.2 – Кинематическая схема привода

2) определение мощности, обоснованный выбор частоты вращения электродвигателя и его типа (в записке следует привести обозначение двигателя, техническую характеристику, желательно габаритные, присоединительные и установочные размеры или, как минимум, присоединительные размеры вала двигателя);

3) определение общего передаточного числа привода и, при необходимости, обоснованная корректировка предложенной в задании кинематической схемы привода;

4) обоснованная разбивка общего передаточного числа привода по ступеням (передачам);

5) обоснованное определение расчетной мощности, а также частоты вращения, угловой скорости и вращающего момента для каждого вала привода;

6) расчет передачи гибкой связью (ременной, цепной, если такая имеется); уточнение разбивки общего передаточного числа привода по ступеням и корректировка, при необходимости, расчетов по предыдущему перечислению; предварительный подбор компенсирующих (ей) муфт(ы).

Затем в записке следует привести расчет зубчатых (червячных) передач редуктора, а также пояснения решений по его конструированию [2]–[26] и др. Здесь следует привести:

1) исходные данные для проектирования редуктора;

2) обоснование конструкции редуктора (достоинства, недостатки) и краткое его описание;

3) выбор материала зубчатых колес, валов и других деталей, определение допускаемых напряжений;

4) проектировочные и проверочные расчеты зубчатых (червячных) передач на контактную выносливость;

5) проверочный расчет зубчатых передач на статическую контактную прочность (при действии кратковременных перегрузок);

6) расчет зубьев зубчатых (червячных) колес на выносливость при изгибе;

7) расчет зубьев зубчатых колес на статическую изгибную прочность (при действии кратковременных перегрузок);

8) ориентировочный расчет (только на кручение) валов привода и их конструирование (и прежде всего выходных концов этих валов, согласование их размеров со стандартами на такие участки, а также с диаметрами посадочных мест стандартных компенсирующих муфт и диаметром вала электродвигателя);

9) ориентировочный подбор подшипников качения для всех валов привода (по диаметрам посадочных мест);

10) выбор по диаметрам входного и выходного валов редуктора, величинам передаваемых им моментов, типа и размеров стандартных,

компенсирующих муфт для соединения валов (если отсутствуют ременная или цепная передачи); выбор стандартных шкивов клиноременных передач;

11) пояснения к выполнению эскизного компоновочного чертежа редуктора и привода;

12) расчет на выносливость промежуточного или тихоходного (выходного) вала редуктора (если в приводе имеется цепная передача) или быстроходного вала (если имеется ременная передача); в учебной литературе такой расчет вала называют уточненным;

13) проверку подшипников вала редуктора, рассчитанного на выносливость, на долговечность и статическую грузоподъемность;

14) расчет шпоночных (шлицевых) соединений всех валов редуктора;

15) определение основных размеров корпуса и крышки редуктора по опытным (эмпирическим) зависимостям;

16) тепловой расчет редуктора (при использовании в нем червячной пары);

17) краткое описание системы смазки зубчатых колес, подшипников редуктора и других узлов привода; обоснование выбора смазки, ее количества для зубчатых колес и подшипников;

18) выбор типа и размеров стандартных уплотнений для входного и выходного валов редуктора;

19) краткое обоснование выбора допусков и посадок для всех сопряженных деталей редуктора и привода;

20) краткое описание технологии сборки редуктора и привода, регулирования зазоров в подшипниках и зацеплений передач, натяжения ременной, цепной передач;

21) литературу (список литературы);

22) приложение (я).

4 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

1. Тщательно изучить техническое задание: выяснить назначение привода, принцип его работы; подобрать литературу, необходимую для проектирования; изучить аналогичные конструкции приводов и редукторов по учебным пособиям, атласам, руководствам и т. п. При этом необходимо разобраться в назначении основных деталей и узлов привода, способах их крепления и уяснить последовательность сборки и разборки привода, его узлов, регулировки зазоров в подшипниках и зубчатых зацеплений. Изучение этих материалов должно сопровождаться составлением эскизов отдельных мест, которые представляют определенный интерес.

Затем принимаются принципиальные решения по конструкции привода и редуктора – конструкции корпусных деталей и подшипниковых узлов; способ смазки передач зацеплением и подшипников; порядок монтажа привода; способ создания натяжения ремней (цепей), если таковые имеются в приводе, обоснованно выбирается тип стандартных муфт (при отсутствии ременных и цепных передач). После согласования с руководителем проекта, если это возможно, эти решения являются основой для дальнейшей работы над проектом.

2. Определить требуемую мощность электродвигателя и выбрать его по каталогу. Этот и все остальные расчеты должны выполняться с использованием единиц системы СИ.

Для этого сначала определяют мощность на входном валу рабочей машины, затем обоснованно принимают частные значения КПД механизмов и по ним определяют общий КПД привода. По каталогу необходимо выбирать электродвигатель с ближайшей номинальной мощностью, превышающей расчетную (в особых случаях при острой необходимости допускается, перегрузка двигателя до 8 % при постоянной и до 12 % при переменной нагрузках).

Чтобы выбрать электродвигатель по каталогу, необходимо также предварительно определить возможную частоту вращения его вала, для чего вычисленная частота вращения выходного вала привода умножается на возможное общее ориентировочное передаточное число привода. При этом для уменьшения размеров и массы привода для ременных и цепных передач назначают передаточные отношения, близкие или равные минимальным из рекомендуемых (примерно 1,5–2), а для зубчатых передач – близкие или равные максимальным (предельным) значениям, так как при прочих равных условиях размеры зубчатой передачи примерно в 3 раза меньше цепной трехрядной

передачи и примерно в 5 раз меньше клиноременной. Необходимо иметь в виду также, что тихоходный электродвигатель, при равной мощности, тяжелее и больше по габаритам, чем быстроходный электродвигатель. Так, например, осевой размер асинхронного короткозамкнутого электродвигателя серии 4А мощностью 3 кВт с синхронной частотой вращения ротора 750 мин^{-1} примерно на 30 % больше, чем у такого же двигателя с частотой вращения 3000 мин^{-1} (452 и 350 мм соответственно), при этом масса его в 2 раза больше (56 и 28,7 кг соответственно).

3. Определить действительное передаточное число привода, разбить его по ступеням передачи (с учетом замечаний в предыдущем пункте, а также [14]–[16] и др.) и выполнить энерго-кинематический расчет привода.

4. Далее рассчитывают все передачи привода, начиная с передач гибкой связью, поскольку шкивы ременной передачи должны быть стандартными, что существенно изменяет ее предварительно принятое передаточное отношение; то же самое, но в меньшей степени происходит и с передаточным числом цепной передачи. Общее передаточное число привода должно быть сохранено прежним за счет соответствующей корректировки передаточного числа зубчатой передачи. Кроме диаметров шкивов, должны быть стандартными и другие основные размеры шкивов клиноременной передачи [27, т. 2].

При расчете зубчатых передач (на контактную и изгибную усталостную и статическую прочности) следует иметь в виду, что качество выбираемого для их изготовления материала (марка стали, вит термической или химико-термической обработки зубьев) зависят от предполагаемого количества выполняемых по разрабатываемым чертежам изделий. Естественно, что в случае массового или крупносерийного производства следует использовать самые высококачественные материалы и самые совершенные технологии, обеспечивающие рациональные максимально возможные твердости активных поверхностей зубьев передач. Повышенные затраты, связанные с этим, окупаются за счет уменьшения массы разрабатываемых изделий и, следовательно, уменьшения затрат на материалы, тем более, что при изготовлении названных изделий затраты на материалы составляют больше половины стоимости готовых изделий.

Достаточно качественные материалы и достаточно высокие твердости активных поверхностей зубьев колес могут быть назначены и в случае единичного (штучного) производства, при необходимости получения малых размеров проектируемого изделия. Не самые качественные материалы и твердости, меньшие 350 НВ (но не ниже 250

НВ), допустимы при малых мощностях (до 10 кВт) и отсутствие требований получения изделия минимальных размеров и при небольшом количестве выпускаемой продукции – при единичном и мелкосерийном производствах. При более высоких мощностях и в случае мелкосерийного производства целесообразно иметь твердости выше 350 НВ.

В этом случае следует использовать стали с содержанием углерода около 0,35–0,60 % (например, стали марок 40Х, 40ХН, 45ХН, 35ХМ, 60ХВ, 60Х, 55ПП и др.), подвергаемые поверхностной закалке токами высокой частоты (Т.В.Ч.) с последующими низким отпускком (твердость активных поверхностей зубьев 48–62 HRC). При больших размерах зубчатых колес (для получения твердости сердцевины $H_{\text{сердц.}} \geq 260\text{НВ}$) следует использовать стали 35ХН1М, 40ХН2МА, 38ХН3МА и др.

При поверхностной закалке нагреву подвергаются только наружные слои металла и поэтому не возникает значительных деформаций (коробления) зубчатых колес. В связи с этим припуски на последующее шлифование невелики, а при сравнительно невысокой точности (например, не выше седьмой степени) зубчатые колеса после поверхностной закалки могут не подвергаться дополнительной обработке. Твердым поверхностным слоям при такой термообработке соответствует вязкая сердцевина зубьев, что обеспечивает их высокую изгибную выносливость.

Толщина закаленного слоя при поверхностной закалке назначается обычно в пределах $(0,25–0,40)t$ (здесь t – модуль зубчатого зацепления).

Проектировочный расчет передач заканчивается определением их основных геометрических параметров с выполнением эскизной компоновки редуктора (технического предложения) в масштабе 1:1 (желательно на бумаге с миллиметровой сеткой) и привода в масштабе уменьшения. Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения. Изменяя материал зубчатых или червячных колес и технологию их изготовления, уточняя и изменяя значения расчетных коэффициентов и передаточных чисел соответствующих ступеней, путем проверочных расчетов можно добиться лучшей конструкции рассчитываемых передач.

Расчет и конструирование – неразрывно связанные элементы проектирования, поэтому на стадии технического предложения (ТП) и в дальнейшей его проработке до уровня эскизного проекта (ЭП) расчеты и конструирование должны чередоваться. Следует придерживаться правила: все полученные расчетами размеры

немедленно проверять путем нанесения их на чертеже и анализа полученного результата.

Основные расчеты выполняются в тетради и используются при составлении ПЗ. Расчеты должны быть записаны аккуратно, сопровождаться пояснениями, схемами, эскизами и ссылками на литературу, выполняемыми по ГОСТ 7.32-91 (см. разд. 3 и п. 6.7.7).

5. После проектировочных и проверочных расчетов передач определяют все их геометрические параметры и вычисляют усилия, действующие в этих передачах.

6. Выполняют ориентировочный расчет валов только на кручение (по пониженному допускаемому напряжению) и конструируют их. Выходные концы валов принимают по ГОСТ 12080-66 (цилиндрические, для единичного и мелкосерийного производств) и ГОСТ 12081-72 (конические, для крупносерийного и массового производств), согласуют их размеры с валом электродвигателя и посадочными местами стандартной компенсирующей муфты, выбирают по расчетному передаваемому моменту (см. подбор стандартных муфт). Затем предварительно подбирают подшипники (по диаметрам валов в местах их установки), определяют размеры элементов корпуса (толщины стенок корпуса и его крышки, толщину фланца по разъему и его ширину, толщину лап и ребер и пр.).

На стадии технического предложения чертежи редуктора разрабатываются в одной проекции для конструкций, у которых осевые линии всех валов лежат в одной плоскости и в двух проекциях, когда осевые линии валов лежат в двух плоскостях. Чертеж должен представлять разрезы по указанным выше плоскостям (в ТП и ЭП разрезы можно не штриховать). В ТП на чертежах редуктора показываются только внешние контуры деталей передач, валов, подшипников качения и внутренние контуры корпусных деталей.

ТП после согласования с руководителем становится основой для разработки ЭП.

На этапе ТП вычерчивают также детали, необходимые для предотвращения или ограничения осевого перемещения зубчатых или червячных колес на валах и устанавливаются соответствующие зазоры между торцами передач и внутренней стенкой корпуса, а также между двумя соседними передачами, находящимися на одном валу. Чертеж ТП позволяет определить расстояние между двумя подшипниками вала (между серединами радиальных подшипников) и тем самым подготовить расчетную схему вала.

8. Дальнейшие расчеты и конструктивную проработку чертежей ТП относят к стадии ЭП. На этом этапе составляют расчетные схемы валов, определяют суммарные реакции их опор, рассчитывают по

критериям работоспособности и окончательно подбирают подшипники качения, делают проверочный расчет валов на статическую прочность и выносливость по опасным сечениям; при необходимости проверяют их на жесткость (для валов червяков). По окончательно принятым диаметрам валов производится подбор шпонок, их сечения (длина шпонок принимается по ширине ступиц зубчатых колес) и их проверка на смятие и срез.

Для облегчения последующей работы по составлению спецификаций целесообразно приводить на чертежах ЭП сведения об использованных стандартных изделиях (обозначение изделий по стандарту, номер стандарта, ссылки на справочную литературу и т. п.).

9. Выполняют общий вид проектируемого редуктора в двух–трех проекциях с необходимыми дополнительными разрезами, сечениями и соблюдением всех требований ГОСТов ЕСКД на выполнение чертежей (завершающий этап проектирования), в котором должны быть отражены также вопросы смазывания подшипников и зацеплений передач.

10. Вычерчивают общий вид привода в двух проекциях с необходимыми дополнительными разрезами, сечениями и другие узлы привода, если они указаны в задании.

11. Выполняют рабочие чертежи проектируемого узла, которые указаны в задании (см. пункт «д» разд. 2).

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) сборочных единиц и деталей должно быть наименьшим, но достаточным для полного представления о предмете при применении установленных в соответствующих стандартах условных обозначений, знаков и надписей.

12. Составляют пояснительную записку и окончательно оформляют все чертежи проекта, спецификации и ведомость технического проекта.

13. Выполненный проект, подписанный исполнителем, представляется на просмотр (высылается на рецензирование) руководителю проектирования. При положительной рецензии проект представляется к защите; при отрицательном – производится доработка проекта и затем вновь представляется на просмотр (рецензирование).

14. Защита проекта в комиссии.

5 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Студент допускается к защите курсового проекта, если руководитель подписал все чертежи, спецификации, пояснительную записку и дал положительное заключение (рецензию). Защиту курсового проекта принимает комиссия, состоящая из двух-трех преподавателей, один из которых является руководителем проекта или рецензентом. Если в результате защиты выяснилось, что проект выполнен несамостоятельно, то он снимается с защиты и студенту выдается новое задание.

В процессе защиты проекта студент должен уметь пояснить методики расчетов, выполненных в процессе проектирования, знать назначение и работу всех деталей и узлов, уметь определять действующие силы и напряжения в деталях, а также обосновать конструкцию разработанных им механизмов и узлов; уметь делать критический анализ разработанных конструкций, указать их достоинства и недостатки, сопоставить с другими аналогичными устройствами и возможными решениями; уметь объяснить сборку и регулировку узлов; пояснить и обосновать принятые системы смазки пар трения в разработанной конструкции.

При защите курсового проекта по деталям машин необходимо уметь определять расчетные напряжения в различных сечениях вала, пояснять характер разрушения зубьев зубчатых и червячных колес; уметь рассчитывать напряжения в шпоночных и шлицевых соединениях; знать и уметь рассчитывать подшипники качения на долговечность и статическую грузоподъемность; уметь обосновать выбор материала деталей, допусков и посадок, величин шероховатости поверхностей; уметь обосновывать величины принятых допускаемых напряжений (коэффициентов запаса прочности) и другие вопросы, связанные с расчетами, конструированием и эксплуатацией представленного к защите устройства.

Выполненная работа и защита проекта оцениваются дифференцированной оценкой. Студент, получивший за курсовой проект неудовлетворительную оценку, продолжает дополнительно работать над проектом или же выполняет новое задание (по решению комиссии, принимающей защиту проекта).

6 ОФОРМЛЕНИЕ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

6.1. Основные надписи

Листы конструкторских документов должны иметь формат по ГОСТ 2.301-68 (1189 × 841; 594 × 841; 594 × 420; 297 × 420; 297 × 210; основные форматы, размеры в мм). По названному стандарту допускается применение дополнительных форматов (они регламентированы этим стандартом).

В правом нижнем углу каждого листа располагают основную надпись по ГОСТ 2.104-68, которая должна соответствовать формам 1, 2 и 2а по рис. 6.1 (пояснительную записку курсового проекта допускается выполнять на стандартных листах без рамки и основной надписи, кроме листов технического задания и следующего за ним листа записки). Основная надпись на чертежах должна размещаться по обрамляющей линии в правом нижнем углу поля чертежа для формата А4 – по короткой стороне, а для остальных форматов – по длинной стороне.

В обоснованных случаях для форматов не более А1 допускается вертикальное расположение чертежа с расположением основной надписи по короткой стороне.

В графах основной надписи (номера граф на формах показаны в скобках) указывают:

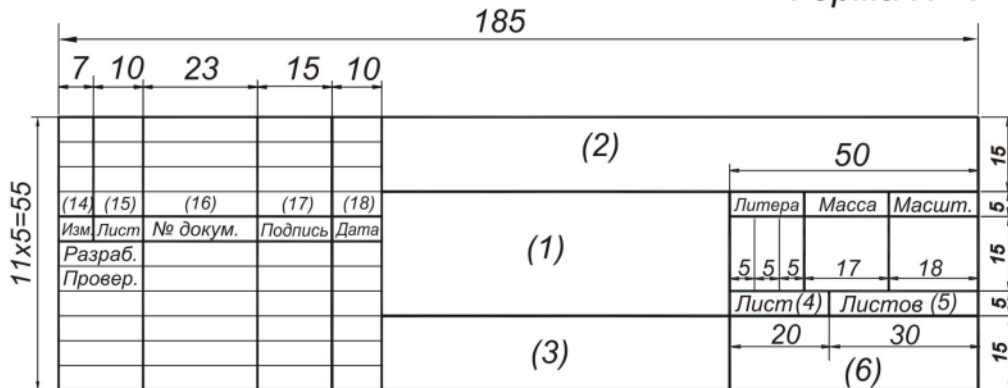
- в графе 1 – наименование изделия (например: «Привод конвейера», «Редуктор червячный», «Колесо зубчатое»);
- в графе 2 – обозначение документа (разд. 6.4);
- в графе 3 – обозначение материала детали по ГОСТ (графу заполняют только на чертежах деталей);
- в графе 4 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа графу не заполняют);
- в графе 5 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);
- в графе 6 – сокращенное название ВУЗа, шифр студента (номер зачетной книжки).

Содержание остальных граф не требует пояснений.

Масштабы чертежей должны быть приняты по ГОСТ 2.302-68 и ГОСТ 2.109-73 (натуральная величина 1:1, масштабы уменьшения 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25 и т. д.; масштабы увеличения 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 15:1; 20:1; 25:1 и т. д.).

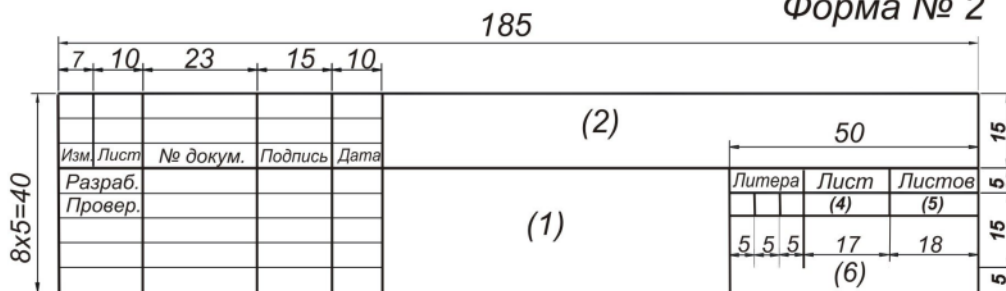
Основная надпись для чертежей и схем

Форма № 1



Основная надпись для первых листов пояснительной записки, спецификаций и ведомости проекта

Форма № 2



Основная надпись для последующих листов пояснительной записки, спецификаций и ведомости проекта

Форма № 2а

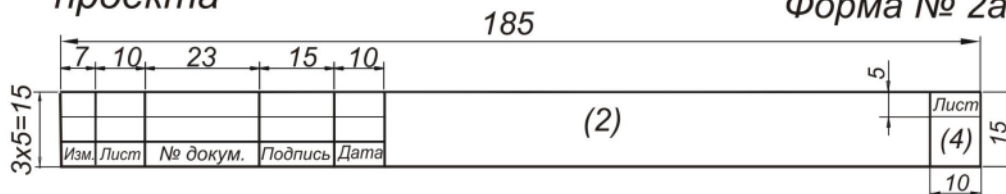


Рисунок 6.1 – Основная надпись

6.2 Чертеж общего вида редуктора

Чертеж общего вида редуктора должен выполняться в двух-трех проекциях (в зависимости от сложности конструкции) с разрезами, сечениями, дополнительными видами, необходимыми для полного

понимания конструкции, взаимодействия составных частей и принципа работы, в масштабе 1:1. При больших размерах редуктора допускается выполнение только главного вида в таком масштабе, а остальные виды – в масштабе уменьшения. Возможно выполнение в таком случае каждого вида на отдельных самостоятельных, стандартных листах со своими основными надписями.

На входном валу редуктора (при наличии ременной передачи от электродвигателя) должны быть изображены шкив (в разрезе) и его крепление на валу (от осевых перемещений). На выходном валу (при наличии места на чертеже) должна быть изображена полумуфта, звездочка или шестерня открытой зубчатой передачи (также в разрезе) и показано ее крепление от осевых перемещений. На таком чертеже полумуфта изображается тонкими линиями, как элемент из другой сборочной единицы; шкив, звездочку или шестерню открытой передачи можно считать принадлежащими разрабатываемой конструкции и вычерчивать основными (жирными) линиями. Для крепления деталей на выходных концах валов следует использовать типовые решения и стандартные элементы [14, 16 подразд. 6.1- 6.3, 7.5, 12.1- 12.3, 20.1] и др.

Возможно изображение редуктора без названных деталей (шкива, муфты, звездочки). В этом случае необходимо показать (обязательно в масштабе 1:1) крепление шкива (звездочки) и муфты на валах (в виде разрезов) на общем виде привода.

Не следует использовать только упрощенные изображения крепежных изделий и подшипников. Однотипные крепежные изделия следует изображать в продольном разрезе по ГОСТ 2.305-68 один раз, показывая положение остальных осевыми линиями. Допускается при изображении подшипников качения изображать упрощенно половину каждого подшипника (относительно оси вращения).

Обязательно на общем виде редуктора (на его первом листе) должна быть приведена его техническая характеристика и технические требования. Характеристика записывается на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика» (момент на выходном валу, частота его вращения и передаточное число редуктора). Пунктам технической характеристики присваивают самостоятельную нумерацию. Целесообразно приводить в виде таблицы основные геометрические характеристики зубчатых (червячных) зацеплений (модули, числа зубьев, углы наклона зубьев, степени точности и т. д.).

Технические требования записываются под заголовком «Технические требования». Этот заголовок не пишут, если на чертеже нет технической характеристики. В противном случае пишут оба заголовка (без подчеркивания).

Размещают технические требования на поле чертежа над основной надписью в виде колонки шириной не более ширины основной надписи. На листах формата более А3 (297×420) допускается размещать текст в две и более колонки.

Редакция технических требований должна быть краткой и четкой, допускающей однозначное понимание. Следует придерживаться уже установившихся текстов указаний [14, с. 331, 332, 341–344, 347, 348, 351, 353–355, 360, 367], [18, с. 299–304, 322], [22, с. 122, 130, 134, 136, 144–145, 156–157], [23, с. 285–291], [24, с. 198–203, 205–209] и др.

Пунктам технических требований дают сквозную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки.

В зависимости от вида изделия, которое изображено на чертеже, и назначения чертежа технические требования могут быть самыми разнообразными (относящиеся к процессу изготовления детали, сборке, регулировке, отделке и контролю изделия). Наиболее часто встречающиеся технические требования при проектировании деталей машин на чертежах сборочных единиц:

а) требования, определяющие качество и точность изготовления; например, для редукторов указывают степень точности зацеплений;

б) требования по сборке; например, допускаемая несоосность валов при сборке привода не более..., радиальное смещение не более... Для редуктора обычно указывают способ уплотнения плоскости разъема (например, «плоскость разъема покрыть герметиком при окончательной сборке»), а также регулировочные зазоры по осям подшипников, если они необходимы и не указаны на чертеже. Указания о дополнительной обработке деталей при сборке. Например, «развальцевать», «отогнуть», «...кernить» и т. п.;

в) требования по отделке. Например, по окраске изделия в сборе, оговаривающие вид и цвет краски и, в случае необходимости, предупреждающие о необходимости защиты отдельных мест от окраски: «необработанные поверхности красить внутри редуктора маслостойкой краской, снаружи – серой нитроэмалью»;

г) требования по эксплуатации. Например, по смазке зацеплений передач редуктора, его подшипников с указанием количества и марки масла.

Наиболее часто встречающиеся технические требования на рабочих чертежах деталей:

1) требования, относящиеся к заготовке, например, величина литейных и штамповочных уклонов, радиусов закруглений, очистка, окраска и др.;

2) требования к общей твердости материала, к термической обработке и поверхностному упрочнению элементов деталей.

Например, пределы, в которых находится общая твердость всей детали, а также глубина цементации, азотирования определенных мест, режим дробеструйной обработки или обкатки роликами и т. д.

3) указания по антикоррозионным или декоративным покрытиям. Например, окраска, хромирование, никелирование и пр.;

4) требования, относящиеся к механической обработке детали. Например, допуски на свободные размеры и др.

Технологические требования на рабочих чертежах помещать не рекомендуют. Такие требования ограничивают технологов в выборе наиболее рациональных способов обработки в условиях конкретного производства.

Исключения составляют требования по выбору вида заготовки (отливка, поковка и т. д.), так как от этого зависит прочность материала, а также указания по применению определенных приемов и способов обработки и сборки только в тех случаях, когда они предусматриваются как единственные, гарантирующие качество изделий. Например, совместная обработка («сверлить в сборе с дет...»), «растачивать в сборе с дет...» и т. п.), совместная гибка или развальцовка, притирка, доводка и т. п.

