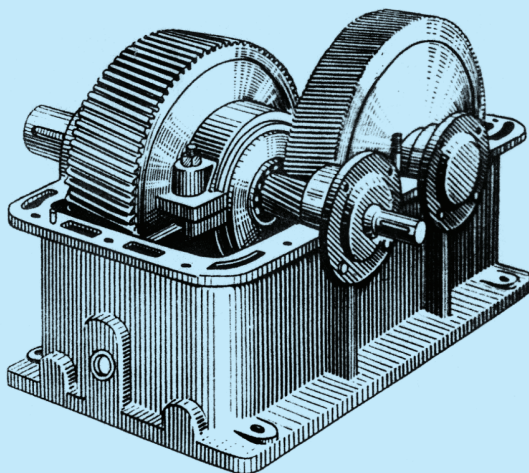


**Н.С. Чернов**

# **ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ**

---

Учебно-методическое пособие  
по выполнению курсового проекта



Тольятти 2008

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
**Тольяттинский государственный университет**

**Н.С. Чернов**

**ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ**

**Учебно-методическое пособие  
по выполнению курсового проекта**

Тольятти 2008



УДК 621.81(075.8)

ББК 34.44

Ч49

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Механика и защита окружающей среды»

Тольяттинского государственного университета *А.Н. Пахоменко*.

**Ч49** Чернов, Н.С. Детали машин и основы экологического конструирования : учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проекта / Н.С. Чернов. — Тольятти : ТГУ, 2008. — 104 с.

Учебно-методическое пособие предназначено в помощь студентам, выполняющим курсовой проект по дисциплине «Детали машин и основы экологического проектирования». Оно содержит круг вопросов по расчету, оформлению, содержанию и объему выполняемого проекта. Представлены примеры выполнения графической части курсового проекта, рекомендации по конструированию отдельных деталей, примеры оформления конструкторской документации, выбора марок сталей и упрочняющей термообработки, необходимые справочные материалы. Издание также может быть использовано студентами машиностроительных и механических специальностей, выполняющих курсовой проект по курсу «Детали машин и основы конструирования».

Рекомендовано к изданию методической комиссией автомеханического института Тольяттинского государственного университета.

© Тольяттинский государственный университет, 2008

© Н.С. Чернов, 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по деталям машин (ДМ) является первой самостоятельной работой студента. При выполнении его закрепляются знания по курсу «Детали машин и основы экологического конструирования», развивается умение использовать для практических приложений сведения ранее изученных дисциплин, приобретаются навыки работы со справочной литературой, государственными и отраслевыми стандартами. Изучение основ экологического конструирования деталей машин способствует их развитию, совершенствованию и творческому подходу к поставленным задачам.

В соответствии с рабочей программой дисциплины объектом курсового проекта являются механические передачи для преобразования вращательного движения, а также преобразования вращательного в поступательное. Наиболее распространенными объектами в курсовом проекте являются передачи цилиндрические, конические, червячные и передачи с гибкой связью. Такой выбор связан с большой распространенностью и важностью их в современной технике. Весьма существенным является то, что в механическом приводе с упомянутыми передачами наиболее полно представляются основные детали, кинематические пары и соединения, изучаемые в курсе «Детали машин и основы экологического конструирования». При проектировании редуктора находят практические приложения такие важнейшие сведения из курса, как расчеты на прочность, вибрацию и шум, тепловые расчеты, выбор материалов и термообработок, масел, посадок, параметров шероховатости поверхности и т. д.

Курсовое проектирование по деталям машин основывается на выполнении студентом графических и расчетных работ по черчению, начертательной геометрии, теории механизмов и машин, а также призвано выработать навыки проектирования машин в целом и тем самым закончить общеинженерную подготовку студента по проектированию.

*Автор выражает благодарность студентам физико-технического института Тольяттинского государственного университета А. Глушкову, В. Рачкову, А. Маханову за помощь в подготовке данного издания.*

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

## **1.1. Общие сведения**

Курсовое проектирование по деталям машин имеет целью закрепление и углубленное знание, полученные студентами при изучении теоретического курса, а также способствует развитию технической мысли студента и получению навыков конструирования сложной сборочной единицы.

Инженер-конструктор является творцом новой техники, и уровнем его творческой работы в большей степени определяются темпы научно-технического прогресса. Деятельность конструктора принадлежит к числу наиболее сложных проявлений человеческого разума. Решающая роль успеха при создании новой техники определяется тем, что заложено на чертеже конструктора. Одна из важнейших задач в подготовке инженера-эколога (конструктора, технолога, исследователя) — научить творчески применять при решении поставленных задач приобретенные знания.

Важнейшая задача курсового проектирования по деталям машин — развить умение разрабатывать техническую документацию для облечения в материальную форму заданной схемы механизма, учитывая требования, предъявляемые к прочности, надежности, технологичности, эксплуатационными расходами и защиты окружающей среды. Базируясь на исходных предпосылках из курса графики и машиностроительного черчения, в процессе самостоятельной работы над курсовым проектом по деталям машин студенты