Примеры наиболее часто встречающихся требований при проектировании деталей машин приведены, например, в [14, с. 367, 360, 331–332, 341–344, 347, 348, 351, 353–355], [23, с. 285–290], [24, с. 205–209], [40, с. 299–304, 322] и др. Всю текстовую часть технических требований размещают только на первом листе, независимо от того, на скольких листах изображен чертеж данного изделия и на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части.

На чертежах сборочных единиц (в соответствии с ГОСТ 2.109-73) проставляют следующие размеры:

1) габаритные, необходимые для определения размеров места установки изделия, изготовления тары, транспортировки и пр.;

2) установочные и присоединительные, необходимые для установки изделия на месте монтажа, а также определения размеров и места положения элементов, которые присоединяют к данному изделию. К присоединительным относятся также такие параметры, как модуль и число зубьев зубчатых колес, шаг и число зубьев звездочек, если они служат элементами внешней связи для данной сборочной единицы;

3) исполнительные (сборочные), связанные с выполнением каких-либо технологических операций в процессе сборки, а также задающие условия регулировки изделия. Например, размеры отверстий под штифты, если их обрабатывать в процессе сборки; размеры зазоров между подшипниками и упорными торцами подшипниковых крышек,

если их контролируют в процессе сборки с целью гарантии подшипников от защемления, и т. п.;

4) посадочные, определяющие характер сопряжений. Например, посадка зубчатого колеса на вал, посадка подшипника на вал и в корпус и т. п. Эти размеры используют при разработке чертежей деталей, для справок при разработке технологии сборки и пр.;

5) расчетные и справочные, характеризующие основные силовые и эксплуатационные показатели изделия. Например, межосевое расстояние и ширина зубчатых колес; крайние положения подвижных частей и т. п.;

6) размеры элементов, которые конструктор выделяет по тем или иным соображениям (например, размеры выточек на валу, шпоночных пазов и т. п.).

При большом числе номеров позиций поле чертежа общего вида может быть для удобства разбито на зоны по ГОСТ 2.104-68.

6.3 Чертежи общего вида привода

Чертеж общего вида привода должен давать представление о приводе, устройстве, расположении и взаимодействии отдельных его частей. Этот чертеж должен выполняться в двух проекциях с дополнительными разрезами, сечениями, видами. На одной из проекций необходимо изобразить вид привода в плане, на другой – вид со стороны ременной (цепной) передачи, если она имеется. Причем не рекомендуется изображать такие детали, как болты, соединяющие крышку и корпус редуктора, а также зубья на звездочках, литейные уклоны и т. д.

Однако необходимо показать болты, крепящие редуктор, двигатель и натяжное устройство для ремня (цепи) (при наличии такой передача); для упрощения можно изобразить один болт из каждой группы одинаковых болтов, указывая положение остальных осевыми линиями.

Следует также показать конструкцию устройства для натяжения ремней (цепи) передачи с гибкой связью, конструкцию рамы привода, разработать конструкцию ограждений (кожухов), закрывающих движущиеся, вращающиеся детали и узлы (муфты, ременную и цепную передачи, вращающиеся детали натяжных устройств. Необходимо показать конструкцию шкива, согласовав ее со стандартом [27, т. 2], звездочки передач гибкой связью и их крепление от осевых перемещений (соответственно на валах двигателя и рабочей машины) или то же для муфт, соединяющих валы привода. Конструкции и крепления на валах привода деталей названных и других устройств

показать в виде осевых сечений обязательно в масштабе 1:1 (на листах чертежей общего вида привода).

На чертеже общего вида привода следует указать габаритные, присоединительные и установочные размеры, основные расчетные и все посадочные размеры с указанием посадок с помощью условных (буквенных) обозначений и размеры, определяющие взаимное положение отдельных частей привода; необходимо также дать схему расположения фундаментных болтов. Причем задают расстояние от оси одного из них до двух взаимно перпендикулярных базовых осей или поверхностей, которыми могут быть оси входного и выходного валов, средняя плоскость редуктора и т. п. Оси остальных болтов должны быть связаны размерами друг с другом и с болтом, принятым за основной.

На чертеже должна быть приведена также техническая характеристика привода – сведения об электродвигателе (тип, мощность, частота вращения), момент крутящий и частота вращения выходного вала редуктора, передаточное число редуктора. Техническая характеристика может быть выполнена в виде таблицы произвольной формы.

В технических требованиях необходимо указать допускаемые смещения (радиальные, осевые, угловые) соединяемых муфтой валов, требования по технике безопасности и т. д. (см. также подразд. 6.2).

6.4 Спецификация

Спецификация является основным документом для сборочной единицы. Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 (297 × 210). Форма спецификации приведена на рис. 6.2.

Спецификация состоит из следующих разделов:

- 1) документация (чертеж общего вида привода, пояснительная записка и т. д.);
- 2) сборочные единицы (сварная рама, редуктор, колесо червячное, натяжное устройство ременной или цепной передачи и т. д.);
- 3) детали (корпус редуктора, крышка редуктора, колесо зубчатое, вал и т. п.);
- 4) стандартные изделия (крепежные изделия, подшипники, манжеты и т. д.);
- 5) прочие изделия;
- 6) материалы (смазочное масло, герметизирующие составы и т. д.).

В зависимости от сложности специфицируемой сборочной единицы тех или иных разделов может и не быть. Каждый раздел должен начинаться с заголовка в графе «НАИМЕНОВАНИЕ». Заголовок подчеркивают тонкой линией и после него оставляют свободную строку.

Между разделами необходимо оставлять несколько свободных строк для дополнительных записей, причем желательно резервировать соответствующие номера позиций.

210							
5							
8 min							
	Форм.	Зона	Позиц.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
					<u>Документация</u>		
	6	6	8	70	63	10	22
	A1			ПЦК 5.00.00.00 ВО	Чертеж общего вида		1 лист
	A1			ПЦК 5.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка		35 лист.
					<u>Сборочные единицы</u>		
	A1	1		ПЦК 5.01.00.00	Редуктор	1	2 лист.
	A1	2		ПЦК 5.02.00.00	Рама	1	
	A2	3		ПЦК 5.03.00.00	Салазки	2	
					<u>Детали</u>		
	A3	6		ПЦК 5.00.00.01	Шкив ведущий	1	
	A2	7		ПЦК 5.00.00.02	Шкив ведомый	1	
					<u>Стандартные изд.</u>		
		8			Болт М12-6г x 50,56		
					ГОСТ 7798-70		
		9			Винт М8-6г x 50,68		
					ГОСТ 11738-84	6	
					и т. д.		
				ПЦК 5.00.00.00			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			
Разраб.	Иванов И.П.	Иванов И.П.	8.12.03		Литера	Лист	Листов
Провер.	Петров В.А.	Петров В.А.	9.12.03		у	1	3
Привод цепного конвейера					ТПУ, гр. 3-436/12		

Рисунок 6.2 – Форма спецификации

Графы спецификации заполняют следующим образом (см. рис. 6.2)

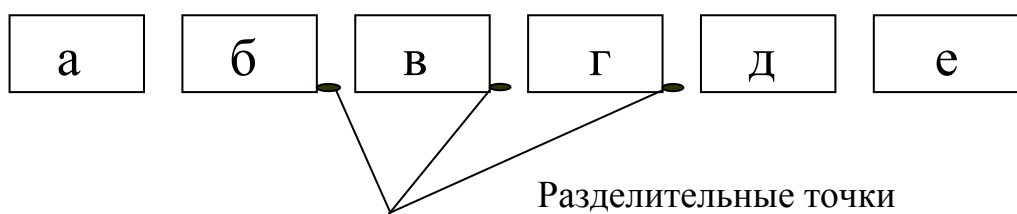
1) в графе «Формат» указывают форматы тех документов, которые разработаны в данном проекте (обозначения которых записаны в графе «Обозначения»); для документов, записанных в разделах «Стандартные изделия» и «Материалы», графу не заполняют; для деталей, на которые не выпущены чертежи, указывают: БЧ.

2) в графе «Зона» (если поле чертежа разбито на зоны по ГОСТ 2.104-68*) записывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции данной детали;

3) в графе «Позиция» указывают порядковые номера составных частей изделия, указанные на полках-выносах чертежа изделия в последовательности записи этих составных частей в спецификации; допускается резервировать номера позиций, которые проставляют в спецификацию при заполнении резервных строк; например, раздел «Детали» заканчивается номером позиции 35, а следующий раздел «Стандартные изделия» начинается с номера позиции 40, резервируя таким образом четыре номера позиций для возможных изменений; в разделе «Документация» графу не заполняют.

4) в графе «Обозначение» указывают обозначение записываемых документов; в разделе «Документация» (в спецификации всего изделия в сборе), обозначение чертежа общего вида и обозначение пояснительной записки; в спецификации сборочной единицы - обозначение чертежа сборочной единицы; в разделе «Сборочные единицы» и «Детали» - обозначение основных конструктивных документов (спецификаций сборочных единиц и чертежей деталей; в разделе «Стандартные изделия» и «Материалы» – графа не заполняется.

Обозначение допускается составлять по следующей схеме (необезличенная система обозначений изделий и их составных частей):



где а – шифр изделия (например, ПЛК – привод ленточного конвейера, ПЦК – привод цепного конвейера);

б – характерный параметр проектируемого изделия, например, номинальная (паспортная) мощность электродвигателя;

в – порядковый номер (от 01 до 99) сборочной единицы (редуктор, сварная рама и т. д.), входящей непосредственно в привод;

г – порядковый номер (от 01 до 99) сборочной единицы (колесо червячное, крышка сварная и т. д.), входящей в состав сборочной единицы, обозначенной предыдущим номером;

д – порядковый номер (от 01 до 99) детали;

е – шифр документа (например, пояснительная записка – ПЗ; ведомость проекта – ТП). Чертежам деталей и спецификациям шифр не присваивают. Более прогрессивной и предпочтительной является обезличенная система обозначений изделий и их составных частей (см. Приложения А, Б).

В разделе «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу «Обозначение» не заполняют.

5) в графе «Наименование» указывают:

- в разделе «Документация» – только наименование документа, например, в спецификации всего изделия в сборе: «Чертеж общего вида» и «Пояснительная записка»; в спецификации составной части изделия - сборочной единицы: «Сборочный чертеж»;

- в разделе «Сборочные единицы» и «Детали» – наименование основных конструкторских документов - спецификации сборочной единицы и чертежа детали – на записываемые в эти разделы изделия. Например, в разделе «Сборочные единицы» спецификации изделия «Привод цепного конвейера» записывают «Редуктор цилиндрический двухступенчатый»; «Рама» (если рама сборная, сварная), а в разделе «Сборочные единицы» изделия «Редуктор цилиндрический двухступенчатый» записывают: «Корпус», «Крышка корпуса» и т. д. Если название детали или сборочной единицы состоит из нескольких слов, то сначала пишется имя существительное, например, *колесо зубчатое*, *вал червячный* и т. п.; для деталей, на которые в данном проекте не выпущены рабочие чертежи, указывают также марку материала; рекомендуется однотипные детали и сборочные единицы группировать в одном месте (корпусные детали, детали передач, валы, крышки, распорные кольца и т. д.);

- в разделе «Стандартные изделия» и «Прочие изделия» – наименование и обозначение изделий в соответствии с документами на их поставку; стандартные изделия (по государственным и отраслевым стандартам) группируют по типам (крепежные изделия, подшипники, манжеты и т. д.), причем внутри каждого типа их располагают в алфавитном порядке (болты, винты, гайки, шайбы и т. д.) наименований изделий; внутри каждого наименования – в порядке возрастания номера стандарта (гайки по ГОСТ 5915-70*, гайки по ГОСТ 5927-70* и т. д.), внутри стандарта – в порядке возрастания основного

параметра (гайки М12, М16, М20 и т. д.). Для внесения дополнительных записей рекомендуется между однотипными деталями оставлять 1–2 свободные строки, резервируя одновременно номера позиций.

Например, для группы крепежных изделий записывают:

Болт М10-6f x 100.56 ГОСТ 7796-70*

Болт М12-6g x 60.58 ГОСТ 7796-70*

Болт М10-6e x 100.56 ГОСТ 7796-70*

Винт М10-6g x 60.56 ГОСТ 11738-84

Гайка М10-6Н.5 ГОСТ 15521-70

Шпилька М18-6g x 100.56 ГОСТ 22032-76*

В разделе «Материалы» – обозначения материалов, установленные соответствующими стандартами или техническими условиями. Например, «Масло ТАД-17И ГОСТ 23652-79*».

б) в графе «Кол.» указывают количество соответствующих составных частей на одно изделие. В графе «Материалы» указывают общее количество материала на изделие с указанием единицы измерения, последнее можно записывать в графе «Примечание».

7) в графе «Примечание» указывают, в случае необходимости, дополнительные сведения.

6.5 Рабочие чертежи деталей

6.5.1 Общие положения

1. Рабочие чертежи, кроме изображений детали, должны содержать все сведения, необходимые для изготовления и контроля изделия: марку материала, вид отделки при термической, химико-термической или иной упрочняющей обработке и количественные показатели, ее оценивающие; все необходимые размеры, предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей, допуски формы и расположения поверхностей и т. д.

Сборочные чертежи в совокупности с техническими условиями и другими конструкторскими документами на данное изделие должны давать полное представление об устройстве, работе и взаимодействии частей изделия или сборочной единицы, а также обеспечивать возможность их наиболее рационального изготовления, сборки и контроля.

На рабочих чертежах не допускается помещать технологические указания. Исключение составляют:

1) указание способов изготовления и контроля или ссылки на технологические инструкции, где приведены эти указания, если они являются единственными для обеспечения требуемой точности или других свойств изделия (например, совместная обработка деталей);

2) указания по выбору технологической заготовки (отливки, поковки и т. д.);

3) указания определенных технологических приемов, гарантированно обеспечивающих определенные технологические требования, которые невозможно выразить объективными показателями или величинами (например, процесс старения и др.);

4) чертежи изделий индивидуального производства, предназначенные для использования на конкретном предприятии (в этих чертежах допускаются различные указания по изготовлению и контролю).

2. Рабочие чертежи разрабатывают на все детали, входящие в состав изделия, кроме покупных и стандартных; при курсовом проектировании – только для деталей, указанных в задании. Чертеж каждой детали выполняют на отдельном листе стандартных размеров. Основную надпись (см. рис. 6.1, форма 1) располагают на формате А4 (297 × 210) – вдоль короткой стороны; на других форматах – вдоль любой стороны листа.

Если чертеж детали состоит из двух или более листов, то на последующих листах основную надпись выполняют по форме 3 (см. рис. 6.1) и заполняют только графы 2 и 4.

3 Детали изображают на чертеже в положении, в котором ее устанавливают на станке, в частности, ось детали – тела вращения (вал, зубчатое колесо, шкив, стакан и др.) – располагают параллельно основной надписи.

4. Изображение детали – тела вращения – располагают на чертеже вправо, стороной, более трудоемкой для токарной обработки.

5. Количество проекций изображения детали, разрезов, вырывов должно быть минимальным, но достаточным для полного и однозначного представления устройства детали (см. стандарты ЕСКД 2.402-68, 2.403-75* – 2.405-75, 2.406-76*, 2.407-75*, 2.408-68** на правила выполнения рабочих чертежей зубчатых, червячных колес, червяков и звездочек цепных передач, а также [14]–[18], [22]–[26] и др.

6. Деталь на рабочем чертеже следует изображать в том виде, с теми разрезами, предельными отклонениями, шероховатостью поверхностей, допусками формы и расположения и другими данными, которым она должна соответствовать перед сборкой. Размеры, предельные отклонения, допуски формы и расположения, шероховатости поверхностей, которые должны обеспечиваться обработкой в процессе сборки или после нее, указывают на сборочном чертеже. Исключение составляют детали, при изготовлении которых предусматривается припуск на последующую обработку в процессе сборки. Такие детали изображают на чертеже с размерами,

предельными отклонениями и другими данными, которым они должны соответствовать после окончательной обработки. Причем эти размеры и другие данные заключают в круглые скобки, а в технических требованиях делают запись типа «Размеры в скобках – после сборки».

7. Для деталей, отдельные элементы которых до сборки необходимо обработать совместно с другой деталью, должны быть выпущены в общем порядке: самостоятельные чертежи с указанием на них всех размеров, предельных отклонений, допусков формы и расположения и других необходимых данных. Размеры с предельными отклонениями элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки и в технических требованиях помещают указание: «Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с дет. _____». Выпускать отдельные чертежи на совместную обработку не допускается.

8. Отверстия под установочные винты, заклепки, штифты в тех случаях, когда они обрабатываются при сборке изделия без предварительной обработки отверстия меньшего диаметра, на чертеже детали не изображают, а все необходимые данные для них (изображения, размеры, шероховатость поверхностей, размеры, координирующие оси и др.) помещают на сборочном чертеже изделия, в которое входит данная деталь.

9. В чертежах изделий, изготавливаемых с дополнительной обработкой или переделкой других изделий, изделие-заготовку изображают сплошными тонкими линиями, а поверхности, получаемые дополнительной обработкой, вновь вводимые изделия и изделия, устанавливаемые взамен имеющихся, – сплошными основными линиями; на таких чертежах наносят только те размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатости и т. п., которые необходимы для дополнительной обработки.

10. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации, за исключением справочных размеров, переносимых с чертежей изделий – заготовок, и справочных размеров элементов из проката. При необходимости – следует дать ссылку в технических требованиях на размер, нанесенный на изображении, его обозначают буквой, а в записи ссылаются на это буквенное обозначение размера.

6.5.2 Размеры

Выбор размеров. Номинальные линейные размеры (диаметры, длины, уступы, глубины, расстояния между осями и т. д.) деталей, их элементов и соединений должны назначаться из числа стандартных по ГОСТ 6636-69*. При этом полученное расчетом или иным путем исходное

значение размера, если оно отличается от стандартного, следует округлить обычно до ближайшего большего стандартного размера. Применение стандартных номинальных размеров уменьшает стоимость изготовления, так как обеспечивает возможность сокращения типоразмеров изделий и деталей, а также технологической оснастки, прежде всего размерных режущих инструментов, калибров и т. п. Особенно важно сокращение многообразия размеров сопрягаемых (посадочных) поверхностей, для которых применяется наибольшее количество размерной оснастки.

Ряды предпочтительных чисел и основные ряды нормальных линейных размеров приведены в Приложении В.

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах и других документах на изделия всех отраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.307-68**.

Основные из них:

1) На чертеже должно быть минимальное необходимое число размеров, достаточное для изготовления и контроля детали.

2) Каждый размер следует приводить на чертеже лишь один раз.

3) Размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу, следует группировать в одном месте.

4) Не допускать включение ширины фасок и канавок в общую размерную цепочку размеров. Размеры фасок и канавок должны быть заданы отдельно. Удобнее канавки выносить и показывать форму и все ее размеры в масштабе увеличения.

5) Линейные размеры на чертежах и в спецификациях указывают в миллиметрах, без обозначения единиц измерения, а приводимые в технических требованиях и пояснительных надписях на поле чертежа – обязательно с единицами измерения, например, «Неуказанные радиусы 3 мм тах».

6) Угловые размеры проставлять в градусах, минутах и секундах с обозначением этих единиц, например, $15^{\circ}25'35''$. Если угловой размер меньше минуты, то его следует записать, например, $0^{\circ}0'45''$.

7) При нанесении размеров вместо слов максимально использовать условные обозначения (\emptyset – диаметр; \square – квадрат; \ominus – конусность; \frown –

– уклон; $R(r)$ – радиус; $\overset{\frown}{\quad}$ – дуга; h – глубина; s – толщина; \circ – сфера).

8) Все размеры, которые задают на чертежах деталей, условно делят на две группы: функциональные и свободные (размеры несопряженных поверхностей). К первым относятся размеры, определяющие качественные показатели изделия: размеры сборочных размерных цепей, сопряженные размеры, диаметры посадочных мест

валов, размеры резьб на валах для установки гаек, диаметры расположения винтов на крышках подшипников.

9) Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах. Функциональные размеры задают на чертежах деталей по чертежу сборочной единицы и из схем размерных цепей. *При простановке таких размеров устанавливают конструктивные базы деталей. От этих баз проставляют только такие сопряженные размеры, точность которых оказывает влияние на качество работы изделия.* Все остальные размеры (свободные) задают с учетом технологии изготовления и удобства контроля.

При расположении элементов предмета (отверстий, пазов, зубьев и т. п.) на одной оси или на одной окружности размеры, определяющие их взаимное расположение, наносят следующими способами:

- от одной базы (поверхности, оси);
- заданием размеров нескольких групп элементов от нескольких общих баз;
- заданием размеров между смежными элементами (цепочкой).

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

Размеры, определяющие положение симметричного расположенных поверхностей у симметричных изделий наносят как показано на рисунках 6.3 и 6.4.

Помимо указанных, применяют так называемые справочные размеры. Такие размеры отмечают звездочкой и в технических требованиях делают запись типа «* Размеры для справок».

Справочные размеры не подлежат выполнению по данному чертежу. Они указываются для большего удобства пользования чертежом и при изготовлении детали не контролируются.

К справочным относятся:

- а) один из размеров замкнутой размерной цепочки. Предельные отклонения таких размеров (справочных) на чертеже не указывают;
- б) размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок;
- в) размеры, определяющие положение элементов детали, подлежащих обработке по другой детали;
- г) размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката, если они полностью определяются обозначением материала, приведенным в графе 3 основной надписи.
- д) размеры на сборочном чертеже, по которым определяют предельные положения отдельных элементов конструкции, например, ход поршня, штока клапана механизма газораспределения двигателя внутреннего сгорания и т. п.;

е) габаритные размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей или являющиеся суммой размеров нескольких деталей;

ж) размеры на сборочном чертеже, перенесенные с чертежей деталей и используемые в качестве установочных и присоединительных.

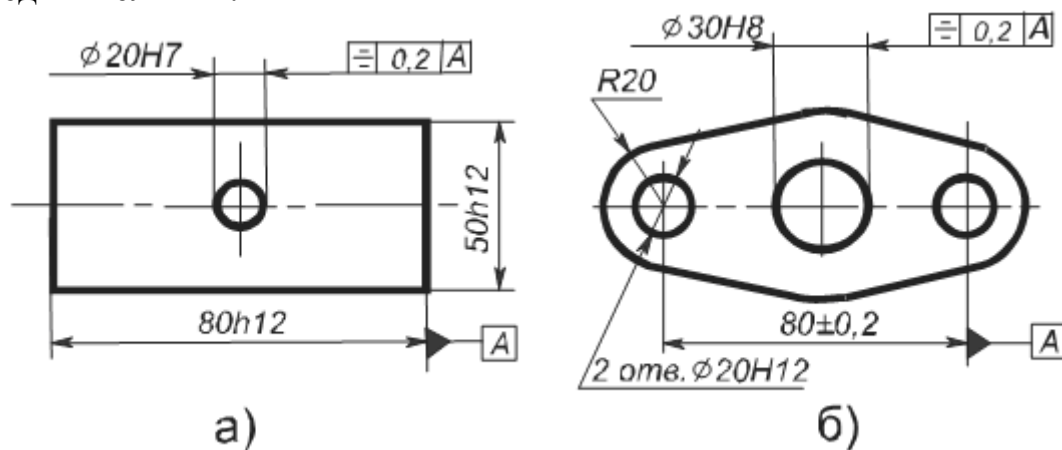


Рисунок 6.3

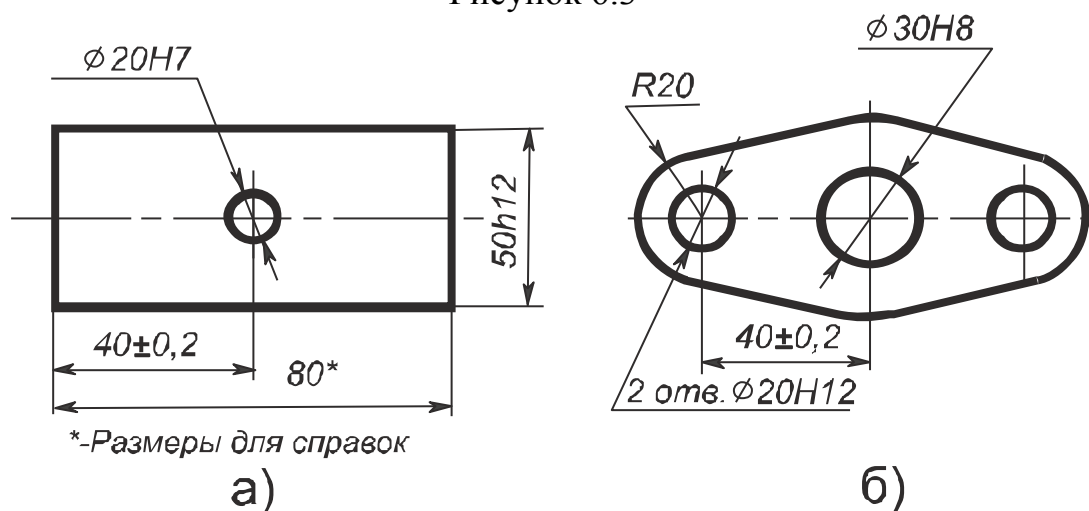


Рисунок 6.4

Справочные размеры, указанные в подпунктах б, в, г, д, е этого пункта, допускается наносить, как с предельными отклонениями, так и без них.

Установочными и присоединительными называются размеры, определяющие величины элементов, по которым данное изделие устанавливают по месту монтажа или присоединяют к другому изделию.

Габаритными называются размеры, определяющие предельные внешние (или внутренние) очертания изделия.

Согласно ГОСТ 2.307-68** на чертежах деталей у размеров, контроль которых технически затруднен, наносят знак «** размеры обеспечить инструментом».

Указанная надпись означает, что выполнение заданного чертежом размера с предельным отклонением должно гарантироваться размером инструмента или соответствующим технологическим процессом. При этом размеры инструмента или технологический процесс проверяются периодически в процессе изготовления изделий. Периодичность контроля инструмента или технологического процесса устанавливается предприятием-изготовителем совместно с представителем заказчика.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации. Исключение составляют справочные размеры, приведенные в п. б и г перечня справочных размеров.

Если в технических требованиях необходимо дать ссылку на размер, нанесенный на изображение, то этот размер или соответствующий элемент обозначают буквой, а в технических требованиях помещают запись, аналогичную, приведенной на рисунке 6.5.

Справочные размеры допускается наносить как с предельными отклонениями, так и без них. Исключение составляют справочные размеры замкнутых размерных цепей. Для таких размеров указание предельных отклонений не допускается.

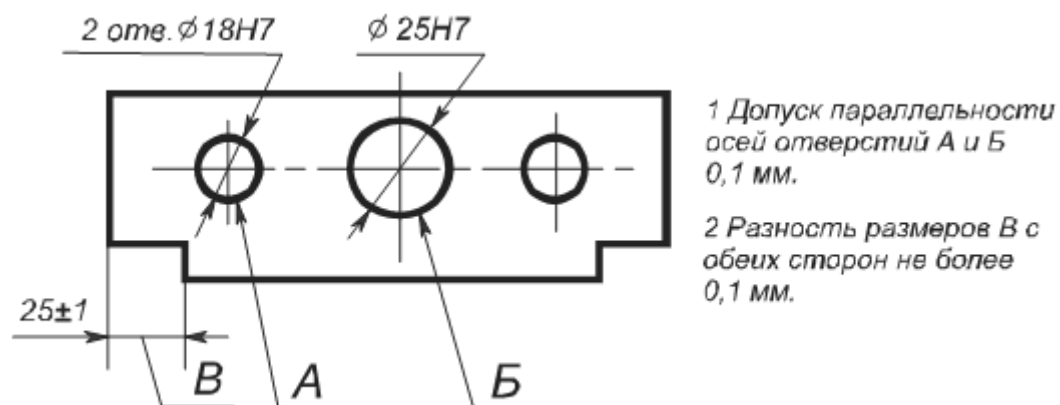


Рисунок 6.5

6.5.3 Предельные отклонения размеров

Для всех размеров, нанесенных на чертеже, указывают предельные отклонения в миллиметрах. Допускается не указывать предельные отклонения на размерах, определяющих зоны различной шероховатости и различной точности одной и той же поверхности, зоны термической обработки, покрытия, накатки, а также на диаметрах

накатанных поверхностей. В этих случаях непосредственно у таких размеров наносят знак \approx . При необходимости вместо знака \approx у таких размеров задают предельные отклонения грубого или очень грубого класса точности по ГОСТ 30893.1-2002 (ИСО 2768-1-89), таблица Д.3.

Допускается также не указывать предельные отклонения для размеров деталей изделий индивидуального производства, задаваемых с припуском на пригонку.

На таких чертежах в непосредственной близости от указанных размеров наносят знак «*», а в технических требованиях указывают:

«* Размеры с припуском на пригонку по дет. ...»,

«* Размеры с припуском на пригонку по черт. ...»,

«* Размеры с припуском на пригонку по сопрягаемой детали».

По ГОСТ 2.307-68 ЕСКД предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных размеров. Исключение составляют размеры относительно низкой точности (от 12 квалитета и грубее), многократно повторяющиеся на чертеже. Предельные отклонения таких размеров на изображении не наносят.

Для них применяют общие допуски размеров по ГОСТ 30893.1-2002, установленные по четырем классам точности: точный f, средний m, грубый c, очень грубый v (см. таблицу Д.3). При выборе класса точности учитывают обычную точность соответствующего производства.

Общие допуски применяют для следующих размеров с неуказанными индивидуально предельными отклонениями:

-линейных размеров (наружных, внутренних, диаметров, радиусов, расстояний, размеров уступов, размеров притупленных кромок: наружных радиусов закругления и размеров фасок);

-угловых размеров, включая угловые размеры обычно не указываемые, т. е. прямые углы или углы правильных многоугольников;

-линейных и угловых размеров, получаемых при обработке деталей в сборе.

Указания о величине общих допусков линейных и угловых размеров приводят в технических требованиях, указывая номер стандарта и буквенное обозначение класса точности, например, для класса точности средний: «Общие допуски по ГОСТ 30893.1-m» или «ГОСТ 30893.1-m».

Кроме симметричных предельных отклонений, установленных в основной части стандарта, в дополнение к ИСО 2768-1 допускается применение односторонних предельных отклонений для размеров отверстий и валов по квалитетам ГОСТ 25346 и ГОСТ 25348 (дополнительный вариант 1) или по классам точности (дополнительный вариант 2) в соответствии с таблицей Д.3 в. Назначение

дополнительных вариантов предельных отклонений линейных размеров с неуказанными допусками при новом проектировании рекомендуется ограничить.

Предельные отклонения по квалитетам ($H, h, \pm IT/2$) должны соответствовать ГОСТ 25346 и ГОСТ 25348.

Симметричные предельные отклонения по классам точности ($\pm t/2$) должны соответствовать приведенным в таблице Д.3, при этом обозначение $\pm t_1/2$ соответствует обозначению $f, \pm t_2/2 - m; \pm t_3/2 - c, \pm t_4/2 - v$.

Односторонние предельные отклонения ($+t, -t$) должны соответствовать приведенным в таблице Д.3 г.

Неуказанные предельные отклонения размеров притупленных кромок (наружных радиусов округления и высот фасок) и угловых размеров для дополнительных вариантов должны соответствовать приведенным в таблицах Д.3 а и Д.3 б для соответствующих классов точности.

Ссылка на общие допуски с применением вариантов предельных отклонений линейных размеров (таблицы Д.3 в и Д.3 г) должна содержать номер названного ранее стандарта (ГОСТ 30893.1) и обозначение предельных отклонений согласно таблице Д.3 в.

Примеры (для класса точности «Средний»): Вариант 1:

«Общие допуски по ГОСТ 30893.1: $H14, h14, \pm t_2/2$ » или

«Общие допуски по ГОСТ 30893.1: $H14, h14, \pm IT14/2$ »

Вариант 2:

«Общие допуски по ГОСТ 30893.1: $+t_2, -t_2, \pm t_2/2$ »

Согласно стандарту ГОСТ 2. 307-68** ЕСКД (сведения для справки) допускается использование четырех вариантов назначения неуказанных предельных отклонений линейных размеров, нашедшие применение в промышленности. Общие записи в технических требованиях на чертеже о неуказанных предельных отклонениях рекомендуется давать условными обозначениями, например (для отклонения по 14-му квалитету и классу точности «средний» по ГОСТ 30893.1-2002 (таблица Д.3 в):

а) по варианту 1: $H14; h14; \pm \frac{t_2}{2}$ или $H14, h14; \pm \frac{IT14}{2}$;

б) по варианту 2: $+t_2; -t_2; \pm \frac{t_2}{2}$;

в) по варианту 3: $\pm \frac{t_2}{2}$ или $\pm \frac{IT14}{2}$;

г) по варианту 4: $\emptyset H14; \emptyset h14; \pm \frac{t_2}{2}$ или $\emptyset H14; \emptyset h14; \pm \frac{IT14}{2}$;

Допускается по ГОСТ 2.307-68** дополнять условные обозначения поясняющими словами, например, «Неуказанные предельные отклонения размеров: $H14; h14; \pm \frac{t_2}{2}$ » или «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий по $H14$, валов по $h14$, остальное $\pm \frac{t_2}{2}$ ».

Неуказанные предельные отклонения радиусов закругления, фасок и углов в общей записи не оговариваются, а выполняются непосредственно по таблицам ГОСТ 30893.1-2002 (таблица Д.3 а и Д.3 б).

При этом из названных вариантов в общей записи может быть указан любой уровень точности, предусмотренный квалитетами или классами точности для неуказанных отклонений. Но в одной записи может быть использован только один квалитет, один класс точности или один квалитет и соответствующий ему класс точности (12-му, 14-му, 16-му и 17-му квалитетам эквивалентны классы точности – «точный» f , «средний» m , «грубый» s и «очень грубый» v , таблица Д.3).

Отклонения по 13-му квалитету могут сочетаться в одной общей записи с классом «средний», а по 15-му квалитету – с классом «грубый». Для размеров деталей из металла, обработанных резанием, рекомендован 14-й квалитет и «средний» класс точности. Все предельные отклонения, которые по конструктивным особенностям или технологическим условиям должны отличаться от принятых в общей записи (в сторону увеличения или уменьшения допуска или иным расположением поля допуска), следует указывать непосредственно у номинальных размеров.

Индивидуальные предельные отклонения линейных размеров указывают по одному из следующих трех способов (ГОСТ 2.307-68** ЕСКД):

- условными обозначениями полей допусков, например, $63 H7$;
- числовыми значениями предельных отклонений, например, $64^{+0,30}$;
- условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений предельных отклонений, например, $18 P8(-0,018, -0,045)$.

Первый способ рекомендуют применять при номинальных размерах, входящих в стандартный ряд чисел (по ГОСТ 6636-69** таблицы В.1-В.3, Д.1) и используется для крупносерийного и массового

производства. Второй – для единичного и мелкосерийного производства.

В соответствии с названным стандартом использование третьего способа является обязательным в следующих случаях:

а) при назначении предельных отклонений (установленных стандартами на допуски и посадки) размеров, не включенных в ряды нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69**, например, $41,5H7^{(+0,025)}$;

б) при назначении предельных отклонений, установленных стандартами на определенные виды изделий и их элементы, например, посадки подшипников, шпонок и т. д.;

в) при назначении предельных отклонений, установленных стандартами на допуски и посадки, размеров уступов с несимметричным полем допуска;

г) при назначении предельных отклонений, установленных стандартами на допуски посадки, отверстий в системе вала.

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми величинами.

При записи предельных отклонений числовыми значениями верхние отклонения помещают над нижними. Предельные отклонения, равные нулю, не указывают, например: $50_{-0,05}^{+0,15}$; $50^{+0,2}$; $50_{-0,2}$.

Количество знаков в числах верхнего и нижнего отклонений должно быть одинаковым, что обеспечивают, при необходимости, добавлением нулей, например, $45_{+0,100}^{+0,125}$.

При симметричном расположении поля допуска абсолютную величину отклонений указывают один раз со знаком \pm ; при этом высота цифр, определяющих отклонения, должна быть равна высоте шрифта номинального размера, например, $50 \pm 0,16$.

В учебном проектировании предельные отклонения линейных размеров на рабочих чертежах деталей следует указывать комбинированным (третьим) способом.

В учебных проектах величину предельных отклонений цепочных размеров принимают в зависимости от способа компенсации [16]:

– Если компенсатор дорабатывают (шлифуют или шабруют) по результатам измерений при сборке, то в целях уменьшения припуска на обработку компенсатора поля допусков цепных размеров следует принимать: отверстий $H9$, валов $h9$, остальных $\pm IT 9/2$.

– Если компенсатором служит набор прокладок, то поля допусков цепочных размеров принимают более свободными: $H11$, $h11$, $\pm IT 11/2$.

– Если же компенсатором служит винт, то вследствие широких компенсирующих способностей винтовой пары поля допусков цепных размеров принимают $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$ (или $+t_2$, $-t_2$, $\pm t_2/2$ по ГОСТ 30893.1-2002).

Предельные отклонения диаметров резьб показывают на чертеже деталей в соответствии с посадками резьбовых соединений, приведенных на чертежах сборочных единиц. Например, для резьб в отверстиях: M18-6H, M20-2H5C, M12x1,5-3H6H; для резьб на стержнях: M18-6g, M20-2g, M12x1-6h, M30x1,5-3p.

6.5.4 Допуски формы и расположения поверхностей

6.5.4.1 Общие сведения

При изготовлении деталей возникают погрешности не только линейных размеров, но и геометрической формы, а также погрешности относительного расположения осей, поверхностей и конструктивных элементов. Эти погрешности оказывают вредное влияние на работоспособность деталей машин, вызывая вибрации, дополнительные динамические нагрузки и шум.

Первая группа требований точности связана с установкой подшипников качения (ГОСТ 3325-85). Для нормальной работы таких подшипников необходимо исключить искажение дорожек качения колец подшипников. Кольца подшипников очень податливы и при установке принимают форму посадочных поверхностей валов и корпусов. Для уменьшения искажения формы дорожек качения на посадочные поверхности валов и корпусов задают (назначают) допуски формы.

Для подшипников качения важно, чтобы не искажались дорожки качения колец подшипников. Кольца подшипников очень податливы, при установке на вал или в корпус они копируют форму посадочных поверхностей.

В случае перекоса колец подшипников увеличивается сопротивление вращению валов и потеря энергии, снижается их долговечность.

Перекос наружного и внутреннего колец подшипников увеличивает сопротивление вращению валов и потере энергии, уменьшает ресурс подшипников. Перекосы колец подшипников вызывают:

- отклонения от соосности посадочных поверхностей вала и корпуса;
- отклонения от перпендикулярности базовых торцов вала и корпуса;
- дополнительные деформации вала и корпуса.

Вторая группа требований точности, предъявляемых к деталям, связана с обеспечением норм кинематической точности и норм контакта зубчатых и червячных передач (ГОСТ 1643-81, ГОСТ 1758-81, ГОСТ 3675-81). Достижение необходимой точности передачи зависит от точности расположения посадочных поверхностей и базовых торцов валов, а также посадочных отверстий и базовых торцов колес. Поэтому на чертежах валов, зубчатых и червячных колес задают допуски расположения базовых поверхностей.

• *Третья группа требований точности изготовления деталей обусловлена необходимостью ограничения их возможной неуравновешенности. Допускаемые значения дисбаланса определены ГОСТ 22061-76, в зависимости от вида изделия и условий его работы. Нормы допускаемого дисбаланса описывают зависимостью $e \cdot n = \text{const}$, где e – удельный дисбаланс, г мм/кг, численно равный смещению центра масс от оси вращения, мкм; n – частота вращения, мин⁻¹. В связи с этим на чертежах деталей к отдельным поверхностям предъявляют требования необходимой точности расположения в виде допусков соосности.*

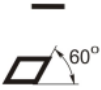
Базовые оси и поверхности обозначают на чертежах деталей в соответствии с ГОСТ 2.308-79* равносторонним зачерненным треугольником, соединенным с рамкой, в которой записывают обозначение базы заглавной буквой русского алфавита. Высота зачерненного треугольника и символа обозначения базы равна h , а высота и ширина рамки для символа $2h$, где h – высота размерных чисел на чертеже (чаще всего $h=3,5$ мм).

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертеже условными обозначениями – графическими знаками (ГОСТ 2.308-79), которые записывают в рамке, разделенной на две или три части (высота рамки $2h$). В первой части размещают графический знак допуска формы и расположения поверхности, во второй – числовые значения допуска и в третьей – обозначение базы, относительно которой задан допуск (высота символа обозначения базы h), например.

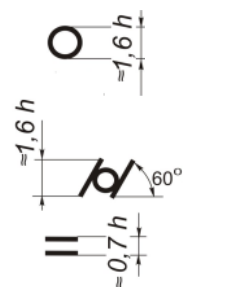
//	0,16	A
----	------	---

В соответствии с ГОСТ 24642-81 различают следующие виды допусков (отклонений) формы и расположения поверхностей:

1) допуски (отклонения) формы поверхностей и их условные графические символы (знаки) по ГОСТ 2.309-79*:

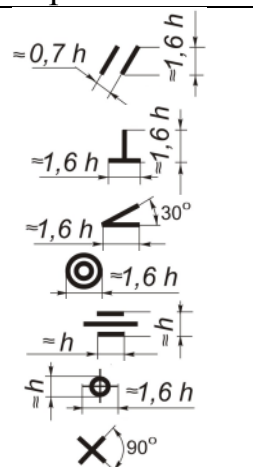
– прямолинейности; – плоскостности;	
--	---

- круглости;
- цилиндричности;
- профиля продольного сечения;



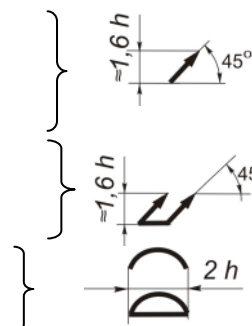
2) допуски (отклонения) расположения поверхностей:

- параллельности;
- перпендикулярности;
- наклона;
- соосности;
- симметричности;
- позиционный;
- пересечение осей;



3) суммарные допуски (отклонения) расположения поверхностей:

- радиального биения;
- торцевого биения;
- биения в заданном направлении;
- полного радиального биения;
- полного торцевого биения;
- формы заданного профиля;
- формы заданной поверхности.



Ширина графических знаков равна примерно ширине шрифта размерных чисел на чертеже, а высота знаков равна h этого шрифта (за исключением тех знаков, высота которых приведена на его изображении).

Правила нанесения на чертежах деталей условных обозначений баз, допусков формы и расположения поверхностей установлены ГОСТ 2.308-79*:

– если базой является поверхность, то зачерченный треугольник располагают на некотором расстоянии от конца размерной линии (рис. 6.6, а);

– если базой является ось или плоскость симметрии, то зачерченный треугольник располагают в конце размерной линии (рис. 6.6, б). Иногда удобнее, чтобы не затемнять чертеж, базу показывать на

сечении. В этом случае размерную линию без указания размера повторяют (рис. 6.6, в);

– если нет необходимости назначать базу, то вместо зачеркнутого треугольника применяют стрелку (рис. 6.6, г);

– если допуск относят к поверхности, а не к оси элемента, то стрелку соединительной линии располагают на достаточном удалении от конца размерной линии (рис. 6.6, д) – допуск цилиндричности;

– если же допуск относят к оси или плоскости симметрии, то конец соединительной линии должен совпадать с (продолжением) концом размерной линии (рис. 6.6, д – допуск соосности).

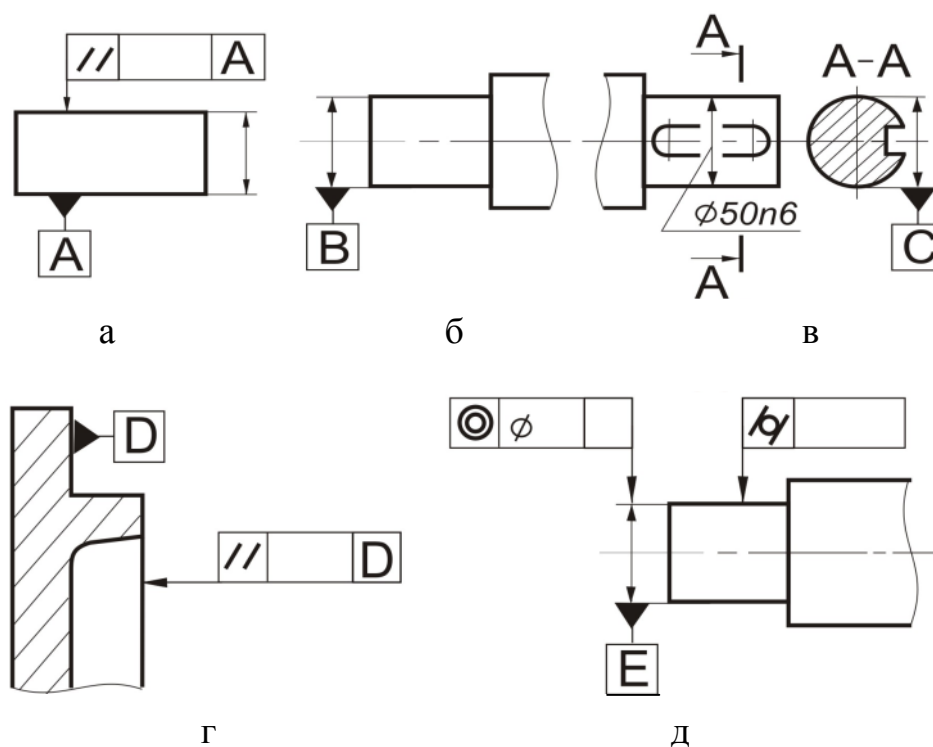


Рисунок 6.6

Числовые значения допусков формы и расположения регламентированы ГОСТ 24643-81 для большинства характеристик названной точности. В этом стандарте предусмотрено 16 степеней точности, определяющих числовое значение допусков формы и расположения (наивысшая точность соответствует первой степени точности). Числовое значение допуска связано с одним из конструкторских параметров нормируемого элемента (например, диаметром или длиной) и определяет один уровень точности при разных размерах изделий. При переходе от одной степени точности к другой допуск изменяется в 1,6 раза.

В ГОСТ 24643-81 предусмотрен стандартный базовый ряд числовых значений допусков формы и расположения (см. табл. 6.1),

представляющий собой десятый ряд предпочтительных чисел с некоторыми округлениями.

Таблица 6.1 – Базовый ряд числовых значений допусков формы и расположения поверхностей, мкм (по ГОСТ 24643-81)

0,1	0,12	0,16	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,8
1	1,2	1,6	2	2,5	4	5	6	8
10	12	16	20	25	40	50	60	80
100	120	160	200	250	400	500	600	800
1000	1200	1600	2000	2500	4000	5000	6000	8000
10000	12000	16000	20000	25000	40000	50000	60000	80000

Числа базового ряда применены для допусков по степеням точности и их следует использовать:

- а) для тех видов допусков, на которые не распространяются стандартные степени точности, например, для позиционных допусков;
- б) когда необходимо назначить допуск, занимающий промежуточное положение между допусками по соседним степеням точности (в обоснованных случаях).

ГОСТ 24643-81 рекомендует соотношения между допуском формы или расположения и допуском размера для тех видов допусков формы и расположения, которые являются составной частью допуска размера, например: допуски цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения и др.

Установлены в названном стандарте следующие уровни относительной геометрической точности, которые характеризуются соотношением между допуском формы или расположением и допуском размера (см. табл. 6.2):

А – нормальная относительная геометрическая точность (для допуска формы или расположения используется примерно 60 % от допуска размера);

В – повышенная относительная геометрическая точность (для допуска формы или расположения используется примерно 40 % от допуска размера);

С – высокая относительная геометрическая точность (для допуска формы или расположения используется примерно 25 % от допуска размера).

Возможно в обоснованных случаях допуск формы или расположения, для которого используется менее 25 % от допуска размера.

При выполнении курсового проекта можно принять [16] допуск цилиндричности для посадочных мест примерно $t \approx 0,5t$, где t – допуск размера (диаметр вала).

При необходимости можно использовать имеющиеся в литературе [36] на этот счет рекомендации (см. табл. 6.3).

Таблица 6.2 – Рекомендуемые относительные геометрические точности (ГОСТ 24643-81)

Квалитет допуска размера по ГОСТ 25346-82	Уровни относительной геометрической точности	Степень точности формы по ГОСТ 24643-81 (допуски цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения)
4	A	3
	B	2
	C	1
5	A	4
	B	3
	C	2
6	A	5
	B	4
	C	3
7	A	6
	B	5
	C	4
8	A	7
	B	6
	C	5
8	A	7
	B	6
	C	5
9	A	8
	B	7
	C	6
10	A	9
	B	8
	C	7
11	A	10
	B	9
	C	8
12	A	11
	B	10
	C	9

Выбирать предельные отклонения формы Δ_{ϕ} цилиндрических поверхностей в процентах от допуска на размер δ_p можно по табл. 6.3. Рекомендации справедливы при длине касания $L \leq 2d$ (здесь d – диаметр посадочного места). Окончательно Δ_{ϕ} принимается по табл. 6.1.

Шероховатость поверхности, для которой определяется допуск формы, рекомендуется принимать по соотношению $R_z \approx 0,5\Delta_{\phi}$.

Таблица 6.3 – Рекомендации по выбору предельных отклонений формы цилиндрических поверхностей

Квалитет	Посадка	Предельные отклонения от формы Δ_f в процентах от опуски на размер t
6	с натягом	50–65
	переходная	50–65
	с зазором	40–50
7	с натягом	50–65
	переходная	30–50
	с зазором	30–40
8-10	с натягом	60–75
	с зазором	30–50
11-12	с зазором	20–30

6.5.4.2 Выбор допусков формы и расположения поверхностей для типовых деталей закрытой зубчатой передачи (редуктора)

Выходной вал

а) посадочные места подшипники и зубчатое (червячное) колесо: $T_{\phi} \approx 0,5t$; (t – допуск на размер вала);

б) посадочные места подшипники; T (в диаметральном выражении) по табл. 6.4 [16], в зависимости от типа подшипника;

в) посадочное место под зубчатое колесо; T_{ϕ} – по табл. 6.5. Степень точности допуска – по табл. 6.6;

г) посадочное место выходной части вала $T_{\phi} \approx 60/n$; только для $n > 1000 \text{ мин}^{-1}$; допуск – в мм;

д) уступ на валу для фиксации подшипника в осевом направлении; T_{\perp} на наибольшем радиусе заплечика (уступа) определяется по табл. 6.7; степень точности допуска при базировании подшипников: шариковых – 8, роликовых – 7;

е) уступ (буртик на валу для фиксации зубчатого колеса при отношении длины ступицы колеса l к диаметру вала d меньшим 0,7 ($l/d \leq 0,7$); T_{\perp} на наибольшем радиусе буртика находят по табл. 6.8. Степень точности допуска – по табл. 6.9;

ж) $T_{//n} \approx 0,5t_{\text{шп}}$, $T_{\perp} \approx 2t_{\text{шп}}$, где $t_{\text{шп}}$ – допуск ширины шпоночного паза [16].

Зубчатые и червячные колеса, червяки

а) посадочное место для установки на вал: $T_{\phi} \approx 0,5t$; (t – допуск размера посадочной поверхности);

б) поверхность цилиндра вершин зубьев (витков червяка), должна быть соосной с посадочной (для уменьшения дисбаланса колеса); допуск цилиндричности в диаметральном выражении $T_{\odot} \approx 60/n$ для $n \geq 1000 \text{мин}^{-1}$; допуск в мм;

в) $T_{//}$ и T_{\perp} поверхности торцев ступицы на наибольшем ее диаметре (при отношении длины ступицы к посадочному диаметру $l/d < 0,7$ по табл. 6.7; степень точности допуска расположения при базировании подшипников: шариковых – 8, роликовых – 7;

г) шпоночный паз посадочного колеса; $T_{//} \approx 0,5t_{\text{шп}}$, $T_{\perp} \approx 2t_{\text{шп}}$, где $t_{\text{шп}}$ – допуск ширины шпоночного паза.

Стаканы для подшипников качения

а) посадочные места под наружные кольца подшипников $T_{\phi} \approx 0,5t$;
 ($t \approx$ – допуск размера отверстия для подшипника);

Таблица 6.4

Тип подшипника	$T_{\phi B}$, мкм	$T_{\phi K}$, мкм	Θ , угл. мин.
Радиальный шариковый однорядный	4	8	1,6
Радиально-упорный шариковый однорядный	3	6	1,2
Радиальный с короткими цилиндрическими роликами:			
– без модифицированного контакта	1	2	0,4
– с модифицированным контактом	3	6	1,2
Конический роликовый:			
– без модифицированного контакта	1	2	0,4
– с модифицированным контактом	2	4	0,8
Игольчатый роликовый однорядный:			
– без модифицированного контакта	0,5	1	0,2
– с модифицированным контактом	2	4	0,8
Радиальные шариковые и роликовые двухрядные сферические	6	12	2,4
<p>Примечания: а) $T_{\phi B}$ и $T_{\phi K}$ – допуски соосности посадочной поверхности вала и корпуса длиной $B=10$ мм (в диаметральном выражении). При длине B_1 посадочного места табличное значение $T_{\text{таб}}$ следует умножить на $0,1 B_1$; б) Θ – допустимый угол взаимного перекоса колец подшипника, вызываемого деформациями вала и корпуса в работающем узле.</p>			

Таблица 6.5 – T_{ϕ} , $T_{\phi B}$, $T_{\phi K}$, T_{ϕ} (по ГОСТ 24643-81*)

Номинальный размер	Допуск, мкм, при степени точности									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
До 3	3	5	8	12	20	30	50	80	120	
Св. 3–10	4	6	10	16	25	40	60	100	160	
-“- 10–18	5	8	12	20	30	50	80	120	200	
-“- 18–30	6	10	16	25	40	60	100	160	250	
-“- 30–50	8	12	20	30	50	80	120	200	300	

Продолжение таблицы 6.5

-“- 50–120	10	16	25	40	60	100	160	250	400
120-250	12	20	30	50	80	120	200	300	500
250-400	16	25	40	60	100	160	250	400	600
400-630	20	30	50	80	120	200	300	500	800
630-1000	25	40	60	100	160	250	400	600	1000

Примечания:

1. Допуски этой таблицы распространяются также на концентричность, полное радиальное биение и биение в заданном направлении.
2. Допуски этой таблицы приведены в диаметральном выражении.
3. Выбор допусков при данной степени точности производится по диаметру нормируемой поверхности или размеру между поверхностями, образующими нормируемый симметричный элемент. Если база не указывается, то допуск определяется по элементу с большим размером.

Таблица 6.6

Степень кинематической точности передачи	Степень точности допуска при диаметре делительной окружности, мм		
	Св. 50 до 125	Св. 125 до 280	Св. 280 до 560
6	5/6	5/6	6/7
7	6/7	6/7	7/8
8	7/8	7/8	8/9
9	7/8	8/9	8/9

Примечание. Число в числителе относится к зубчатым, а в знаменателе – к червячным передачам.

Таблица 6.7 – $T_{//}$, T_{\perp} , T_{\angle} , $T_{\text{торц}}$, $T_{\text{торц}}$ (по ГОСТ 24643-81*)

Номинальный размер, мм	Допуск, мкм, при степени точности								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
До 10	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Св. 10 до 16	2	3	5	8	12	20	30	50	80
-“- 16 -“- 25	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
-“- 25 -“- 40	3	5	8	12	20	30	50	80	120
-“- 40 -“- 63	4	6	10	16	25	40	60	100	160
-“- 63 -“- 100	5	8	12	20	30	50	80	120	200
-“- 100 -“- 130	6	10	16	25	40	60	100	160	250

Продолжение таблицы 6.7

160 - 250	8	12	20	30	50	80	120	200	300
250 - 400	10	16	25	40	60	100	160	250	400
400 - 630	12	20	30	50	80	120	200	300	500
630 - 1000	16	25	40	60	100	160	250	400	600
1000 - 1600	20	30	50	80	120	200	300	500	800
1600 - 2500	25	40	60	100	160	250	400	600	1000

Примечания. 1 При назначении допусков параллельности, перпендикулярности, наклона под номинальным размером понимается длина нормируемого участка или вся длина рассматриваемой поверхности (для допуска параллельности – длина большей стороны), если нормируемый участок не задан.

2 При назначении допусков торцового биения под номинальным размером понимается заданный диаметр или номинальный больший диаметр торцовой поверхности. При назначении допусков полного торцового биения под номинальным размером понимается номинальный больший диаметр рассматриваемой торцовой поверхности.

Таблица 6.8.– Соответствие между степенью точности допуска расположения поверхности элемента передачи и степенью ее точности

Тип передачи	Степень точности передачи по нормам контакта и соответствующая ей степень точности допуска перпендикулярности элемента колеса передачи		
	6	7,8	9
Зубчатые	5	6	7
Червячные	6	7	8

б) соосность наружной и внутренних (для колец подшипников) посадочных поверхностей; $T_0 \approx 0,6t$ (в диаметральном выражении), где t – допуск размера наружной поверхности;

в) соосность внутренних посадочных (для подшипников) поверхностей, разделенных уступом; T – по табл. 6.4, в зависимости от типа подшипника;

г) перпендикулярность оси внутренней посадочной поверхности стакана к внутренней поверхности его фланца (прилегающей к корпусу, в котором помещен стакан); T_{\perp} – на наружном диаметре внешнего кольца подшипника принимаем по табл. 6.7. Степень точности допуска 8 – для шариковых и 7 – для роликовых подшипников;

д) параллельность привалочных торцовых поверхностей на наибольшем диаметре фланца стакана; $T_{//}$ – по табл. 6.7. Степень точности допуска 8 – для шариковых и 7 – для роликовых подшипников;

е) ограничения отклонений в расположении центров крепежных (резьбовых отверстий и обеспечение сборки резьбового соединения (крепления стакана к корпусу изделия); $T_{\Phi} \approx 0,4 (d_{\text{отв.}} - d_{\text{в.}})$, где $d_{\text{отв.}}$ – диаметр отверстия, $d_{\text{в.}}$ – диаметр винта.

Этот допуск задают только в случае независимого сверления отверстий во фланце стакана и в корпусной детали (в приспособлениях или на станках с ЧПУ). В остальных случаях позиционный допуск на отверстиях во фланце стакана не приводят.

Крышки подшипников качения

Для привертных:

а) параллельность привалочной поверхности фланца и торца крышки, касающегося торца наружного кольца подшипника;

Для закладных:

а) параллельность обеих сторон закладного фланца; $T_{//}$ на наибольших диаметрах фланца – по табл. 6.7. Степень точности допуска при использовании шариковых – 9 (привертная крышка) или 8 (закладная крышка); роликовых – 8 (привертная крышка) или 7 (закладная крышка);

б) перпендикулярность осей посадочных цилиндрических поверхностей торцовым обрабатываемым плоскостям; T_{\perp} (см. пояснения к допуску $T_{//}$ в предыдущем пункте;

в) соосность отверстия под манжетное уплотнение и базовой посадочной цилиндрической поверхности (в диаметральном выражении); $T = 0,6 t$, где t – допуск размера отверстия под манжетное уплотнение;

г) позиционный допуск для обеспечения сборки резьбовых соединений (в диаметральном выражении); $T \approx 0,4 (d_{\text{отв.}} - d_{\text{в.}})$, где $d_{\text{отв.}}$ – диаметр отверстия, $d_{\text{в.}}$ – диаметр винта.

Шкивы

Допуск цилиндричности базового (посадочного) отверстия, допуск параллельности и симметричности шпоночного паза назначают по нормам, приведенным для зубчатых колес.

Допуск соосности рабочей поверхности шкивов плоскоременных передач (в диаметральном выражении) принимают:

Диаметр шкива, мм	Св. 50 до 120	Св. 120 до 260	Св. 260 до 500
Допуск соосности, мм	0,04	0,05	0,06

На шкивах клиновых и поликлиновых ременных передач допуск биения конической поверхности ручьев перпендикулярно образующей, мм,

$T_r \approx 0,005td_p$, где d_p – расчетный диаметр шкива, мм; t – удельное биение (мм/мм), принимают в зависимости от частоты вращения n (мин⁻¹):
 До 500 – 2; Св. 500 до 1000 – 0,15 Св. 1000 – 0,1

При скорости (на расчетном диаметре) свыше 5 м/с шкив должен быть статически отбалансирован.

Допускаемый дисбаланс:

Скорость ремня, м/с	Св. 5 до 10	Св. 10 до 15	Св. 15 до 20	Св. 20
Дисбаланс, г/мм	60	30	20	10

Звездочки (цепной передачи)

На чертеже звездочки приводят допуски цилиндричности базового отверстия, параллельности и симметричности шпоночного паза, которые определяют по нормам для зубчатых колес.

Корпусные детали

Предельные отклонения межосевого расстояния корпуса цилиндрических зубчатых и червячных передач

$$\Delta = \pm(0,6 - 0,7)f_a,$$

где f_a – предельное отклонение межосевого расстояния цилиндрической зубчатой (по ГОСТ 1643-81*) или червячной (по ГОСТ 3675-81*) передачи, табл. 6.9 и 6.10 соответственно.

Таблица 6.9 – Предельные отклонения межосевого расстояния цилиндрических зубчатых передач (из ГОСТ 1643-81*)

Вид сопряжения	Предельные отклонения $\pm f_a$, мкм, при межосевом расстоянии a_w , мм					
	До 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400
C	35	45	50	55	60	70
B	60	70	80	90	100	110

Таблица 6.10 – Предельные отклонения межосевого расстояния червячных передач (из ГОСТ 3675-81*)

Степень точности контакта	Предельные отклонения $\pm f_a$, мкм, при межосевом расстоянии a_w , мм					
	До 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400
6	28	32	38	42	45	50

Продолжение таблицы 6.10

7	45	50	60	67	75	85
8	71	80	90	105	110	125
9	110	130	150	160	180	200

Допуски формы и допуски расположения на базовые поверхности корпусных деталей.

Допуски плоскостности по ГОСТ Р 50891-96, мм/мм:

- на плоскость основания – 0,05/100;
- на плоскость разъема – 0,01/100;
- на торцевые плоскости – 0,03/100.

Допуск параллельности плоскостей основания и разъема и перпендикулярности торцевых поверхностей к плоскости основания – 0,05/100 мм/мм.

На поверхности базовых отверстий корпуса (под опоры валов) допуск цилиндричности

$$T_{\phi} \approx 0,5t,$$

где t – допуск диаметра.

Оси двух отверстий для подшипников качения, расположенные в разных стенках корпуса, должны быть соосны. Отклонения от соосности этих отверстий вызывает перекося колец подшипников. Для ограничения перекося задают на каждую пару отверстий допуск соосности относительно их общей оси (см. табл. 6.4) в зависимости от типа подшипника.

Для ограничения перекося колец подшипников торцевые плоскости, расположенные в разных стенах, должны быть перпендикулярны общей оси каждой пары отверстий. Допуски перпендикулярности относят к наибольшему диаметру фланцев крышек подшипников (см. табл. 6.7). Степень точности допуска принимают при базировании по торцам крышек подшипников: шариковых – 9, роликовых – 8. Если торцы крышек в базировании подшипников не участвуют, то допуски перпендикулярности торцевых плоскостей корпуса, соприкасающихся с такими крышками, не назначают.

Для цилиндрической зубчатой передачи стандартом ГОСТ 1643-81* заданы допуски параллельности f_x и f_y осей вращения валов на ширине b венца зубчатого колеса. Значения допусков параллельности и перекося осей отверстий на ширине L корпуса цилиндрического редуктора вычисляют:

$$T_x = T_{//} = (0,6 - 0,7) f_x L/b; \quad T_y = (0,6 - 0,7) f_y L/b,$$

где значения допусков f_x и f_y в зависимости от степени точности по нормам контакта принимают по ГОСТ 1643-81* или по табл. 6.11.

Для конических и коническо-цилиндрических редукторов задают допуск перпендикулярности осей отверстий для опор валов конической шестерни и колеса, который определяется по зависимости

$$T_{\perp} = 2(0,6 - 0,7)E_{\Sigma}L_0R,$$

где E_{Σ} – предельное отклонение межосевого угла в передаче по ГОСТ 1758-81* или по табл. 6.12;

R – среднее конусное расстояние;

L_0 – расстояние от оси отверстий (для опор вала колеса) до торцевой плоскости корпуса, по которой он соприкасается с фланцем крышки подшипников вала шестерни.

Кроме того, задают отклонения межосевого расстояния, которые определяют по соотношению

$$\Delta = \pm(0,6 - 0,7)f_a,$$

где f_a – отклонение межосевого расстояния в конической и гипоидной передаче; значения отклонения – по ГОСТ 1758-81* или из табл. 6.13.

На чертеже корпусов червячных редукторов задают допуск перекося осей отверстий для опор червяка или вала колеса, который определяют по соотношению

$$T_y = (0,6 - 0,7)f_{\Sigma}L_0/b_2,$$

где f_{Σ} – предельное отклонение межосевого угла в передаче по ГОСТ 3675-81* или по табл. 6.14;

b_2 – ширина венца колеса;

L_0 – расстояние между торцевыми плоскостями корпуса, перпендикулярными оси вала червяка.

При серийном производстве крепежные отверстия в корпусах сверлят в приспособлениях или на станках с ЧПУ. В этом случае на расположение осей крепежных отверстий задают позиционные допуски, ограничивающие смещение этих отверстий от номинального расположения.

Зазоры между стержнями болтов и стенками крепежных отверстий в основании корпуса используют для выверки положения редуктора на плите (раме). Учитывая это, позиционный допуск отверстий в основании корпуса

$$T_{\Phi} = 0,2(d_0 - d);$$

позиционные допуски отверстий в других местах корпуса

$$T_{\Phi,} = 0,4(d_0 - d),$$

где d_0 и d – диаметры отверстия и стержня винта или шпильки.

При единичном производстве крепежные отверстия сверлят по разметке и допуски расположения этих отверстий не задают.

Таблица 6.11 – Допуски параллельности f_x и перекоса f_y осей цилиндрической зубчатой передачи (из ГОСТ 1643-81*, для зубчатых колес с $m \geq 1$)

Обозначение допуска	Ширина b зубчатого венца колеса, мм	Допуск, мкм, при степени точности передачи			
		6	7	8	9
f_x	Св. 20 до 40	9	11	18	28
	Св. 40 до 100	12	16	25	40
	Св. 100 до 160	16	20	32	50
f_y	Св. 20 до 40	4,5	5,6	9	14
	Св. 40 до 100	6,3	8,0	12	20
	Св. 100 до 160	8,0	10,0	16	25

Таблица 6.12 – Предельные отклонения межосевого угла в конических передачах (из ГОСТ 1758-81, для зубчатых колес с $m \geq 1$)

Обозначения отклонения	Вид сопряжения	Среднее конусное расстояние R , мм											
		До 50			Св. 50 до 100			Св. 100 до 200			Св. 200 до 400		
		Угол δ_1^0 , делительного конуса шестерни											
		До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25
$\pm E_\Sigma$, мкм	<i>C</i>	18	26	30	26	30	32	30	45	50	32	56	63
	<i>B</i>	30	42	50	42	50	60	50	71	80	60	90	100
	<i>A</i>	45	63	80	63	80	95	80	110	125	95	140	160
<p><i>Примечание:</i> $\pm E_\Sigma$ – предельные отклонения межосевого угла передачи – разность между действительным и номинальным межосевым углами в передаче; определяется на среднем конусном расстоянии в линейных величинах.</p>													

Таблица 6.13 – Предельные отклонения межосевого расстояния f_a (из ГОСТ 1758, зубчатые колеса конических и гипоидных передач с $m \geq 1$)

Степень точности	Среднее конусное расстояние R , мм				
	До 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 400	Св. 400 до 800
	Отклонение $\pm f_a$, мкм				
5	10	12	15	18	25
6	12	15	18	25	30
7	18	20	25	30	36
8	28	30	36	45	60
9	36	45	55	75	90
10	67	75	90	120	150

Продолжение таблицы 6.13

<p><i>Примечания:</i></p> <p>1. Отклонение межосевого расстояния f_a (предельные отклонения $\pm f_a$) – разность между действительным и номинальным межосевыми расстояниями в передаче. В конических передачах межосевое расстояние равно нулю, поэтому f_a ограничивает допустимую величину отклонения от пересечения осей.</p> <p>2. Для гипоидных передач выбор f_a производится по среднему конусному расстоянию колеса передачи.</p>
--

Таблица 6.14 – Предельные отклонения межосевого угла червячной передачи $\pm f_{\Sigma}$ (по ГОСТ 3675-81*)

Ширина зубчатого колеса	Степень точности передачи по нормам контакта					
	5	6	7	8	9	10
	Отклонение $\pm f_{\Sigma}$, мкм					
До 63	7,1	9	12	16	22	28
Св.63 до 100	9,5	12	17	22	28	36
Св.100 до 160	13,0	17	24	30	40	50

<p><i>Примечания:</i></p> <p>1. Отклонение межосевого угла червячной передачи $f_{\Sigma r}$ (предельные отклонения $\pm f_{\Sigma}$) – разность между действительным и номинальным межосевыми углами в передаче. Отклонения межосевого угла передачи выражается в линейных величинах на ширине венца червячного колеса.</p> <p>2. Предельное отклонение межосевого угла передачи в обработке $f_{\Sigma c}$ не должно превышать $0,75 f_{\Sigma}$.</p>

6.5.4.3. Точность и виды сопряжений зубчатых и червячных передач

Погрешности изготовления и сборки названных передач вызывают динамические нагрузки, шум, вибрации, нагрев, концентрацию напряжений на отдельных участках зубьев, а также несогласованность углов поворота ведущего и ведомого колес. Последнее приводит к ошибкам относительного положения звеньев и к ошибкам от мертвого хода.

Для обеспечения качественной работы передачи назначают допуски на ее изготовление и монтаж с целью достижения требуемых:

1) *кинематической точности*, т. е. согласованности угловых поворотов ведущего и ведомого звеньев;

2) *плавности движения (работы)*, т. е. для ограничения циклических погрешностей, многократно повторяющихся за один оборот колеса (резких местных изменений отклонений углов поворота колеса);

3) *контакта зубьев*, т. е. такого прилегания зубьев по длине и высоте, при котором контактные линии располагаются на максимально возможной активной поверхности;

4) *требуемого бокового зазора* между зубьями для устранения заклинивания зубьев и ограничения мертвых ходов в передаче.

Кинематическая точность оценивается величиной кинематической погрешности передачи, т. е. разности между действительным и номинальным (расчетным) углами поворота ведомого колеса, выраженной в линейных величинах длиной дуги по делительной окружности. Стандартами ограничивается наибольшая кинематическая погрешность передачи (и колеса), т. е. наибольшая алгебраическая разность значений кинематической погрешности за полный цикл изменения относительного положения зубчатых колес (для колеса – за один оборот).

Плавность работы количественно характеризуется местной кинематической погрешностью (степенью плавности изменения кинематической погрешности) и циклической погрешностью передачи (и колеса).

Полнота контакта зубьев характеризуется относительными размерами по длине и высоте зуба суммарного пятна контакта сопряженных зубьев передачи.

Боковой зазор определяется в сечении, перпендикулярном к направлению (линии) зубьев, и в плоскости, касательной к основным цилиндрам (в плоскости зацепления). Боковой зазор необходим для размещения слоя смазки, компенсации температурных деформаций, а также погрешностей изготовления и монтажа. Для нормальной работы боковой зазор должен быть не меньше установленного гарантированного зазора $j_{n \min}$ и не более наибольшего допустимого и зазора.

По точности изготовления все зубчатые передачи разделены на 12 степеней точности (от 1-й – наиболее точной до 12-й – наиболее грубой).

Для каждой степени точности установлены отдельно нормы кинематической точности, плавности работы передачи и контакта зубьев колес. Все эти три вида норм могут комбинироваться и назначаться из разных степеней точности (с учетом ограничений, приводимых в стандартах).

Независимо от степени точности зубчатых передач устанавливаются различные виды сопряжения зубьев в передаче. За основу деления по видам сопряжения принят гарантированный (наименьший) боковой зазор $j_{n \min}$.

Для зубчатых и червячных цилиндрических передач с $m \geq 1$ установлено 6 видов сопряжения: с нулевым ($j_{n \min} = 0$) боковым зазором H , весьма малым зазором E , малым зазором D , уменьшенным зазором C , нормальным зазором B , увеличенным зазором A .

Стандартами для зубчатых цилиндрических и червячных передач при $m \geq 1$ мм установлено 8 видов допусков на боковой зазор T : h, d, c, b, a, z, y, x (обозначения расположены в порядке возрастания допуска); для конических и гипоидных передач при $m \geq 1-5$ видов: h, d, c, b, a .

При отсутствии специальных требований с каждым видом сопряжения употребляется определенный вид допуска на боковой зазор, обозначенный строчной буквой, аналогичной (за небольшим исключением) букве вида сопряжения (например, с A используется a , с B пишется b и т. д.). На чертежах в записи вида сопряжения и вида допуска на боковой зазор обычно записывают только один символ, если второй обозначен такой же буквой, и два – если буквы разные.

Примеры условного обозначения для зубчатых и червячных передач 8-й степени точности с видом сопряжения B , видом допуска бокового зазора b и $m \geq 1$ мм: 8- B ГОСТ 1643-81, 8- B ГОСТ 1758-81, 8- B ГОСТ 3675-81 для зубчатых цилиндрических, конических и червячных передач соответственно.

При комбинировании норм различных степеней точности и при различных обозначениях вида сопряжения и вида допуска бокового зазора в условном обозначении передачи (или колеса) последовательно записываются три цифры и две буквы: первая цифра обозначает степень по нормам кинематической точности, вторая – степень по нормам плавности работы, третья – степень по нормам контакта зубьев: первая буква – вид сопряжения, вторая – вид допуска бокового зазора. Например, 8-7-6- Ba ГОСТ 1643-81.

6.5.4.4 Требования к точности заготовок для зубчатых колес

Нормы точности на элементы заготовок зубчатых колес не установлены. Требования к точности заготовок зависят от принятого технологического процесса обработки и методов измерения зубчатых колес. Требования к базовым поверхностям должны регламентироваться отраслевыми стандартами предприятий.

Основными технологическими базами колеса являются:

– посадочное отверстие зубчатого колеса для установки зубчатого колеса на вал; при выполнении зубчатого колеса заодно с валом – опорные шейки вала;

– наружный цилиндр зубчатого колеса (цилиндр вершин зубьев), используемый в некоторых случаях для контроля положения заготовки на зуборезном станке и контроля размеров зуба, а в больших колесах – и для контроля равномерности шага;

– базовый торец зубчатого колеса, по которому базируется заготовка при зубообработке.

В табл. 6.15 приведены требования к точности элементов заготовки зубчатого колеса по рекомендации международного стандарта [38].

Таблица 6.15 – Требование к точности заготовок зубчатых колес (по рекомендациям ИСО)

Наименование элементов заготовок	Степень точности зубчатых колес						
	4	5	6	7	8	9	10
	Квалитеты допусков основных поверхностей заготовок						
Посадочное отверстие зубчатого колеса	4	5	6	6	7	8	8
Основные шейки валов	4	5	5	6	6	7	7
Диаметры наружного цилиндра (вершин зубьев)	7	7	8	8	8	9	9
Радиальное биение* наружного цилиндра, биение базового торца, радиальное биение контрольного пояса, мкм	$0,01d + 5$	$0,016d + 10$		$0,025d + 15$		$0,04d + 25$	
<p><i>Примечания:</i></p> <p>1. Пример пользования таблицей: для зубчатого колеса 7-й степени точности допуск на размер и форму отверстия (вала) равен $IT7(IT6)$, на диаметр наружного цилиндра – $IT8$.</p> <p>2. В зависимостях для расчета биений d – соответствующий диаметр, мм.</p> <p>*) Требования к радиальному биению наружного цилиндра относятся лишь к случаю его использования в качестве базовой поверхности при контроле.</p>							

Требования к шероховатости поверхности зубьев колес (витков червяков) приведены в табл. 6.24, а также в [37, табл. 2.68] и [38, табл. 5.12], [36, с. 144] и др.

Рекомендуемые посадки при установке зубчатых колес на валы (оси) приведены в [38, с. 352–353]. Величина натяга для неподвижных соединений определяется режимом работы зубчатой передачи: от *H7/s6* для тяжело нагруженных с ударными нагрузками до *H7/k6* при необходимости часто снимать зубчатое колесо.

Величины допусков на радиальное биение наружного цилиндра заготовки F_{da} допусков на диаметр наружного цилиндра заготовки A_{da} зависят от варианта использования при обработке и контроле наружного цилиндра:

1) наружный цилиндр используется для выверки установки заготовки на зубообрабатывающем станке;

2) наружный цилиндр используется как база при контроле размеров зубьев или контроле равномерности шага;

3) то же, что и в предыдущем пункте, но при измерениях учитывается действительный размер наружного цилиндра заготовки;

4) наружный цилиндр не используется ни в качестве базовой поверхности при установке зубчатого колеса на станке, ни при контроле толщины зубьев.

Зависимости для определения F_{da} и A_{da} для названных четырех вариантах использования наружного цилиндра заготовки зубчатого колеса приведены в табл. 6.16 [38, с. 354].

Таблица 6.16 – Зависимости для определения отклонений и допусков на заготовку цилиндрических зубчатых колес

Вариант использования наружного цилиндра заготовки	Зависимости для определения F_{da} и A_{da}
Вариант 1 (для выверки установки заготовки зубчатого колеса на станке)	$F_{da} = 0,6F_r$, где F_r – по табл. 6.18; A_{da} *) по <i>h14-h17</i> ГОСТ 25348-82, но не более 0,1 <i>m</i> для 3-7 степ. точности и 0,2 <i>m</i> для 8-12 степ. точности
Вариант 2 (в качестве базы для контроля размер зуба)	$F_{da} = 0,25T_H$, где T_H – по табл. 6.19; $A_{da} = 0,5T_H$ по <i>h6-h12</i>
Вариант 3 (в качестве базы для контроля размеров зуба, но с учетом действительного размера наружного цилиндра)	$F_{da} = 0,25T_H$; A_{da} *) по <i>h14-h17</i> ГОСТ 25348-82

Продолжение таблицы 6.16

Вариант 4 (не используется для выверки установки заготовки на станке и в качестве базы для контроля размера зуба)	$F_{da} = 0,1m$; A_{da} *) по h14-h17 ГОСТ 25348-82
F_{da} – допуск на радиальное биение наружного цилиндра заготовки; A_{da} – нижнее отклонение и допуск на диаметр наружного цилиндра заготовки; *) в этих случаях возможно применение и более точных квалитетов	

В табл. 6.17 [38] даны рекомендуемые допуски на торцовое биение заготовок зубчатых колес. На рабочих чертежах допуск на радиальное биение указывается относительно базового отверстия, а допуск на торцовое биение указывается на торце, по которому базируется заготовка при зубообработке, относительно посадочного отверстия колеса (или шеек вала у валов-шестерен).

Таблица 6.17 – Допуски на торцовое биение базового торца F_T – заготовок цилиндрических зубчатых колес с $m \geq 1$ мм

Степень точности по нормам контакта	Ширина зубчатого колеса, мм			
	до 40	св. 40 до 100	св. 100 до 160 св.	св. 160 до 250
	Допуски F_T при $d = 100$ мм, мкм			
5	16	8	5,1	4
6	20	10	6,4	5
7	24	12	8,0	6
8	40	20	12,8	10
9	64	32	20,0	16
10	100	50	32,0	25

Примечания:

- Значения величины в таблице получены по зависимости $F_T = 50 F_\beta / v$, где F_β – допуск на погрешность направления зуба; v – ширина зубчатого колеса или полушеврона.
- Допуск на торцовое биение заготовки определяют умножением значения, взятого из таблицы, на величину $d/100$, где d – делительный диаметр, мм. Например, при $d = 250$ мм и ширине зубчатого колеса 50 мм для 8-й степени точности по нормам контакта $F_T = 20 \cdot 250/100 = 50$ мкм.

Таблица 6.18 – Допуски на радиальное биение зубчатого венца F_r (из ГОСТ 1643-81 и ГОСТ 9178-81) для зубчатых колес с $m \geq 1$ мм

Степень точности	Модуль m , мм	Делительный диаметр d , мм		
		До 125	Св. 125 до 400	Св. 400 до 800
		Допуски F_r , мкм		
6	От 1 до 3,5	25	36	45
	Св. 3,5 до 6,3	28	40	50
	Св. 6,3 до 10	32	45	56
7	От 1 до 3,5	36	50	63
	Св. 3,5 до 6,3	40	56	71
	Св. 6,3 до 10	45	63	80
8	От 1 до 3,5	45	63	80
	Св. 3,5 до 6,3	50	71	90
	Св. 6,3 до 10	56	80	100
9	От 1 до 3,5	71	80	100
	Св. 3,5 до 6,3	80	100	112
	Св. 6,3 до 10	90	112	125
10	От 1 до 3,5	100	112	125
	Св. 3,5 до 6,3	125	140	140
	Св. 6,3 до 10	140	160	160

Примечание. Радиальным биением зубчатого венца F_{rr} (допуск F_r) называется наибольшая в пределах зубчатого колеса разность расстояний от его рабочей оси до делительной прямой элемента нормального исходного контура одиночного зуба или впадины, условно наложенного на профили зубьев колеса.

Таблица 6.19 – Допуски на смещение исходного контура T_H по ГОСТ 1643-81* и ГОСТ 9178-81 (для зубчатых колес с $m \geq 1$ мм)

Вид сопряжения	Вид допуска бокового зазора	Допуски на радиальное биение зубчатого венца F_r , мкм													
		До 8	Св. 8-10	10-12	12-16	16-20	20-25	25-32	32-40	40-50	50-60	60-80	80-100	100-125	125-160
		Допуск T_H , мкм													
H, E	h	28	30	35	40	40	45	55	60	70	80	110	120	160	200
D	d	35	40	40	45	55	60	70	80	90	100	140	160	200	250
C	c	45	50	55	60	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300
B	b	55	60	70	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400
A	a	70	80	80	90	100	110	140	160	180	200	250	300	350	450
–	z	90	100	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	450	550
–	y	110	120	140	140	160	180	200	250	280	350	400	500	600	700
–	x	140	160	160	180	200	220	250	300	350	400	500	600	700	900

Примечания:

1. Допуск на смещение исходного контура T_H – разность предельных дополнительных смещений исходного контура.

2. Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r принимать по табл. 6.18.

3. Если принятый вид бокового зазора не соответствует виду сопряжения (например, B – вид сопряжения зубьев; a – вид допуска бокового зазора), то допуски T_H выбираются в зависимости от вида допуска бокового зазора (т. е. a).

6.5.4.5 Общие допуски формы и расположения поверхностей

Рассмотренные выше требования точности изготовления отдельных элементов разных деталей обусловлены необходимостью получения изделия достаточно высокого качества. Некоторые элементы деталей и качество их выполнения мало влияет на качество изготавливаемой детали и всего изделия. В этом случае индивидуальные допуски формы или расположения на чертеже детали не указывают и применяют **общие допуски формы и расположения** по ГОСТ 30893.2-2002, установленные в трех классах точности H,K,L, перечисленных в порядке понижения точности. При выборе класса точности назначают обычную точность соответствующего производства.

Общие допуски формы и расположения поверхностей – это допуски, указываемые на чертеже или в других технических документах общей записью и применяемые в тех случаях, когда они не указаны индивидуально для соответствующего элемента детали. Их использование предполагает, что в ряде случаев допуски, обусловленные функциональными требованиями превышают общие допуски.

Значения общих допусков формы и расположения установлены по классам точности, характеризующим различные уровни обычной производственной точности, достигаемой без применения дополнительной обработки повышенной точности. Выбор класса точности осуществляют с учетом функциональных требований к детали и возможностей производства.

Если по функциональным требованиям для элемента необходимы допуски меньшие, чем общие допуски, то они должны указываться на чертеже в соответствии с ГОСТ 2.308.

Применение общих допусков дает ряд преимуществ:

-чертежи легче читаются, облегчается связь с пользователем чертежами;

-экономится время выполнения чертежей за счет исключения детальных расчетов допусков (достаточно оценить больше или меньше допуск из функционального назначения детали, чем общий допуск);

-из чертежей четко просматриваются элементы, которые могут быть изготовлены при обычных возможностях процесса, что облегчает управление качеством, за счет уменьшения уровня контроля этих элементов;

-появляется возможность обратить внимание на выполнение остальных элементов (с указанными относительно малыми индивидуальными допусками) за счет планирования производства и соответствующего контроля;

-вследствие полноты требований к производственной точности облегчается взаимоотношения между поставщиком и потребителем разработанной продукции и др.

Общие допуски цилиндричности, профиля продольного сечения, наклона, перекося осей, позиционные, полного радиального и полного торцового биения, формы заданного профиля и формы заданной поверхности не устанавливаются. Отклонения этих видов косвенно ограничиваются допусками на линейные и угловые размеры или другими видами допусков формы и расположения, в том числе и общими. Если такого ограничения недостаточно, то перечисленные виды допусков должны указываться на чертеже непосредственно для соответствующих элементов.

Общие допуски формы. Отклонения формы для элементов с указанными на чертеже предельными отклонениями размеров в соответствии с ГОСТ 25346 должны быть ограничены в пределах поля допуска размера:

-наибольшее возможное значение отклонения от цилиндричности, круглости и профиля продольного сечения $EF_{\max} = ITd$; здесь ITd – допуск диаметра цилиндрической поверхности; наибольшее возможное значение отклонения от плоскостности и прямолинейности $EF_{\max} = ITh$; здесь ITh – допуск размера (ширины, толщины или размера между рассматриваемой плоскостью (прямой) и другой плоскостью).

Для частных видов отклонений формы, таких как овальность, огранка с четким числом граней, конусообразность, бочкообразность и седлообразность, наибольшее возможное отклонение формы по ГОСТ 30893.2-2002 равно $0,5ITd$.

Приведенные выше наибольшие отклонения формы EF_{\max} учитываются при анализе их влияния на работу изделия и оценке необходимости в назначении отдельного, более жесткого допуска формы. Однако они не должны использоваться изготовителем в качестве допуска формы, так как при этом не будет запаса на другие

составляющие допуска размера (смещение настройки станка на размер, температурные изменения размера и др.).

Общие допуски прямолинейности и плоскостности для элементов с неуказанными на чертеже предельными отклонениями (общими допусками) размеров приведены в таблице Д.3 д.

Общий допуск круглости для элементов с неуказанными на чертеже предельными отклонениями размеров равен допуску на диаметр, но не должен превышать общего допуска на радиальное биение (приведены в следующем подразделе).

Общие допуски расположения и биения. Общий допуск параллельности равен допуску размера между рассматриваемыми элементами. За базу следует принимать наиболее протяженный из двух рассматриваемых элементов. Если оба элемента имеют одинаковую длину, то в качестве базы может быть принят любой из них.

Общие допуски перпендикулярности приведены в таблице Д.3 е. За базу следует принимать элемент, образующий более длинную сторону рассматриваемого прямого угла. Если стороны угла имеют одинаковую номинальную длину, то в качестве базы может быть принята любая из них.

Общие допуски симметричности и пересечения осей приведены в таблице Д.3 ж. За базу следует принимать элемент с большей длиной. Если рассматриваемые элементы имеют одинаковую длину, то в качестве базы может быть принят любой из них.

Общие допуски радиального и торцевого биения, а также биения в заданном направлении (перпендикулярно к образующей поверхности) должны соответствовать приведенным:

Класс точности	Допуск биения, мм
Н	0,1
К	0,2
L	0,5

За базу следует принимать подшипниковые (опорные) поверхности, если они могут быть четко определены из чертежа, например, заданные как базы для указанных допусков биения. В других случаях за базу для общего допуска радиального биения следует принимать более длинный из двух соосных элементов. Если элементы имеют одинаковую номинальную длину, то в качестве базы может быть принят любой из них.

Общие допуски соосности применяются в случаях, когда измерение радиального биения невозможно или нецелесообразно. Общий допуск соосности в диаметральном выражении следует принимать равным общему допуску радиального биения.

Указание общих допусков на чертежах. Ссылку на общие допуски формы и расположения поверхностей приводят в технических требованиях, указывая номер стандарта и буквенное обозначение класса точности общих допусков формы и расположения. Например, для класса точности «К»: «Общие допуски формы и расположения – ГОСТ 30893.2-К» или «ГОСТ 30893.2-К».

Ссылка на общие допуски размеров, формы и расположения поверхностей должна включать общий номер обоих стандартов на общие допуски, обозначение общих допусков размеров по ГОСТ 30893.1 и обозначение общих допусков формы и расположения по ГОСТ 30893.2.

Например, «Общие допуски ГОСТ 30893.2-m или «ГОСТ 30893-mK» (m-класс точности- «средний» общих допусков линейных размеров по ГОСТ 30893.1, K- класс точности общих допусков формы и расположения по ГОСТ 30893.2).

Общие допуски должны автоматически достигаться при механической обработке изделий в производстве, обычная точность которого равна или выше, чем по ГОСТ 30893.2-mH; такие допуски, как правило, не требуют контроля.

6.5.5 Шероховатость поверхностей

Шероховатость поверхности является одной из основных геометрических характеристик качества поверхности деталей и оказывает существенное влияние на эксплуатационные показатели изделия. Термины и определения основных понятий по шероховатости регламентированы ГОСТ 25142-82 и ГОСТ 2789-73*.

Для обеспечения требуемого качества изделия должны назначаться соответствующие требования к шероховатости поверхностей, исходя из их функционального назначения.

Параметры для нормирования шероховатости поверхности. Шероховатость поверхности оценивается по неровностям профиля (чаще поперечного), получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью (чаще всего в нормальном сечении). Для отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами (отклонение формы и волнистости) ее рассматривают в пределах ограниченного участка, длина которого называется *базовой длиной l*. Базой для отсчета отклонений профиля является *средняя линия* профиля *m*.

Шероховатость поверхности – совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная, например, с помощью базовой длины.

Средняя линия профиля t – базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратичное отклонение профиля до этой линии минимально.

Для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхностей ГОСТ 2789-73* установил шесть параметров: три высотных (R_a, R_Z, R_{\max}), два шаговых (S_m, S) и параметр относительной опорной длины профиля (t_p).

Наибольшая высота неровностей профиля R_{\max} – расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины.

Высота неровностей профиля по десяти точкам R_Z – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a – среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля (от средней линии профиля t) в пределах базовой длины.

Средний шаг неровностей профиля S_m – среднее значение шага неровностей профиля по средней линии t в пределах базовой длины.

Средний шаг местных выступов профиля S – среднее значение шагов местных выступов профиля (по вершинам), находящихся в пределах базовой длины.

Уровень сечения профиля r – расстояние между линией выступов профиля и линией, пересекающей профиль эквидистантно линии выступов профиля.

Относительная опорная длина профиля t_p (в %) – отношение опорной длины профиля к базовой длине на заданном уровне сечения r (в % по отношению к R_{\max}).

Опорная длина профиля η_r – сумма длин обрезков, отсекаемых на заданном уровне в материале профиля линией, эквивалентной средней линии в пределах базовой длины.

В ГОСТ 2789-73* установлены числовые значения названных характеристик шероховатости, в том числе и соотношение высотных параметров и базовой длины. Ниже приведены стандартные ряды значений параметров шероховатости наиболее часто применяемых в машиностроении.

R_a , мкм	$R_Z = R_{\max}$, мкм	ℓ , мм
До 0,025	До 0,1	0,08
Свыше 0,025 до 0,4	Свыше 0,1 до 1,6	0,25
“ 0,4 до 3,2	“ 1,6 до 12,5	0,8
“ 3,2 до 12,5	“ 12,5 до	2,5
“ 12,5 до 100,0	“ 50,0 до	8,0

При выборе параметров и их значений для нормирования шероховатости следует учитывать назначение поверхности и влияния этих параметров на эксплуатационные свойства поверхности. В ГОСТ 2789-73* приводятся некоторые важнейшие эксплуатационные свойства поверхности, зависящие от ее шероховатости, и перечень параметров, которые обеспечивают показатели этих свойств.

Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр R_a , который лучше, чем R_Z и R_{\max} характеризует неровности профиля (поскольку определяется по всем или достаточно большому числу точек профиля).

Параметр t_p позволяет надежно нормировать многие важнейшие эксплуатационные свойства поверхности, которые зависят от высотных параметров профиля и определяются формой неровностей.

Выбор числовых параметров шероховатости производится по ГОСТ 2789-73*. При нормировании высотных параметров в первую очередь следует применять предпочтительные значения, табл. 6.20 для R_a и табл. 6.21 для R_Z и R_{\max} .

Относительная опорная длина профиля t_p (%) выбирается из ряда: 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90.

Числовые значения уровня сечения профиля p (%) от R_{\max} выбираются из ряда: 5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90.

Если параметры R_a , R_Z , R_{\max} определены на базовой длине по ГОСТ 2789-73* (см. табл. 6.22), то эти базовые длины не указываются в требованиях к шероховатости.

При назначении параметров шероховатости следует учитывать возможность их достижения рациональным способом обработки. *Как правило следует применять наибольшую шероховатость, допускаемую конструктивными требованиями (для уменьшения затрат на обработку).*

В некоторых случаях излишнее уменьшение R_a (R_Z) может привести (в подвижных соединениях) к «схватыванию» (заеданию) контактирующих поверхностей и полной потере работоспособности соединения [36, с. 138]. Для таких поверхностей следует назначать шероховатость близкую к получающейся в процессе приработки.

Отверстия труднее обрабатывать и поэтому их шероховатость несколько выше чем у вала.

Шероховатость поверхностей зависит и от точности размера этой поверхности (например, диаметра отверстия, вала для сопряженных поверхностей) и по этой причине R_Z должно быть значительно меньше допуска размера δ_p . На основании опытных данных для подвижных и неподвижных соединений рекомендуется принимать: для квалитетов 5–10 значение $R_Z \leq 0,25\delta_p$; для квалитетов грубее 10-го $R_Z \leq 0,125\delta_p$.

Если необходимо ограничение отклонения формы (Δ_ϕ) или отклонения расположения (Δ_π) поверхности по сравнению с допуском на размер δ_p , то соответственно должна быть ограничена и шероховатость поверхности. Возможные (рекомендуемые) методы обработки обеспечат значение $R_Z \approx (0,2 - 0,5)\Delta_\phi$ или $R_Z \approx (0,2 - 0,5)\Delta_\pi$.

Минимальные требования к шероховатости поверхности в зависимости от допуска на размер и формы приведены в табл. 6.23. [36], [38].

Таблица 6.23 – Минимальные требования к шероховатости поверхности в зависимости от допуска размера и формы

Номинал. размер	Допуск формы, % от допуска размера	Квалитеты точности размера											
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12; 13	14; 15	16; 17
		Значения R_a , мкм, не более											
До 18	100	0,2	0,4	0,4	0,8	1,6	1,6	3,2	3,2	6,3	12,5	12,5	25
	60	0,1	0,2	0,2	0,4	0,8	0,8	3,2	3,2	6,3	12,5	12,5	25
	40	0,05	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	1,6	1,6	3,2	6,3	12,5	25
	25	–	–	–	–	–	–	0,8	0,8	1,6	–	–	–

Продолжение таблицы 6.23

Св. 18 до 50	100	0,4	0,8	0,8	1,6	3,2	3,2	3,2	6,3	6,3	12,5	25	50
	60	0,2	0,4	0,4	0,8	1,6	1,6	3,2	6,3	6,3	12,5	25	50
	40	0,1	0,2	0,2	0,4	0,8	0,8	3,2	3,2	3,2	6,3	12,5	25
	25	–	–	–	–	–	–	1,6	1,6	1,6	–	–	–
Св. 50 до 120	100	0,4	0,8	1,6	1,6	3,2	3,2	6,3	6,3	12,5	25	50	100
	60	0,2	0,4	0,8	0,8	1,6	3,2	6,3	6,3	12,5	25	50	100
	40	0,1	0,2	0,4	0,4	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3	12,5	25	50
	25	–	–	–	–	–	–	1,6	1,6	3,2	–	–	–
Св. 120 до 500	100	0,8	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2	6,3	6,3	12,5	25	50	100
	60	0,4	0,8	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3	6,3	12,5	25	50	100
	40	0,2	0,4	0,4	0,8	1,6	1,6	6,3	6,3	6,3	12,5	25	50
	25	–	–	–	–	–	–	3,2	3,2	3,2	–	–	–

Примечание. Если относительный допуск формы меньше значений, указанных в таблице, то значение R_a следует назначать не более 15 % от допуска формы.

Этой таблицей можно пользоваться при назначении норм шероховатости, если по условиям сборки или работы изделия шероховатость поверхности не требуется ограничивать более жесткими пределами.

При необходимости можно использовать примеры нормирования шероховатости в зависимости от функционального назначения поверхности деталей, приведенных в [36], [38] и др.

В табл. 6.23 приведены наибольшие допускаемые значения параметра R_a , в зависимости от допуска размера и формы поверхности, установленные из условий:

– при допуске формы 60 % от допуска размера δ_p (нормальная относительная геометрическая точность)

$$R_a \leq 0,05\delta_p; \quad (\text{а})$$

– при допуске формы 40 % от допуска размера δ_p (повышенная относительная геометрическая точность)

$$R_a \leq 0,025\delta_p; \quad (\text{б})$$

– и то же при 25 % соответственно (высокая относительная геометрическая точность)

$$R_a \leq 0,012\delta_p. \quad (\text{в})$$

При необходимости нормировать параметр шероховатости R_z для условий, соответствующих зависимостям а и б, следует принимать соответственно

$$R_z \leq 0,2 \cdot \delta_p; \quad (\text{г})$$

$$R_z \leq 0,1 \cdot \delta_p. \quad (\text{д})$$

Для ускорения поиска R_a можно воспользоваться также табл. 6.24 [16], в которой приведены наибольшие допустимые значения параметра шероховатости.

Таблица 6.24

Вид поверхности	R_a , мкм
Посадочные поверхности валов и корпусов из стали под подшипники качения класса точности 0 при: d или D до 80 мм; d или D св. 80 мм.	1,25 2,5
Посадочные поверхности корпусов из чугуна под подшипники качения класса точности «Нормальный» при: d или D до 80 мм; d или D св. 80 мм.	2,5 3,2
Торцы заплечников валов, стаканов (корпусов) для базирования подшипников качения класса точности «Нормальный»	2,5
Посадочные поверхности валов для соединения с натягом. Торцы заплечников валов для базирования зубчатых, червячных колес при отношении длины ступицы к диаметру ее отверстия: $l/d < 0,7$; $l/d \geq 0,7$.	0,8 1,6 3,2
Поверхности корпусов (крышек) под манжетные уплотнения	1,6
Поверхности валов под резиновые манжеты.	0,32
Канавки, фаски, переходные (галтельные) участки на валах, торцы валов.	6,3

Продолжение таблицы 6.24

Поверхности шпоночных пазов на валах: рабочие; нерабочие.	3,2 6,3
Поверхности шпоночных пазов в отверстиях колес, шкивов рабочие нерабочие	1,6 3,2
Поверхности шлицев на валах: – боковая поверхность зуба соединения: неподвижного; подвижного; – цилиндрические центрирующие поверхности соединения: неподвижного; подвижную; – цилиндрические нецентрирующие поверхности.	1,6 0,8 0,8 0,4 3,2
Поверхности шлицев в посадочных отверстиях колес, звездочек, шкивов: – боковая поверхность зуба соединения: неподвижного; подвижного; – цилиндрические центрирующие поверхности соединения: неподвижного; подвижного; – цилиндрические нецентрирующие поверхности.	1,6 0,8 1,6 0,8 3,2
Поверхности отверстий ступиц для соединений с натягом	1,6
Торцы ступиц зубчатых, червячных колес, базирующихся по торцу заплечиков валов, при отношении длины ступицы с отверстием к его диаметру: $1/d < 0,7$; $1/d \geq 0,7$.	1,6 3,2
Торцы ступиц зубчатых, червячных колес, по которым базируют подшипники качения класса точности «Нормальный»	1,6
Свободные (нерабочие) торцовые поверхности зубчатых, червячных колес	6,3
Рабочие (активные) поверхности зубьев зубчатых, колес внешнего зацепления: с модулем равным и меньше 5 мм с модулем больше 5 мм	1,25 2,5
Рабочие поверхности витков червяков: цилиндрических глобоидных Рабочие поверхности зубьев черв. колес	0,63 1,25 1,6
Поверхности вершин зубьев колес, витков червяков, зубьев звездочек цепных передач.	6,3
Фаски и выточки на колесах.	6,3
Рабочая поверхность шкивов ременных передач.	2,5
Рабочая поверхность зубьев звездочек цепных передач.	3,2
Поверхности отверстий под болты, винты, шпильки.	12,5
Опорные поверхности под головки болтов, винтов, гаек.	6,3

Продолжение таблицы 6.24

Поверхности разъемов корпусов, фланцевых соединений и т. п.):	
– соединения герметичное:	
без прокладки;	1,6–0,8
с прокладкой;	6,3–3,2
– соединения негерметичное:	
без прокладки;	12,5–6,3
с прокладкой.	12,5–6,3
Шероховатость поверхностей, не указанных в табл. 6.24 следует определять по табл. 6.23 при 60 % величине допуска формы поверхности от допуска размера этой поверхности или воспользоваться зависимостью (а), расположенной до названной таблицы.	
В [16, с.388] шероховатость поверхности в этом случае рекомендуют определять по зависимости $Ra = 0,05 \delta_p$. Здесь $\delta_p = t$ – допуск размера	

Для обозначения шероховатости поверхностей на чертежах применяют знаки по ГОСТ 2.309-73** (рис. 6.7, а–в). Высота знака h равна высоте размерных чисел на чертеже, высота $H = (1,5–5) h$ в зависимости от объема записи. Толщина линий знака должна приблизительно равна половине толщины сплошной основной линии.

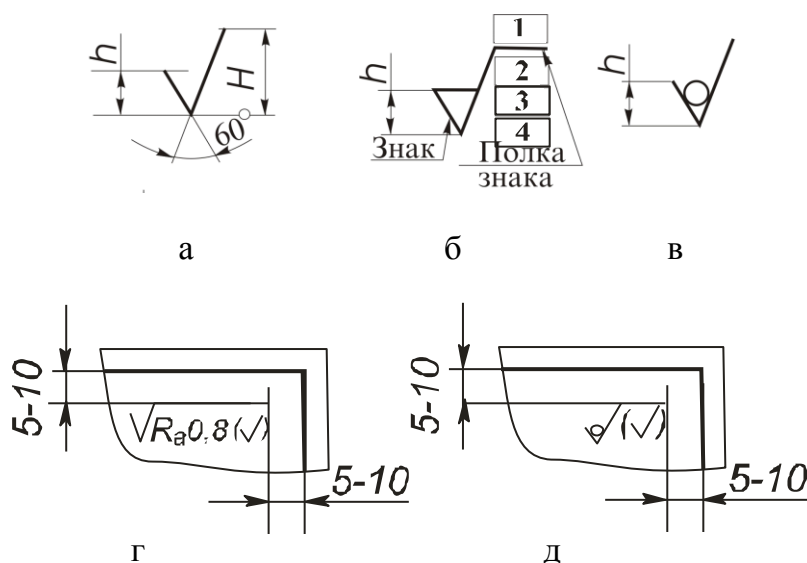


Рисунок 6.7

Если вид обработки поверхности конструктор не устанавливает, то применяют знак по рис. 6.7, а. Это обозначение является предпочтительным. Если для образования поверхности обязательно удаление слоя материала (шлифование, полирование), применяют знак по рис. 6.7, б. Для обозначения шероховатости поверхностей, не обрабатываемых по этому чертежу, используют знак на рис. 6.7, в. Такой же знак применяют и для случая образования поверхности без удаления слоя материала (чеканка, накатывание роликом).

Обозначение преобладающей шероховатости поверхностей показывают в правом верхнем углу поля чертежа (рис. 6.7. г, д). Толщина линий и высота знака, заключенного в скобки такая же, как в обозначениях шероховатости на изображении детали (на чертеже), а перед скобкой – в 1,5 раза больше.

Если преобладающее число поверхностей не обрабатывают по данному чертежу, то шероховатость их показывают в правом верхнем углу поля чертежа (рис. 6.7, д).

Согласно ГОСТ 2.309-73** обозначения шероховатости поверхности на изображении детали следует располагать на линиях контура, выносных линиях или на полках линий выносок.

При одинаковой шероховатости поверхностей, образующих контур, ее обозначают один раз. Если шероховатость двух поверхностей, имеющих одинаковый номинальный размер, различна, то на каждом участке наносят свою шероховатость и между ними тонкую разделительную линию, ставят размер, определяющий ее положение.

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицевых соединений и других деталей соединений при отсутствии на чертеже их профиля условно наносят на линии делительной поверхности.

Структура обозначения шероховатости поверхности должна соответствовать ГОСТ 2.309-73**, см. рис. 6.7, б, на котором 1 – вид обработки поверхности и (или) другие дополнительные указания; 2 – параметр(ы) шероховатости по ГОСТ 2.309-73**; 3 – базовая длина по ГОСТ 2789-73*; 4 – условное обозначение направления неровностей по ГОСТ 2789-73*.

Из шести параметров шероховатости в проектах в большинстве случаев достаточно представлять один из двух: R_a , мкм, или R_z ; остальные – в отдельных случаях, только при необходимости. Кроме того, при необходимости устанавливают требования к направлению неровностей поверхности, к способу обработки поверхности.

Значения параметров шероховатости в обозначении указывают по следующим правилам:

а) значение параметра R_a (см. рис. 6.7, г) и остальных параметров – после соответствующего символа, например, $R_z 20$;

б) часто в качестве высотного параметра приводят одно числовое значение – наибольшее допускаемое значение параметра, соответствующего более грубой шероховатости;

в) при указании диапазона значений параметра шероховатости поверхности следует приводить пределы его значений, размещая их в две строки, причем в верхней строке указывают значение, соответствующее более грубой шероховатости, например:

$$R_a 6,3, R_z 25;$$

$$3,2 \quad 12,5;$$

г) при указании номинального значения параметра шероховатости поверхности в обозначении приводят это значение с предельными отклонениями по ГОСТ 2789-73, например: $R_a 1 +20\%$; $R_z 25_{-10\%}$;

д) при указании более одного параметра шероховатости их значения записывают сверху вниз в следующем порядке: параметр высоты неровностей профиля, параметр шага неровностей профиля и относительная опорная длина профиля;

е) при указании R_z или R_a базовую длину в обозначении шероховатости поверхности не приводят, если определение параметра должно производиться в пределах базовой длины, соответствующей нормам ГОСТ 2789-73*;

ж) вид обработки поверхности указывают лишь в тех случаях, когда он является единственным для получения требуемого качества поверхности;

з) условные обозначения направления неровностей и правила их указания должны соответствовать ГОСТ 2.309-73.

На поверхности посадочных мест валов и отверстий зубчатых и червячных колес, передающих момент крутящий посадкой с гарантированным натягом, кроме параметра шероховатости R_a задают параметр t_p , для которого $t_p = 50 \pm 10\%$ при $p = 60\%$ от наибольшей высоты неровностей профиля R_{max} . Пример обозначения при $R_a = 0,32$ мкм:

$$\sqrt{R_a 0,32}$$

$$\sqrt{t_{60} 50 \pm 10\%}$$

6.5.6 Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки

Обозначение покрытий. Правила нанесения на чертежах изделий всех отраслей промышленности обозначений покрытий (защитных, декоративных, износостойчивых, электроизоляционных и т. п.), а также показателей свойств материалов, получаемых в результате термической и других видов обработки (химикотермической, деформационного упрочнения (наклепа) и т. п.) установлены ГОСТ 2.310-68**.

*Обозначение покрытия по ГОСТ 9.306-85**, ГОСТ 9.032-74** и др.* или отраслевому стандарту *или_все_данные*, необходимые для выполнения нестандартизованного покрытия, приводят в технических требованиях чертежа после слова «Покрытие». На изображениях детали (изделия) отмечают поверхности, подлежащие покрытию.

В технических требованиях чертежа после обозначения покрытия приводят данные о материалах покрытия (марку и обозначение стандарта или технических условий), указанных в обозначении. Если на все поверхности изделия должно быть нанесено одно и то же покрытие, то запись делают по типу «Покрытие...». Если должны быть нанесены покрытия на поверхности, которые можно обозначить буквами или однозначно определить (наружная или внутренняя поверхность и т. п.), то запись делают по типу «Покрытие поверхностей А...». «Покрытие наружных поверхностей...».

*Некоторые случаи нанесения на чертежах обозначений покрытий по ГОСТ 2.310-68**.*

При нанесении одинакового покрытия на несколько поверхностей их обозначают одной буквой и запись делают по типу «Покрытие поверхностей А...».

При нанесении различных покрытий на несколько поверхностей изделия их обозначают разными буквами и запись делают по типу «Покрытие поверхностей А...», «Покрытие поверхности Б...».

Если одно и то же покрытие наносят на большое количество поверхностей изделия, а на остальные поверхности наносят другое покрытие или оставляют их без покрытия, то последние обозначают буквами и запись делают по типу «Покрытие поверхности А..., остальных...» или «Покрытие..., кроме поверхности А».

Если необходимо нанести покрытие на поверхность сложной конфигурации или на часть поверхности, которую нельзя однозначно определить, то такие поверхности обводят штрихпунктирной утолщенной линией на расстоянии 0,8–1мм от контурной линии, обозначают их одной буквой и проставляют размеры, определяющие положение этих поверхностей, и делают запись по типу «Покрытие поверхности А...».

Размеры, определяющие положение поверхности, на которую должно быть нанесено покрытие, допускается не проставлять, если они ясны из чертежа.

Участки поверхности, подлежащие покрытию, отмечают с указанием размеров, определяющих положение этих участков (с помощью линий – выносок, проводимых от соответствующего участка поверхности к полке с буквой обозначения этого участка). Границы участка показывают утолщенной штрихпунктирной линией.

Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Классификация. Условные обозначения. Термины и определения в области металлических и неметаллических покрытий установлены ГОСТ 9.008-82 [36].

Покрытия разделяют на виды в зависимости от совокупности следующих составляющих:

- 1) способа получения покрытия;
- 2) материала покрытия;
- 3) признаков, характеризующих физико-механические свойства покрытия;
- 4) признаков, характеризующих декоративные свойства покрытия.

Запись условного обозначения покрытия в технической документации производят в следующем порядке:

- 1) способ получения (по ГОСТ 9.008-82 и ГОСТ 9.306-85* – условное обозначение способа);
- 2) материал покрытия (условное обозначение по ГОСТ 9.306-85*);
- 3) толщина покрытия (по ГОСТ 9.306-85*);
- 4) физико-механические свойства покрытия (по ГОСТ 9.306-85*);
- 5) декоративные свойства покрытия (по ГОСТ 9.032-74*);
- 6) вид дополнительной обработки (по ГОСТ 9.306-85*).

Запись обозначения покрытия производят в строчку. Все составляющие обозначения отделяются друг от друга точками, за исключением материала покрытия и толщины, которые друг от друга точками не отделяют. Обозначение способа получения и материала следует писать с прописной буквы, остальных признаков – со строчной.

Обозначение защитно-декоративных с заданными декоративными свойствами производят по ГОСТ 9.306-85*.

Полимерные покрытия обозначают по ГОСТ 4.54-79.

При выборе покрытий по ГОСТ 14623-69 следует учитывать назначение детали; материал детали; условия эксплуатации; назначение покрытия, его свойства; способ нанесения покрытия; допустимость контактов сопрягаемых металлов; экономическую целесообразность.

Покрытия лакокрасочные. Лакокрасочные материалы делят на грунты, шпатлевки, эмали, лаки, нитролаки, масляные краски, эмульсионные краски.

Процесс окраски состоит из нескольких основных операций: подготовки поверхности, грунтовки, шпатлевки (при наличии шероховатостей, неровностей, трещин, раковин), сушки, нанесения краски (эмали).

Лакокрасочные покрытия по ГОСТ 9.032-74* классифицируют по материалу покрытия, внешнему виду поверхности покрытия (см. табл. 6.25) и по условиям эксплуатации (см. табл. 6.26). Виды и обозначения материалов покрытия – по ГОСТ 9825-73* [36]. ГОСТ 9.032-74*, кроме блеска предусматривает следующие показатели внешнего вида: включения, шагрень, потеки, риски и штрихи, волнистость, разнооттеночность, неоднородность.

Обозначение покрытий состоит из сочетаний слов, букв и цифр и записывается в следующем порядке:

- 1) лакокрасочный материал по ГОСТ 9825-73*, цвет указывают, обозначение стандарта на данный материал не указывают;
- 2) класс покрытия (см. табл. 6.25);
- 3) условия эксплуатации покрытия: по воздействию климатических факторов – группа условий эксплуатации (см. ГОСТ 9.104-79*); по воздействию особых сред (см. табл. 6.26).

Допускается выполнять обозначение системы покрытия по ГОСТ 2.310-68 в технологической последовательности (шпатлевка, грунтовка, материал покрытия, количество слоев).

Обозначение материала покрытия или системы покрытия, класса покрытия и условий эксплуатации отделяют точками. При воздействии различных условий эксплуатации их обозначения разделяют знаками дефиса.

Таблица 6.25 – Классы покрытий по показателям внешнего вида и нормы блеска по ГОСТ 9.032-74*

Класс покрытия и его обозначение	Блеск покрытий (%) гладких однотонных			
	Высокоглянцевые	Глянцевые	Полуглянцевые и полуматовые	Глубоко-матовые
Первый-I	Не менее 70	От 59 до 50	–	–
Второй-II Третий-III	Не менее 60		От 49 до 20	Не более 3
Четвертый-IV Пятый-V Шестой-VI	–	–	От 37 до 20	–
<p><i>Примечания:</i> 1. ГОСТ 9.032-74* предусматривает также покрытия рисунчатые (молотковые) и рельефные. 2. Нормы блеска для матовых покрытий от 19 до 4 %.</p>				

Примеры обозначения покрытий.

1. Покрытие голубой эмалью ХВ-124 по V классу, эксплуатирующееся под навесом в атмосфере, загрязненной газами химических и других производств, в условиях тропического сухого макроклиматического района: Эмаль ХВ-124 голубая. V. 7/1-T2.

Таблица 6.26 – Классификация лакокрасочных покрытий, стойких в особых средах по ГОСТ 9.032-74*

Классификация покрытий	Условия эксплуатации по характеру воздействующей среды или виду воздействия	Обозначение условий эксплуатации
Водостойкие	Морская, пресная вода и ее пары	4
	Пресная вода и ее пары	4/1
	Морская вода	4/2
Специальные	Рентгеновские и другие виды облучений, глубокий холод, открытое пламя, биологические воздействия и др.	5
Маслобензостойкие	Минеральные масла и смазки, бензин керосин и другие нефтепродукты.	6
	Минеральные масла и смазки.	6/1
	Бензин, керосин и др. нефтепродукты	6/2
Химически стойкие	Различные химические реагенты.	7
	Агрессивные газы, пары и жидкости.	7/1
	Растворы кислот и кислых солей.	7/2
	Растворы щелочей и основных солей.	7/3
	Растворы нейтральных солей	7/4
Термостойкие	Температуры выше 60	8
Электроизоляционные	Электрический ток, коронные и поверхностные разряды	9
<p><i>Примечания:</i> 1. К обозначению условий эксплуатации термостойких покрытий добавляют значение предельной температуры в градусах Цельсия, например, 8_{160°C}.</p> <p>2. При необходимости значение предельной температуры добавляют и в обозначение условий эксплуатации других покрытий, например 9_{200°C}.</p>		

2. Покрытие грунтовкой ФЛ-ОЗк по VI классу, эксплуатирующееся в вентилируемом помещении без искусственно регулируемых климатических условий в условиях умеренного макроклиматического района:

Грунтовка ФЛ-ОЗк коричневая УТ. УХЛ4.

Если лакокрасочному покрытию предшествует металлическое или неметаллическое неорганическое покрытие, то их обозначения отделяются косой чертой, причем на второе место ставится обозначение лакокрасочного покрытия. Например, кадмиевое покрытие толщиной 6 мкм, с последующей окраской красно-коричневой поливинилбутиральной эмалью ВЛ515 по III классу для эксплуатации покрытия при воздействии нефтепродуктов:

Кд6/эмаль ВЛ-515 красно-коричневая III. 6/2.

Нанесение на чертежах показателей свойств материалов по ГОСТ 2. 310-68. Если детали (изделия) подвергаются термической или какому-то другому виду обработки, изменяющей свойства материала, то на чертеже этих изделий указывают показатели свойств, приобретаемых в результате обработки, например: твердость HRC₃, HB, HV, предел прочности σ_b и др.

Глубину обработки обозначают *h*. Глубину обработки и твердость материала на чертежах указывают интервалом предельных значений например: *h* 0,8–1,2 мм: 50–55 HRC₃.

В технически обоснованных случаях допускается указывать номинальное значение этой величины с предельными отклонениями, например, *h* 1+0,2 мм; 53+3 HRC₃

Допускается указывать значения показателей свойств материалов со знаками \geq или \leq , например: $\sigma_b \geq 180$ МПа; HB ≥ 280 и т. п.

Некоторые случаи указания (нанесения) на чертежах показателей свойств материалов по ГОСТ 2.310-68:

1. Допускается указывать на чертежах виды обработки, результаты которых не подвергаются контролю, например, отжиг, а также виды обработки, если они являются единственными, гарантирующими требуемые свойства материала и долговечность изделия. В этих случаях наименование обработки указывают словами или условными сокращениями, принятыми в научно-технической литературе. Их записывают на полке линии-выноски, заканчивающейся стрелкой и показывающей соответствующее место на детали (место на детали показывают утолщенной штрихпунктирной линией, указывают, при необходимости, размер этой поверхности и ее положение). Например, азотировать *h* 0,3–0,5; 800–900 HV; ТВЧ *h* 0,8–1,2; 50–55 HRC₃.

2. При необходимости в зоне требуемой твердости указывают место испытания твердости. На полке линии-выноски, идущей от указанной точки (приводят ее координаты) пишут «Место испытания твердости». Для уменьшения длины полки слово «твердость» можно записать под полкой линии-выноски.

3. Если все изделия подвергаются одному виду обработки, то в технических требованиях делают запись: «40–50 HRC₃» или «Цементировать *h* 0,8–1 мм; 58–62 HRC₃» или «Отжечь» и т. п.

4. Если большую часть поверхностей изделия подвергают одному виду обработки, а остальные поверхности – другому виду обработки или предохраняют от нее, то в технических требованиях записывают: «40–45 HRC₃, кроме поверхности А» или «30–35 HRC₃, кроме места, обозначенного особо», на котором на полке линии-выноски может быть записано, например, «*h* 0,7–0,9; 50–55 HRC₃».

5. Рели обработке подвергают отдельные участки изделия, то показатели свойств материала и, при необходимости, способ получения этих свойств указывают па полках линий-выносок, а участки изделия, которые должны быть обработаны, отмечают штрихпунктирной утолщенной линией, проводимой на расстоянии 0,8–1 мм от них, с указанием размеров, определяющих поверхности.

6. Размеры, определяющие поверхности, подвергаемые обработке, допускается не проставлять, если они ясны из данных чертежа.

7. Поверхности изделия, подвергаемые обработке, отмечают штрихпунктирной линией на той проекции, на которой они ясно определены.

8. Допускается отмечать эти поверхности и на других проекциях, при этом надпись с показателями свойств материала, относящимся к одной и той же поверхности, наносят один раз.

9. При одинаковой обработке симметричных участков или поверхностей изделия отмечают штрихпунктирной утолщенной линией все поверхности, подвергаемые обработке, а показатели свойств материала, указывают один раз.

10. При обработке поверхностей или участков изделия, определяемых термином или техническим понятием (рабочая часть или хвостовик режущего инструмента, поверхности зубьев зубчатого колеса или поверхности, обозначенные буквами, и т. п.), допускается (если это не приведет к неоднозначному пониманию чертежа) не отмечать штрихпунктирной, утолщенной линией, а в технических требованиях делать запись «Хвостовик h 0,8–1 мм; 47–50 НКВ»; «Поверхность А–45–50 НРС₃».

Если надписи с указанием свойств материала и размеры, определяющие поверхности, подвергаемые обработке, затрудняют чтение чертежа, то допускается приводить их на дополнительном упрощенном изображении, выполненном в уменьшенном масштабе.

При наличии на изделии участков поверхностей с различными требованиями к свойствам материала эти требования указывают отдельно для каждого участка.

Штрихпунктирную линию (п.7) проводят на расстоянии 0,8–1 мм от линий контура изображения, длина штриха – 3–8 мм, расстояние между штрихами – 3–4 мм.

6.5.7 Обозначение сварных швов

Звено механизма, состоящее из деталей, соединенных сваркой, является сборочной единицей, и ее чертеж выполняется по принятым для таких единиц правилам. Элементы такого звена на разрезах и сечениях штрихуют в разных направлениях, показывают швы, их параметры и т. д. Если же сварное звено изображают в сборе с другими деталями, то все его элементы (в разрезе) штрихуют в одном направлении (показывая тем самым, что оно сварное). Сварные швы, их параметры на таких (сборочных) чертежах не указывают.

Швы на чертежах сварных соединений деталей изображают и обозначают по ГОСТ 2. 312-72. Видимые швы изображают сплошной основной линией, невидимые – штриховыми (пунктирными) линиями (независимо от способа сварки). При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком + (высота и ширина знака – 5–10 мм), невидимые одиночные точки на чертеже не показывают.

Условное обозначение шва наносят:

а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (см. рис. 6.8, а);

б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (см. рис. 6.8, б). Линия-выноска (в точке касания со швом) заканчивается односторонней стрелкой.

Условное обозначение сварного шва в общем виде должно содержать в порядке, показанном прямоугольниками 1–9 (см. рис. 6.8) следующее:

1 – вспомогательный знак шва: по замкнутой линии или монтажного (см. табл. 6.27);

2 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений:

а) ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные – основные типы и конструктивные элементы швов;

б) ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные;

в) ГОСТ 11533-75. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами – основные типы, конструктивные элементы и размеры швов при расположении свариваемых элементов под острыми и тупыми углами;

г) ГОСТ 11534-75. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами;

д) ГОСТ 15878-79. Контактная сварка. Соединения сварные;

е) ГОСТ 23792-79. Соединения контактные электрические сварные;

ж) ГОСТ 23518-79. Дуговая сварка в защитных газах.

Соединения сварные под острыми и тупыми углами;

3 – буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту (ГОСТ 5264-80) на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (буква обозначает вид соединения, а цифра – форму подготовки кромок деталей в зоне шва: с отбортовкой, без отбортовки, со скосом и т. д.), например: С8 – шов стыкового, У4 – углового, Т3 – таврового; Н2 – нахлесточного соединений.

В табл. 6.28 приведена выборка буквенно-цифровых обозначений швов;

4 – знак \sphericalangle и размер катета шва (только для угловых швов); знак выполняют сплошными тонкими линиями; высота знака должна быть одинакова с высотой цифр, входящих в обозначение шва;

5 – вспомогательные знаки: для прерывистого шва – длина провариваемого участка, знак / или Z и шаг; для шва контактной

роликовой электросварки – расчетная ширина шва; для прерывистого шва контактной роликовой электросварки – расчетная ширина шва, знак умножения, длина провариваемого участка, знак / и шаг;

6 – вспомогательные знаки: усиление шва снять или наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу (см. табл. 6.27);

7 – число одинаковых швов; обозначение одинаковых швов наносят только у одного из изображений: от изображений остальных швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят:

– на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва;

– на полке линии-выноски, проведенной от изображения видимого шва, не имеющего обозначения;

– под полкой линии-выноски, проведенной от изображения невидимого шва, не имеющего обозначения.

Если все швы на сварной детали одинаковые и изображены на чертеже с одной стороны, то допускается не присваивать им порядкового номера, а привести обозначение шва в технических требованиях. Швы отмечают в этом случае линиями-выносками без полок. Пример условного обозначения шва таврового соединения без скоса кромок, двухстороннего прерывистого с шахматным расположением, выполняемого ручной дуговой сваркой: катет шва 6 мм, длина провариваемого участка 50 мм, шаг 100 мм: «ГОСТ 5264-80 ТЗ- 6-50 Z 100».

9 – обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва (ов) (знак $\sqrt{Ra\ 6,3}$).

Обозначение шероховатости швов допускается приводить в технических требованиях чертежа, например, «Шероховатость сварных швов $\sqrt{Ra\ 6,3}$ ».

Нестандартный шов (размеры конструктивных элементов шва стандартами не установлены) изображают с указанием конструктивных размеров, необходимых для выполнения шва по данному чертежу. Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок (соединяемых деталей) в границах шва – сплошными тонкими линиями.

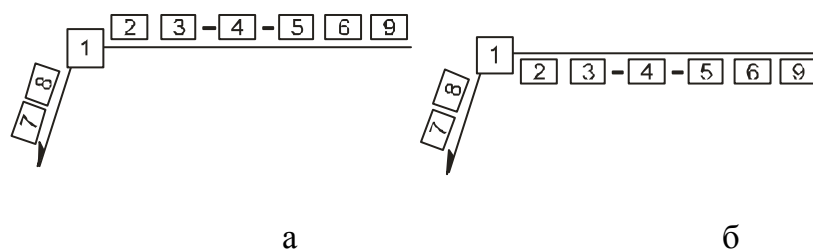


Рисунок 6.8

Таблица 6.27 – Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов






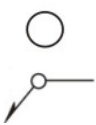


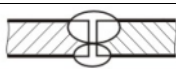


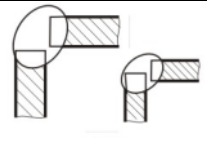
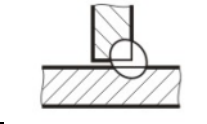
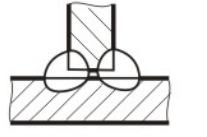
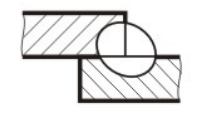
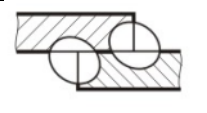
Номер	Обозначение знака	Значение вспомогательного знака	Номер	Обозначение знака	Значение вспомогательного знака
1		Усиление шва снять	4		Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии 60°
2		Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу	5		Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением
3		Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения. (Положение знака на полке для невидимых	6		Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3–5 мм
			7		Шов по незамкнутой линии. Знак применяют если расположение шва ясно из чертежа
<p><i>Примечание.</i> Вспомогательные знаки выполняют тонкими сплошными линиями. Они должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.</p>					

Таблица 6.28 – Буквенно-цифровые обозначения сварных швов (выборка из ГОСТ 5264-80)

Форма поперечного сечения шва		Толщина деталей, мм	Условное обозначение
1. Стыковой односторонний		1–4	C2
2. Стыковой двухсторонний без разделки кромок		2–5	C7
3. Стыковой односторонний с разделкой кромок у одной детали		3–60	C8
4. Стыковой односторонний с разделкой кромок одной из детали		3–60	C12

Продолжение таблицы 6.28

5. Шов углового соединения без скоса кромок, односторонний		1–30 1–6	У4
6. Шов таврового соединения без скоса кромок, односторонний		2–40	T1
7. Шов таврового соединения без скоса кромок, двусторонний		2–40	T3
8. Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний		2–60	H1
9. Шов соединения внахлестку без скоса кромок, двусторонний		2–60	H2

6.5.8 Расположение на чертежах детали размеров, обозначений баз, допусков формы и расположения поверхностей, шероховатостей и технических требований

Для удобства чтения чертежа все сведения, необходимые для изготовления детали, должны быть расположены определенным образом.

На чертежах деталей – тел вращения (валы, валы-шестерни, червяки, колеса, стаканы, крышки подшипников и др.) – следует располагать:

- осевые линейные размеры – под изображением детали на минимальном (2–3) числе уровней;
- условные обозначения баз – под изображением детали;
- условные обозначения допусков формы и расположения – над изображением детали на одном – двух уровнях;
- условные обозначения параметров шероховатости – на верхних частях изображения детали, а на торцовых поверхностях – под изображением детали. В обоих случаях условные обозначения шероховатости располагают в непосредственной близости от размерной линии;
- полки линии – выноски, указывающие поверхности для термообработки и покрытий – над изображением детали.

Технические требования располагают, как уже отмечалось, над основной надписью, а при недостатке места – левее основной надписи.

Технические требования к детали записывают в следующем порядке (ГОСТ 2.316-68 ЕСКД):

1. Требования к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали (НВ..., HRC_Э...).

2. Указания о размерах (размеры для справок, радиусы закруглений, углы и др.).

3. Предельные отклонения размеров (неуказанные предельные отклонения и др.).

4. Допуски формы и расположения, на которые в стандартах (ГОСТ 2.308-79) нет условных графических знаков.

5. Требования к качеству поверхностей (указания об отделке, покрытии, шероховатости); см. также подразд. 6.2.

Сведения, касающиеся оформления, и примеры рабочих чертежей деталей приведены в [14, с. 327-361], [16], [20], [25], [26] и др.

6.5.9 Надписи, технические требования и таблицы на чертежах

Данные, относящиеся к характеристике изделия или процессу его изготовления, которые неудобно или невозможно показать на чертеже графически или при помощи условных обозначений, приводят в текстовой части чертежа.

Текстовая часть может содержать:

а) технические требования и (или) техническую характеристику по ГОСТ 2.316-68*;

б) надписи с обозначением изображений, а также надписи, относящиеся к отдельным элементам изделия, например, по ГОСТ 2.310-68*;

в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями и т. д.

Содержание текста и надписей должно быть кратким и точным. В надписях на чертежах не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых и установленных стандартами. Сокращение слов в основных надписях, технических требованиях и характеристиках, таблицах чертежей и в спецификациях регламентируются ГОСТ 2.316-68 (Приложение Г).

В текстовой части не допускается помещать технологические указания, за исключением случаев, когда такие указания могут обеспечить требуемое качество детали (изделия), например, указания

типа «Развальцевать», «Притереть», «Обработать совместно с деталью...» и т. п.

К техническим требованиям относятся:

а) требования к материалу детали, заготовке, термической обработке и к свойствам материала, например, готовой детали (например, твердость);

б) требования к качеству поверхности детали, покрытию, отделке, окраске и т. д.;

в) некоторые размеры (формовочные и штамповочные уклоны, радиусы округлений и пр.), их предельные отклонения;

г) отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали; зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;

д) условия и методы испытаний; требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия; другие требования к качеству изделия; бесшумность, виброустойчивость и т. п.;

е) указания о маркировке и клеймении;

ж) правила транспортирования и хранения;

з) особые условия эксплуатации;

и) ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже. Указанная последовательность является рекомендуемой и при необходимости может быть изменена.

Текст технических требований размещают над основной надписью в перечисленном выше порядке со сквозной нумерацией пунктов. Каждый пункт записывают с новой строки. Заголовок «Технические требования» на чертеже детали не пишут.

При необходимости иметь на чертеже изделия техническую характеристику ее размещают отдельно от технических требований: с самостоятельной нумерацией пунктов, на свободном поле чертежа; под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Оба заголовка не подчеркивают.

На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров, например: зубчатого колеса, червяка и т. п., ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом (на названные детали). Все другие таблицы размещают на свободном поле чертежа (справа от изображения или ниже его) и выполняют по ГОСТ 2.105-95 ЕСКД, СТО ТПУ 2.5.01-2006 [39; 40] (см. подразд. 6.7).

При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе, независимо от того, на каких листах находятся изображения, к которым относятся указания, приведенные в текстовой части;

Надписи, относящиеся к отдельным элементам детали и наносимые на полках линий выносок, помещают на тех листах чертежа, на которых они являются наиболее удобными для понимания при чтении чертежа.

Надписи, относящиеся непосредственно к изображению, могут содержать не более двух строк, располагаемых над полкой линии-выноски и под ней.

На листах формата более А4 допускается размещать текст в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

На чертеже оставляют место для продолжения таблицы изменений.

Текст на поле чертежа, таблицы, надписи с обозначением изображений, а также надписи, связанные непосредственно с изображением, располагают, как правило, параллельно основной надписи чертежа.

Надписи к отдельным элементам деталей, например данные по числу отверстий, канавок, выемок, зубьев и других элементов, сведения о толщине, указания о покрытиях, термообработке и указанных выше технологических процессах («Развальцевать», «Зачистить», «Кернить» и т. п.) наносят на полках линий-выносок, проводимых от элементов, к которым относятся надписи.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и отводимую не от какой-либо линии заканчивают точкой (например, в случае надписи «Лицевая сторона»).

Линию-выноску, отводимую от линии видимого и невидимого контура, а также от линии, обозначающие поверхности, заканчивают стрелкой.

На конце линии-выноски, отводимой от всех других линий, не должно быть ни стрелки, ни точки (например, на линии, отводимой от размерной линии со стрелкой).

Линии-выноски не должны пересекаться между собой, не должны быть параллельными с линиями штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и по возможности не пересекать размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись. Допускается выполнять линии-выноски с одним изломом, а также проводить одну полку от двух или более линий-выносок.

Для обозначения на чертеже видов, разрезов, сечений и поверхностей изделия применяют:

- а) прописные буквы латинского или русского алфавита;
- б) арабские цифры;
- в) комбинацию букв и цифр, например, А1, А2.

Из латинского алфавита не следует использовать буквы I, O, R, Q, и X, а из русского – Й, Щ, Х, Ы, Ъ, Ь.

Буквы, цифры или их комбинации должны использоваться в алфавитном порядке или по порядку номеров, без повторений и пропусков независимо от количества листов чертежа.

Буквенные обозначения присваивают сначала видам, разрезам, сечениям, затем прочим элементам. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже, приблизительно в два раза. Буквенные обозначения разрезов, сечений, выносных элементов подчеркивают сплошной тонкой линией.

Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают непосредственно под надписью, относящейся к изображению (см. табл. 6.29 и 6.30).

Если на чертеже отыскание дополнительных изображений (сечений, разрезов, дополнительных видов, выносных элементов) затруднено вследствие большой плотности заполнения поля чертежа или выполнения его на двух и более листах, то дополнительные изображения отмечают с указанием номеров листов или обозначений зон, на которых эти изображения помещены.

Обозначения дополнительных видов, в том числе и повернутых и показанных со смещением (развернутых), следует выполнять по правилам, приведенным в табл. 6.29.

Таблица 6.29 – Обозначение дополнительных видов

Вид обозначения	Способ обозначения при масштабе изображения	
	Одинаковым	Разном
Направление проецирования		
Вид, выполненный на другом листе		
Изображение вида		
Повернутый вид		
Развернутый вид		

Обозначения дополнительных разрезов и сечений в различных ситуациях, включая повернутые и развернутые сечения, показаны в табл. 6.30.

Таблица 6.30 – Обозначение разрезов и сечений

Вид обозначения	Способ обозначения без букв при масштабе изображения		Способ обозначения буквами при масштабе изображения	
	Одинаковым	Разном	Одинаковым	Разном
Направление проецирования на мнимую плоскость разреза				
Изображение разреза на другом листе	—	—		
Изображение разреза, сечения	—	—	<u>A - A</u>	<u>A - A</u> M 1:2
Изображение повернутого разреза (сечения)			<u>A-A</u> A - A	<u>A - A</u> M 1:2
Изображение развернутого сечения			<u>A-A</u> A - A Q	<u>A - A</u> M 1:2

При выполнении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом с обозначением выносного элемента на полке линии-выноски прописными буквами латинского или русского алфавита или их при помощи комбинации с арабскими цифрами.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета.

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Выносной элемент – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных.

Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

Плоскость разреза обозначают одной и той же буквой или буквой в сочетании с цифрой. Буквы (или буквы с цифрами) наносят непосредственно около стрелок, указывающих направление проецирования, и, если необходимо, в местах излома плоскости разреза. Способы обозначения мнимых плоскостей разреза и самих разрезов приведены в табл. 6.30.

Выносной элемент должен быть обозначен аналогично с указанием масштаба (рис. 6.9).

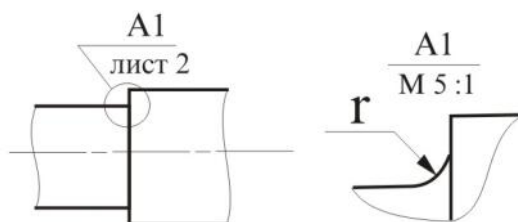


Рисунок 6.9

Этот элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, отличается от него по содержанию (например, изображение – вид, а выносной элемент – разрез).

При размещении выносного элемента отдельно от основного изображения (на другом листе), на полке линии-выноске (под ней) дается ссылка на номер листа, где изображен элемент (рис. 6.9).

Расположение видов должно быть выполнено в соответствии с принятым в ГОСТ 2.305-68 методом проецирования. Виды, расположенные иначе (в том числе расположенные на другом листе), и направление проецирования следует отмечать так, как показано на рис. 6.10

и в табл. 6.29.

Обозначение видов должно быть выполнено в положении, параллельном основной надписи чертежа, над соответствующим изображением. Структура обозначения указана в табл. 6.29.

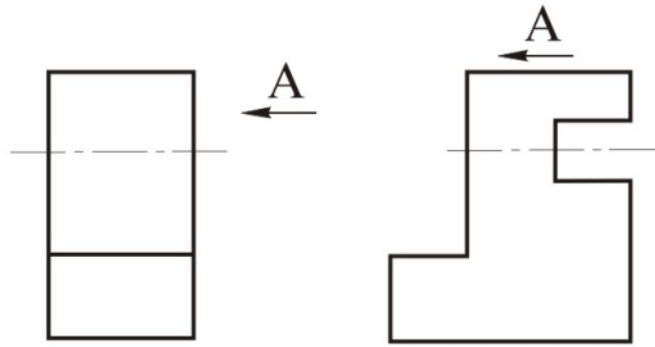


Рисунок 6.10

Минимальные размеры стрелок и условных обозначений показаны на рис. 6.11.

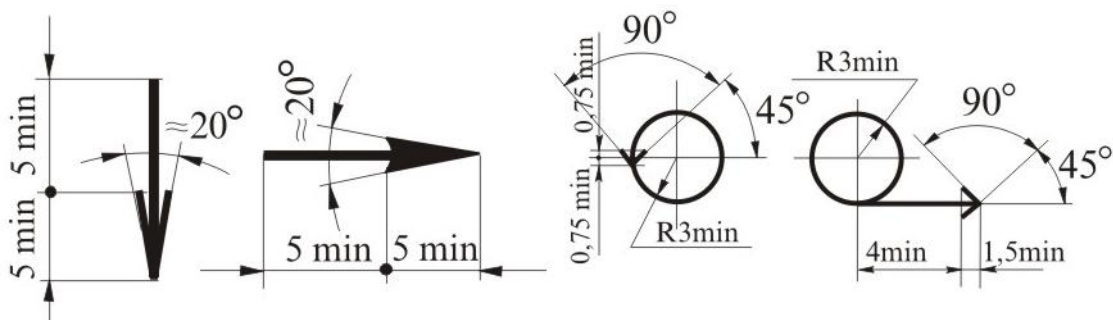


Рисунок 6.11

При одинаковых изображениях разрезов (сечение в нескольких секущих плоскостях допускается вычерчивать только один из этих разрезов (сечений), при этом плоскости разреза обозначать одной и той же буквой.

Таблицы, помещенные на чертеже, нумеруют в пределах чертежа при наличии ссылок на них в технических требованиях. При этом над таблицей слева ставят слово «Таблица» с порядковым номером (без знака №).

Если на чертеже только одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1».

6.6 Ведомость технического проекта

Ведомость технического проекта (ВТП), а также ведомости технического предложения (ВТП) и эскизного проекта (ВЭП) выполняют на листах формата А4 (210 × 297) в соответствии с ГОСТ 2.106-96 по формам 4 (заглавный лист, см. рис. 6.12) и 4а (последующие листы – основная надпись по форме 2а, см. рис. 6.1).

В ВТП (ВТП, ВЭП) записывают все конструкторские документы, вновь разработанные для данного технического проекта (технического предложения, эскизного проекта) и примененные из других проектов

и рабочей документации на ранее разработанные изделия. При этом записывают только те примененные документы, которые являются необходимыми и достаточными для рассмотрения и утверждения данного проекта.

Запись документов в ВТП (ВПТ, ВЭП) производят в такой последовательности:

- документация общая;
- документация по сборочным единицам;
- документация по деталям.

Каждый раздел должен состоять из подразделов:

- вновь разработанная;
- примененная (из документов на другие, ранее разработанные, изделия).

Наименования разделов и подразделов записывают в графу «Наименования» в виде заголовков (указанных выше в перечислении последовательности их записи). Наименования разделов подчеркивают тонкой линией. После заголовков, подзаголовков и разделов оставляют свободную строку.

В разделе «Документация общая» записывают документы, относящиеся к основному комплекту документов (составленных на все изделие в целом), например: спецификация, сборочный чертеж, технические условия, эксплуатационные документы. Конструкторские документы составных частей в основной комплект документов изделий не входят.

В раздел «Документация по сборочным единицам» записывают документы, относящиеся к составным частям проектируемого изделия (см. рис. 6.12).

Документы в каждом подразделе записывают в порядке, установленном в ГОСТ 2.108-68 на составление спецификации конструкторских документов на изделия (см. подразд. 6. 4 этого пособия).

Графы ВТП (ВПТ, ВЭП) заполняют следующим образом:

- в графе «Формат» указывают формат, на котором выполнен документ;

- в графе «Обозначение» указывают обозначение документа;

- в графе «Наименование» записывают:

- а) в разделе «Документация общая» – наименование документа, например: «Чертеж общего вида», «Сборочный чертеж», «Пояснительная записка»;

- б) в разделе «Документация по сборочным чертежам» и «Документация по деталям» – наименование документа в соответствии

с основной надписью на основных конструкторских документах, например: «Редуктор. Чертеж общего вида», «Корпус редуктора»;

– в графе «Кол. листов» указывают количество листов, на которых выполнен данный документ;

– в графе «№ экз.» указывают номер экземпляра копии данного документа. При отсутствии номеров экземпляров графу прочеркивают.

В курсовом проекте эту графу не заполняют;

– в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения. ВТП (ВПТ, ВЭП) помещают первым документом первой папки, книги или альбома, в которые комплектуют документы технического (эскизного) проекта и технического предложения.

		210				
5						
8 min						
20						
№ стр.	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Прим.
			Документация общая			
3	A4	ПЦК 5.00.00.00	Спецификация	2		
4	A1	ПЦК 5.00.00.00 ВО	Чертеж общего вида	1		
5	A4	ПЦК 5.00.00.00 ТЗ	Техническое задание	1		
6	A4	ПЦК 5.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка	35		
6	8	70	64	8	8	20
8						
9			Документация			
10			по сборочным единицам			
11						
12	A4	ПЦК 5.01.00.00	Редуктор. Спецификация	5		
13	A1	ПЦК 5.01.00.00 ВО	Редуктор. Чертеж общего вида	2		
14	A4	ПЦК 5.01.01.00	Муфта. Спецификация	2		
15	A4	ПЦК 5.01.02.00	Колесо червячное. Спецификация	1		
16	A4	ПЦК 5.01.02.00 СБ	Колесо червячное.			
17			Сборочный чертеж	1		
18						
19			Документация			
20			по деталям			
21						
22	A1	ПЦК 5.01.00.01	Корпус редуктора	1		
23	A3	ПЦК 5.01.00.03	Червяк	1		
24	A3	ПЦК 5.01.00.06	Колесо зубчатое	1		
25	A3	ПЦК 5.00.00.01	Шкив ведущий	1		
26						
27			и т. д.			
28						
		ПЦК 5.00.00.00 ТП				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		
Разраб.		Иванов И.П.	<i>И.П.</i>	8.12.03		
Провер.		Петров В.А.	<i>В.А.</i>	9.12.03		
Привод цепного конвейера.				Литера	Лист	Листов
Ведомость технического проекта				у		1
				ТПУ, гр. 3-436/12		

Рисунок 6.12 – Форма ведомости технического проекта

6.7 Пояснительная записка

6.7.1 Общие требования

Пояснительная записка (ПЗ) является неотъемлемой частью проекта. Ее назначение – пояснить устройство, принцип действия, работу, а также обосновать целесообразность принятых решений и доказать расчетами работоспособность разработанной конструкции.

ПЗ составляется для окончательно принятого варианта разрабатываемого изделия. Предварительные расчеты в записку не включаются. Для подтверждения и обоснования принятого в проекте окончательного варианта конструкции рекомендуется результаты сравнительных расчетов других вариантов приводить в виде таблиц, графиков, которые целесообразно помещать в приложении. ПЗ относится к текстовым конструкторским документам и ее следует оформлять в соответствии с ГОСТ 2.105-95 ЕСКД.

ПЗ выполняется на стандартных листах белой бумаги (желательно нелинованной) формата А4 (297 × 210), пронумерованных и сшитых в тетрадь с плотной обложкой. Схемы, таблицы и чертежи, помещаемые в записку, допускается выполнять на листах любых форматов, установленных ГОСТ 2.301-68.

Лицевая часть обложки оформляется как титульный лист. На втором листе приводится содержание (оглавление), перечень наименований разделов, подразделов записки с указанием страниц, на которых они расположены (размещение оглавления в начале ПЗ рекомендуется ГОСТ 2.105-95 ЕСКД для документов большого объема).

ПЗ пишется чернилами или пастой одного цвета (черными или синими) аккуратно, четким разборчивым почерком с расстоянием (просветами) между строками в 6–8 мм. Если автор записки имеет плохой, неразборчивый почерк, то записку необходимо писать чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Латинские и греческие буквы, математические и другие знаки должны записываться правильно и аккуратно, чертежным шрифтом (по названному стандарту).

По ГОСТ 2.105-95 ЕСКД рукописный вариант допускает использование только чертежного шрифта и черной туши.

Возможно также выполнение текста машинописным способом с расстояниями между строками в 1,5–2 интервала. Шрифт машинки должен быть четким, лента только черного цвета. Формулы должны быть вписаны вручную черной пастой или тушью.

Естественно, возможно применение печатающих или графических устройств вывода ЭВМ (через 1,5–2 интервала, высота букв и цифр не менее 2 мм, цвет – черный).

Записи следует вести на обеих сторонах листа, оставляя поля: на нечетных страницах – слева шириной 25 мм, справа – 8–10 мм, а на четных – слева 8–10 мм; справа – 25 мм, сверху и снизу – 15 мм.

Эскизы, схемы, эюры и чертежи, помещаемые в записку, должны быть выполнены аккуратно, с применением чертежных инструментов. Эскизы, схемы ГОСТом 2.106-68* допускается вычерчивать в произвольном масштабе, обеспечивающем четкое представление о рассчитываемом объекте.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе составления ПЗ, по ГОСТ 2.105-95 допускается исправлять аккуратной подчисткой, заклеиванием или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики). Способ внесения исправлений определяется способом выполнения документа. Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

6.7.2 Изложение содержания

Для каждого этапа расчета дают четко сформулированный заголовок, поясняющий, какую деталь рассчитывают и по какому критерию работоспособности. Порядок изложения расчетов определяется характером рассчитываемых величин. В соответствии с ГОСТ 2.106-68* расчеты в общем случае должны содержать:

- эскиз или схему рассчитываемого изделия;
- задачу расчета (с указанием, что требуется определить при расчете);
- данные для расчета;
- условия расчета (из каких соображений определяется или проверяется та или иная величина);
- расчет;
- заключение.

Расчеты деталей машин необходимо выполнять в единицах системы СИ – м (мм), м² (мм²), м³ (мм³), м⁴ (мм⁴), Н, кН, МН, Н·м (Н·мм), Па, МПа, используя первоначально принятую единицу измерения в пределах всей записки.

Достаточная точность прочностных машиностроительных расчетов: для сил – десятков Н; для моментов – десятые доли Н·м и для напряжений – целые числа МПа; при этом 0,5 и более считается за

единицу, а меньшая дробь отбрасывается. Для линейных размеров в миллиметрах берут только целые числа (и окончательно принимают по ГОСТ 6636-69**). Лишь в особых случаях нужна большая точность – до десятых, до сотых и даже до тысячных долей миллиметра, например: для резьбы, при расчетах параметров зубчатых зацеплений и др. В геометрических расчетах этих зацеплений значения угловых параметров вычисляют до секунд, а их тригонометрические функции – до пятого знака после запятой.

Все расчеты оформляются по определенному плану. Сначала пишется заголовок с указанием, какая деталь рассчитывается, например, «Проверочный расчет выходного вала». Затем приводится эскиз детали, ее расчетная схема с изображением всех действующих сил и указанием размеров, используемых в расчетах, дается обоснование принятой расчетной схемы. Необходимые для расчетов размеры, силы и другие величины указываются на иллюстрациях в условных (буквенных) обозначениях. Их численные значения с пояснениями физического смысла, размерностей и необходимыми обоснованиями приводятся в тексте записки.

Далее излагается ход расчета. Все расчеты должны сопровождаться необходимыми пояснениями и достаточным для четкого представления о проводимых вычислениях количеством иллюстраций. Так, например, при расчетах валов и опор необходимо привести схему сил, действующих на валы передач, дать расчетную схему вала, привести эпюры изгибающих и крутящих моментов [2] – [7], [20] – [24], [26] и др.

Необходимые для расчетов малоизвестные зависимости, формулы снабжаются ссылкой на источник, из которого они заимствованы. Ссылка делается по общепринятой схеме в соответствии с ГОСТ 7.32-91: в квадратных скобках указывается порядковый номер, который присвоен ему в списке литературы (приводимом в конце ПЗ), и через запятую соответствующая страница, на которой она приведена (см. разд. 3 этого пособия). Располагается ссылка на источник в тексте перед формулой, которая должна быть выделена из текста в отдельную строку и расположена в ее середине. Те формулы, на которые в дальнейшем делаются ссылки, нумеруют арабскими цифрами (в пределах всей записки, за исключением приведенных в приложении). Номер ставят в одной строке с формулой, у правого края страницы и заключают его в круглые скобки. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы может состоять из номера раздела и порядкового (в этом разделе) номера формулы, разделенных точкой,

например «(1.2)» (вторая формула первого раздела). Одну формулу обозначают – (1).

Формулы должны приводиться в общем виде. В качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Буквы греческого, латинского алфавитов и цифры следует выполнять чертежным шрифтом в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД, высота букв и цифр должна быть в пределах 5–7 мм.

Перенос формул допускается только на знаках: +, –, x, =, причем на новой строке знак необходимо повторить.

В документах, получаемых нетипографским способом, формулы могут быть выполнены машинописным, машинным способами или вручную чертежным шрифтом высотой не менее 2,5 мм. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле по ГОСТ 2.105-95 не допускается.

После формулы помещают перечень всех содержащихся в ней символов, если они используются впервые, с расшифровкой их значений и указанием размерностей. Расшифровка символов, входящих в формулу, должна даваться в той последовательности, в какой они приводятся в формуле. Если формула имеет вид дроби, то сначала поясняется числитель, а затем знаменатель. Первая строка расшифровки должна начинаться со слов «где» без двоеточия после него, а после самой формулы – ставиться запятая.

Например, «Ориентировочное значение диаметра шестерни из условия контактной выносливости для косоугого зацепления определяется по формуле [3, с.190], мм,

$$d_{\omega 1} = K_d \sqrt[3]{T_1 K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{H\nu} (u \pm 1) / (u \psi_{bd} \sigma_{HP}^2)} \sqrt{R_z 80},$$

где K_d – вспомогательный коэффициент (коэффициент диаметра);

T_1 – вращающий момент на шестерне, Н·м;

$K_{H\alpha}$ – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между парами зубьев;

$K_{H\beta}$ – коэффициент концентрации нагрузки;

$K_{H\nu}$ – коэффициент динамичности нагрузки;

u – передаточное число;

ψ_{bd} – коэффициент ширины шестерни;

σ_{HP} – допускаемое контактное напряжение, МПа.

Знаки препинания в конце формул и в тексте перед ними расставляются в соответствии с правилами пунктуации, так как формула не нарушает грамматической структуры предложения. После

расшифровки каждого символа ставится точка с запятой. При наличии у расшифровываемой величины размерности последняя ставится в конце текста и отделяется от него запятой, а затем ставится точка с запятой.

Далее должно быть приведено определение или выбор (с обоснованием и ссылками на литературу) численных значений величин, входящих в формулу. Затем в формулу в том же порядке подставляются численные значения этих величин; после этого записывается окончательный результат вычисления (размерность получаемой величины, как уже было показано выше, приводится в конце пояснительного текста перед формулой, по которой она вычисляется). Записи промежуточных вычислений, сокращения и зачеркивания не допускаются.

Размеры элементов деталей, полученные из расчетов или принятые из конструктивных или каких-либо иных соображений, должны быть согласованы с требованиями соответствующих ГОСТов, например, диаметры валов под подшипники качения, под манжетные уплотнения и пр.

Размеры деталей или их элементов, на которые нет специального стандарта, должны приниматься, как правило, в соответствии с ГОСТ 6636-69** (нормальные линейные размеры) или ГОСТ 8032-84* (предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел, см. подразд. 6.5 этого пособия).

Окончательно принятый размер необходимо в записке выделять – записывать с новой строки, обязательно указывая размерность и ГОСТ, если такой имеется.

Для того чтобы показать методику, использованную при каком-либо расчете, всякий раз, когда он приводится в записке впервые, его излагают подробно, приводя пояснения, обоснования и ссылки на литературу. При повторном использовании данной формулы ссылку на источник, из которого она заимствована, не приводят (в этом случае указывают порядковый номер, который ей присвоен в данной записке).

ПЗ должна быть обязательно увязана с чертежами, т. е. все соответствующие величины и размеры в записке и на чертежах должны быть в полном соответствии.

Изложение содержания записки должно быть кратким и в то же время предельно ясным, четким, исключая возможность субъективного толкования. Язык записки должен быть простым, стилистически, орфографически и технически грамотным. Следует устранять длинные, сложные, запутанные предложения и повторения. Так, например, нельзя дважды определять одну и ту же величину или второй раз приводить одно и то же пояснение.

Изложение материала должно вестись или от первого лица множественного числа (...принимаем..., ...выбираем...), или в безличной форме (...можно принять..., если принять, то... и т. д., а не... принимаю, выбираю... и т. п.).

Текст всей записки должен быть выдержан в одном стиле. Так, например, если материал излагается в безличной форме, то эта форма должна сохраняться во всей записке.

Для облегчения чтения текст записки должен быть разбит на правильные абзацы. Абзац – часть текста от одной красной строки до следующей – должен представлять изложение новой мысли или нового утверждения. Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти ударам клавиатуры ЭВМ или пишущей машинки (15–17 мм). (Здесь абзац-отступ вправо в начале первой строки текста – красная строка).

Терминология, определения и обозначения должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии – общепринятым в научно-технической литературе.

Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующем законодательстве и государственных стандартах.

В тексте ПЗ следует применять стандартные единицы физических величин, их наименования и обозначения, а перед обозначением параметра дают его наименование, например: «диаметр начальной окружности зубчатого колеса $d_{\omega 2}$ ».

Необходимо также выдержать единство в условных сокращениях и в единицах измерений одинаковых величин. В целях осуществления такого единства при составлении записки следует делать для себя пометки на отдельном листе бумаги, записывая слова, обозначения, символы, сокращения, размерности в принятой форме, по мере того как они встречаются, и выдерживать эту форму от начала до конца. Не следует также одной буквой обозначать различные величины.

В тексте ПЗ или другого текстового документа не допускается:

- применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных терминов в русском языке;

- использовать произвольные словообразования;

- применять индексы стандартов (по ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ и т. п.), технических условий (ТУ) и других документов без регистрационного номера;

- использовать в тексте математические знаки ($=$, $//$, \leq , \geq и др.), знак \emptyset (диаметр), а также знак № (номер) и % (процент), если они стоят между словами и цифрами (буквенными символами). Например,

«Передаточное число равно 3», « $\sigma_n < \sigma_{нр}$ », «Линия *AB II CD*» (но не «Передаточное число = 3», «Линия *AB* параллельна *CD*»). Следует писать: «температура масла зубчатой передачи плюс 60° С» или «значение параметра больше или равно 30^{II} (но не «температура...+60° С» или «значение параметра $\geq 30^{II}$); «стержень диаметром 30 мм (а не «стержень 30 мм»); «изделие №115»; «номер опыта» (но не «№ опыта»); «влажность 85 %», «процент выхода» (но не «% выхода»);

– не допускается соединение в тексте буквенных обозначений и слов типа «и зубчатой пары равно 3».

Сокращения слов в тексте и в подписях под иллюстрациями, как правило, не допускаются (ГОСТ 2.105-95). Исключения составляют сокращения, установленные ГОСТ 2.316-68** , общепринятые в печатных изданиях, а также приводимые в документе поясняющие надписи, непосредственно наносимые на изготавливаемые изделия (на планках, табличках к элементам управления и т. п.), записываемые в кавычках и выделенные шрифтом, например: «ВКЛ.», «ОТКЛ.».

6.7.3 Построение записки. Заголовки

Содержание ПЗ, в соответствии с ГОСТ 2.105-95, должно быть разделено на разделы, а при необходимости – на подразделы, которые в свою очередь, могут быть разбиты на пункты, а последние – на подпункты. Разделы и подразделы необходимо снабжать названиями (заголовками). Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки разделов следует выполнять (симметрично тексту) прописными буквами (при рукописном исполнении – буквами высотой 5 мм), а подразделов – с абзацного отступного строчными буквами, кроме первой прописной (при рукописном исполнении высота букв наименований подразделов – 3,5 мм, кроме первой). Заголовок не подчеркивается. В начале заголовка помещают номер соответствующего раздела, подраздела или пункта.

Расстояние между заголовками и текстом должно быть равно удвоенному межстрочному расстоянию; между заголовками раздела и подраздела – одному межстрочному расстоянию.

Переносы слов в заголовках не допускаются и точка в конце заголовка не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точкой.

По ГОСТ 2.105-95 все разделы записки должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров

раздела и подраздела, разделенных точками. В конце номера подраздела точка также не ставится.

Пункты должны иметь нумерацию в пределах каждого подраздела; подпункты – в пределах пункта. Отдельные разделы могут не иметь подразделов и состоять непосредственно из пунктов.

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

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

1 ЭНЕРГО-КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА (номер и заголовок первого раздела)

1.1 Определение требуемой мощности двигателя

1.2 } (нумерация пунктов первого раздела записки).

1.3 }

3 РАСЧЕТ ПЕРЕДАЧ ПРИВОДА (номер и заголовок третьего раздела)

3.1 Ременная передача (номер и заголовок первого подраздела третьего раздела)

3.1.1 \

3.1.2. } (нумерация пунктов первого подраздела третьего раздела)

3.1.3 \

4.1.2.1 \

4.1.2.2 } (нумерация подпунктов второго пункта первого подраздела четвертого раздела документа).

Каждый раздел записки по ГОСТ 2.105-95 необходимо начинать с новой страницы. Каждый пункт текста записывают с абзаца (здесь абзац – отступ вправо в начале первой строки текста; красная строка). Цифры номера пункта не должны выступать за пределы абзаца.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте ПЗ на одно из перечислений, строчную букву русского алфавита, после которой ставится круглая скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится круглая скобка, а запись производится с абзацного отступа, как показано в примере.

Пример:

а) _____;

- б) _____ ;
 1) _____ ;
 2) _____ ;
 в) _____ ;

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

6.7.4 Табличный материал (таблицы)

Цифровой материал, как правило, оформляется в виде таблицы. Таблицы являются чрезвычайно компактной и наглядной формой представления данных, которые нельзя или сложно воспроизвести в графиках, диаграммах или формулах. Строятся они по определенным правилам (в соответствии с рис. 6.13).

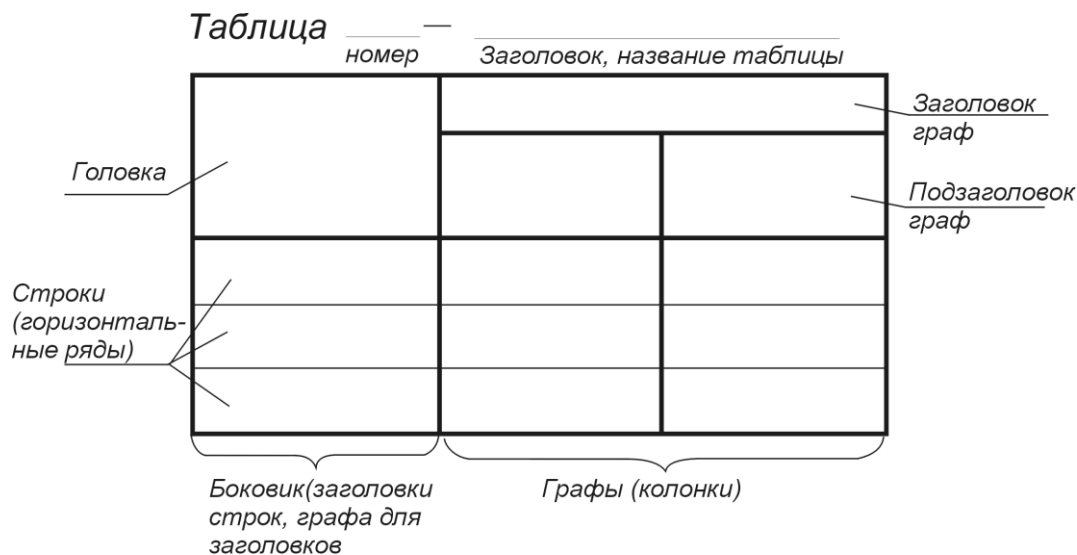


Рисунок 6.13

Таблица помещается в тексте сразу же за первым упоминанием о ней. Таблицы, за исключением приведенных в приложении, нумеруются сквозной нумерацией арабскими цифрами по всей ПЗ. Допускается нумерация таблиц в пределах каждого раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Если в тексте одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица А.1», если она приведена в Приложении А.

Если таблица имеет название, то его помещают после номера таблицы через тире, с прописной буквы (остальные все строчные), при этом надпись «Таблица» пишется над левым верхним углом таблицы и выполняется строчными буквами (кроме первой прописной), без подчеркивания.

Заголовки граф таблицы выполняются с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с прописной, если они самостоятельные. В конце заголовка и подзаголовка знаки препинания (точку) не ставят (в том числе и в заголовках таблицы). Заголовки записываются в единственном числе. Диагональное деление головки таблицы не допускается. Высота строк таблицы (расстояние между соседними горизонтальными линиями границ строки) должна быть не менее 8 мм.

Если строки и графы таблицы выходят за формат листа, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, а во втором случае – боковик. Таблицы с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну под другой на одном листе. Над последующими частями указывается слово «Продолжение», а при наличии нескольких таблиц указывается номер таблицы, например, «Продолжение табл. 1.2», «Окончание табл. 1.2».

При переносе части таблицы на другую страницу заголовков таблицы помещают только перед первой частью таблицы, над другими частями пишется слово «Продолжение» и указывается порядковый номер таблицы, если их несколько, например: «Продолжение табл. 1.2» или «Окончание табл. 1.2».

Если цифровые данные в пределах графы таблицы выражены в одних единицах физической величины, то они указываются в заголовках каждой графы в соответствии с рис. 6.14.

Допускается в заголовках и подзаголовках граф отдельные понятия заменять буквенными обозначениями, поясненными в тексте, например: d – диаметр, H – высота, либо если они установлены стандартами. Показатели с одними и теми же буквенными обозначениями группируют в порядке возрастания индексов в соответствии с рис. 6.14.

Таблица		Размеры в миллиметрах			
<i>Масса 1 м, кг, не более</i>	<i>Условный проход</i>	<i>Наружный диаметр</i>	<i>Толщина стенки</i>	L_1	L_2
0,98	10	17	2,8	25	50
1,43	15	21,3	3,2	50	100
1,86	20	26,8	3,2	75	150

Рисунок 6.14

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует выносить в боковик таблицы в соответствии с рис. 6.15.

Таблица

<i>Параметры передачи</i>	<i>Плоско-ременная</i>	<i>Клино-ременная</i>	<i>Цепная</i>
1	2	3	4
<i>1 Передаваемая мощность, кВт, не более</i>	50	55	60
<i>2 Межосевое расстояние, мм, не более</i>	3000	1250	1000
<i>3 Передаточное отношение, не более</i>	5	5,5	6

Рисунок 6.15

Слова «более», «не более», «менее», «не менее», «в пределах» и другие ограничительные слова следует помещать в боковике (заголовке, подзаголовке графы) таблицы рядом с наименованием соответствующего параметра, после обозначения единицы физической величины и отделять запятой в соответствии с рис. 6.14 и 6.15 .

Графа «№ п/п» в таблицу не включается. Нумерация граф и указание номера в боковике таблицы перед наименованием соответствующего параметра допускается только в случае необходимости ссылок на них в тексте документа и оформляется в соответствии с рис. 6.15 .

Повторяющийся в графе таблицы текст, состоящий из одного слова, допускается заменять кавычками, если строки в таблице не разделены линиями. Если повторяющийся текст состоит из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же» и далее – кавычками.

Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается.

Если цифровые или иные данные в таблице не приводятся, то в графе ставится прочерк.

Если параметры одной графы имеют одинаковое значение в двух и более последующих строках, то допускается этот параметр вписывать в таблицу для этих строк только один раз.

Цифры в графах таблицы располагаются так, чтобы классы чисел во всей графе были точно один под другим.

Числовые величины в одной графе должны иметь одинаковое количество десятичных знаков.

6.7.5 Иллюстрации

Иллюстрации (схемы, эскизы, графики, чертежи, фотографии и т. д.) являются неотъемлемой незаменимой частью записки, а в некоторых разделах главным объектом изложения.

Все иллюстрации должны быть органически связаны с текстом, дополняя, поясняя его и подтверждая положения и выводы автора. Они не должны содержать информацию, которая не поясняется в тексте, в надписях на иллюстрациях или подписях под ними.

Количество иллюстраций, помещаемых в ПЗ, должно быть достаточным для ясного и четкого представления сути рассматриваемых вопросов.

Иллюстрацию следует оформлять так, чтобы ее можно было освоить самостоятельно, отдельно от текста. Подпись под ней должна помогать этому. Общее название всех иллюстраций – «рисунки», которые имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами по всей ПЗ, за исключением иллюстраций приложений. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Допускается нумерация рисунков в пределах каждого раздела. Тогда его номер составляется из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: «рисунок 1.2» (второй рисунок первого раздела).

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Рисунок А.1».

Иллюстрация располагается по тексту сразу после первой ссылки (на следующем листе), если она выполнена на листе формата А4. Если формат иллюстрации больше А4, ее следует (по СТО ТПУ 2.5.01-2006) помещать в приложении, что допускается и ГОСТ 2.105-95 для иллюстраций любых размеров.

Иллюстрации следует размещать так, чтобы их можно было рассматривать без поворота ПЗ или с поворотом по часовой стрелке.

Помещаемые в качестве иллюстраций чертежи и схемы должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД (единой системы конструкторской документации).

Иллюстрации следует выполнять на той же бумаге, что и текст, либо на кальке того же формата с соблюдением тех же полей, что и для текста. Цвет изображения, как правило, черный. При этом кальку с иллюстрацией следует помещать на лист белой непрозрачной бумаги.

Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок», его номер и наименование помещают ниже изображения и пояснительных

данных симметрично иллюстрации, например: «Рисунок 1 – Кинематическая схема привода ленточного конвейера».

Если в тексте документа есть ссылки на составные части изделия, то соответствующие части изделия на иллюстрациях должны иметь:

а) для составных частей изделия – номера позиций, в данной иллюстрации, которые располагаются в возрастающем порядке (за исключением повторяющихся позиций). Номер, присвоенный составной части изделия, сохраняют в пределах документа;

б) для электро- и радиоэлементов – позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия;

в) для элементов деталей (отверстий, пазов, канавок, буртиков, приливов и др.) – обозначения строчными буквами русского алфавита, например, а, б, в и т. д. Указанные пояснительные данные помещают у выносных линий (в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-73).

На электрических схемах около каждого элемента указываются его позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.702-75 и номинальная величина.

Элементы кинематических схем обозначаются цифрами: валы – римскими, а остальные элементы – арабскими. Номера указываются у конца линии-выноски. Не нумеруются элементы попутных или заимствованных механизмов (редукторов, вариаторов и т. д.). Номером обозначают весь механизм в целом.

Элементы и устройства на гидравлических и пневматических схемах нумеруют по порядку, начиная с единицы и по направлению потока рабочей среды, арабскими цифрами у конца линии-выноски. Элементы, заключенные в общий контур, получают общий номер.

6.7.6 Графики

Графики, показывающие качественные соотношения между рассматриваемыми параметрами, изображаются на плоскости, ограниченной осями координат, заканчивающимися стрелками. При этом слева от стрелки оси ординат и под стрелкой оси абсцисс проставляются буквенные обозначения соответственно функции и аргумента без указания их единиц измерения.

Графики, показывающие количественные связи между переменными величинами (независимой и зависимой), должны снабжаться координатной сеткой (равномерной или логарифмической). Буквенные обозначения переменных и единицы величин проставляются вверху, слева от левой границы координатного поля (над числами оси ординат) и справа под нижней границей поля (под осью абсцисс вместо последнего числа шкалы). Единицы измерения проставляются в одной

строке с буквенными обозначениями переменных и отделяются от них запятой. Надписи не должны выходить за пределы графика.

Для упрощения графика (например, вместо нелинейной зависимости – линейная) он может быть построен в логарифмических координатах.

При построении графиков с координатной сеткой ее оси следует вычерчивать основными линиями без стрелок на концах, а координатную сетку сплошными тонкими линиями. При этом масштабы шкал по осям выбирают так, чтобы максимально использовалась вся площадь, отведенная для рисунка. Расстояния между линиями сетки не должны быть менее 5 мм. Допускаются разрывы в сетке, осях и шкалах с целью уменьшения площади графика.

Кривые графика следует вычерчивать четко; их линии должны быть толще линии координатной сетки.

Наименования величин, которые откладывают по осям, необходимо заменять их буквенными обозначениями, поясняемыми в подрисуночном или основном тексте документа. Единицы этих величин указывают лишь при наличии шкал (числовых значений по осям координат).

Количество цифр в числах на шкалах должно быть минимальным (не более трех). С этой целью многозначные числовые значения с большим количеством нулей впереди или после запятой рекомендуется приводить в виде произведения целых чисел на некоторый постоянный множитель, который следует указывать при буквенном обозначении величины, либо вводить в размерность этой величины. Например, вместо числа циклов на соответствующих делениях сетки: 500000, 1000000, 1500000 и т. д. следует писать 0,5; 1,0; 1,5 и т. д., а в обозначении соответствующей оси графика записывается $N \cdot 10^6$ или N , млн циклов.

Нуль на пересечении осей абсцисс и ординат графика ставят один раз, если шкалы на осях начинаются с нуля. Во всех остальных случаях ставят оба значения величин.

Подписи, относящиеся к кривым и точкам или характеризующие условия их получения, оставляют на графике только тогда, когда их немного и они кратки. В противном случае их следует заменять условными обозначениями (позициями), которые расшифровываются в тексте описания (в подрисуночной надписи).

На графике с семейством однородных кривых все обозначения, относящиеся к кривым, следует располагать строго на одной линии.

Графики, одна или обе оси которых служат шкалой двух и более величин, могут иметь цифровые значения масштаба для второй величины внутри рамки графика или для нее проводят вторую, третью и т. д. шкалы (в случае разных масштабов). При необходимости иметь две

шкалы по вертикальной оси целесообразно вторую размещать на графике справа.

6.7.7 Ссылки

В текстовом техническом документе, в том числе и ПЗ, приводят ссылки на данную работу и на другие источники.

При ссылках на данную работу указывают номера структурных частей текста, формул, таблиц, рисунков, обозначений чертежей и схем, а при необходимости – также графы и строки таблиц и позиции составных частей изделия на рисунке, чертеже или схеме.

При ссылках на структурные части текста ПЗ указывают номера разделов (со словом «раздел»), приложений (со словом «приложение»), подразделов, пунктов, подпунктов, перечислений, например: «...в соответствии с разделом 4», «...согласно 1.2», «...по 1.2.3», «...в соответствии с 2.1.3, перечисление 3», (приложение Д), «...как указано в приложении В».

Ссылки в тексте на номер формулы дают в скобках, например «...согласно формуле (Д.3)»; «...как следует из выражения (3.1)».

Ссылки в тексте на таблицы и иллюстрации оформляют по типу: (таблица 2.5); «...в соответствии с рисунком 2.3»; «...как показано на рисунке А.3, поз. 5 и 6».

Ссылки на чертежи и схемы, выполненные на отдельных листах, делают с указанием обозначений, например: «...как показано на чертеже ФЮРА. 303359. 051 ВО детали поз. 11 и 12...»; (чертеж общего вида ФЮРА. 303344. 045 ВО); «...поз. 6–9 сборочного чертежа ФЮРА. 303359. 034 СБ».

При ссылке в тексте на использованные источники следует приводить порядковые номера по списку использованных источников, заключенные в квадратные (прямоугольные) скобки в соответствии с ГОСТ 7.32-91, например: «... как указано в монографии [87, с. 5]», «...в работах [88, с. 105]», [89, с. 85] (см. разд. 3).

6.7.8 Сокращения

Сокращения слов в тексте и под иллюстрациями не допускается, кроме сокращений, установленных ГОСТ 2.004-88, ГОСТ 2.316-68, ГОСТ 7.11-2004, ГОСТ 7.12-93 и правилами русской орфографии.

При многократном упоминании устойчивых словосочетаний в тексте ПЗ следует использовать аббревиатуры или сокращения.

При первом упоминании должно быть приведено полное название с указанием в скобках сокращенного названия или аббревиатуры,

например: «техническое задание (ТЗ)»; «текстовый документ (ТД)», а при последующих упоминаниях следует употреблять сокращенное название или аббревиатуру.

Расшифровку аббревиатур и сокращений, установленных государственными стандартами и правилами русской орфографии, допускается не приводить, например: ЭВМ, ПЭВМ, НИИ, АСУ, с. – страница;

т. е. -то есть; т.д.- так далее; т.п.- тому подобное; и др.- и другие; в т. ч. – в том числе; пр.- прочие; т. к. –так как; г. – год; гг- годы; мин.- минимальный; макс.- максимальный; шт.- штука; св.- свыше; см.- смотри; включ.- включительно и др. (см. также Приложение Г).

6.7.9 Список литературы

Такой заголовок следует записать (в соответствии с ГОСТ 2.105-95) в конце ПЗ, где приводят перечень источников, на которые имеются ссылки в тексте этого документа. Его записывают симметрично тексту прописными буквами.

Список литературы составляется либо в алфавитном порядке (по начальной букве фамилии автора, а если автор(ы) не указан(ы), то по начальной букве названия книги) либо в порядке их упоминания в тексте ПЗ. Источники в списке литературы нумеруют арабскими цифрами без точки. Сведения об источниках приводят в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.

В библиографическом описании источника применяют сокращения отдельных слов и словосочетаний, установленные ГОСТ 7.11-2004 и ГОСТ 7.12-93, аббревиатуру учебного заведения, установленную Министерством образования РФ.

Библиографическое описание (БО) составляется на языке текста издания в соответствии со схемой структурного описания, которое включает в себя:

- заголовок описания, в котором приводится фамилия, имя, отчество автора, либо наименование коллективного автора (учреждения);
- сведения об издании (сведения о перепечатках, переизданиях);
- место издания (название города), издательство или издающая организация (название издательства), дата издания (год издания);
- объем (общее количество страниц).

Название городов «Москва», «Ленинград», «Санкт-Петербург» записываются соответственно М., Л. и СПб; для других – полное название города.

БО в зависимости от вида издания имеет свои особенности.

БО книги одного, двух или трех авторов:

Ф.И.О. автора (авторов). Основное заглавие книги: Сведения, относящиеся к заглавию/Сведения об ответственности. – Сведения об издании. – Место издания: Издательство, год издания. – Объем.

Например: Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 416 с.

БО книги четырех и более авторов:

Основное заглавие книги/Ф.И.О. авторов (либо наименование коллективного автора). – Сведения о повторности издания. – Место издания: Издательство, год издания. – Объем. *Например:* Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для студ. машиностр. спец. вузов / В. Н. Кудрявцев, Ю. А. Державец, И. И. Арефьев и др. / Под общ. ред. В. Н. Кудрявцева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983. – 400 с.

При составлении описания на том многотомного издания в качестве основного заглавия приводят общее заглавие многотомного издания, номер тома и его частное название.

Например: Справочник по триботехнике. Т.2: Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения / Под общ. ред.

М. Хебды, А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1990. – 412 с.

Основное заглавие сериального издания включает: заглавие, общее для всех подсерий, слова – «серия», «раздел», сокращенны по общим правилам (Сер., Разд.) и зависимое заглавие подсерии. Общее заглавие отделяется от зависимого точкой, обозначение и номер подсерии, если они предшествуют зависимому заглавию – запятой.

Схема описания сериального издания.

Основное заглавие: Вид (тип) документа / Сведения об авторах, редакторах (Ф.И.О.) либо название организации. – Сведения о переиздании. – Вып. __, № __. – Город: Издательство, год. – Объем (кол-во с.).

Например: Приборы, средства автоматизации и системы управления. Сер. ТС-2, Средства вычислительной техники и оргтехники: Реф. сборник / ЦНТИИТЭИ приборостроения. – Вып. 9. – М., 1985. – 12 с.

Схема оформления библиографического описания нормативно-технической документации (стандартов).

Заголовок описания (ГОСТ, ОСТ, ТУ, СТП и цифровое или буквенно-цифровое обозначение документа, а также две последние цифры года). Основное заглавие: Сведения, относящиеся к заглавию. –

Сведения об издании (переизд.) _____ (месяц, год) с изм. _____ (номер)). __ Обозначение ранее действовавшего документа: Взамен _____ (номер документа); Введ. _____ (дата). – Место издания: Издательство, год. – Объем.

Например: ГОСТ 7.1-84. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. – Взамен ГОСТ 7.1-76. – М., 1984. – 78 с.

Схема описания патентного документа.

Заголовок. Основное заглавие (название)/ Ф.И.О. _____ – Номер документа; Заявлено _____ (дата); Оpubл. _____ (дата). Бюл. _____ (номер)//Сведения об издании, в котором опубликованы сведения о патентном документе. – Объем.

В заголовке описания на патентные документы приводятся:

Обозначение вида патентного документа (А.с. или пат.), его номер.

Название страны, выдавшей документ.

Индекс международной классификации изобретений (промышленных образцов, товаров и услуг).

Эти сведения являются обязательными.

Пример описания патентного документа:

А.с. 1075027 СССР, МКИ³ F16 D 39/00. Гидродинамическая предохранительная блокируемая муфта / А. В. Мурин, В. А. Осипов. – №3390034/25-27; Заявл. 05.02.82; Оpubл. 23.02.84, Бюл. №7 // Открытия. Изобретения. – 1984. – №7. – с. 53.

См. также список литературы, приведенный в конце пособия.

7 ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ОСНОВАМ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ДЕТАЛЯМ МАШИН

Как уже отмечалось в разд. 1 настоящего пособия, объектами проектирования по курсу являются электромеханические приводы транспортирующих, технологических и других машин. Авторами пособия разработано около 40 таких заданий.

Особенностью предлагаемых заданий является привязка привода к конкретной машине, показывающая реальное положение элементов привода в пространстве. Последнее обстоятельство обуславливает необходимость инженерного подхода к решению конструкторской задачи, необходимость учета всех особенностей конструкции привода для соответствующей машины.

Представленные в индивидуальных технических заданиях приводы содержат все основные виды передаточных механизмов (передач), изучаемых в курсе, и достаточно полно соответствуют реальным конструкциям, используемым в различных отраслях промышленности.

В учебных целях для повышения уровня индивидуализации уровня разработок и уровня самостоятельной творческой работы предлагаются достаточно разнообразные варианты механических передаточных устройств, а также нестационарный характер их нагружения, отражающий реальные условия работы таких приводов.

В ТЗ приведены кинематические (а в некоторых случаях полуконструктивные) схемы машин и приводов, их описание, а также основные числовые исходные данные, необходимые для выполнения расчетов и конструирования приводов и их узлов. Все остальные данные для расчетов и конструирования разработчик принимает и обосновывает самостоятельно, согласовывая их, при необходимости, с заказчиком (руководителем проектирования).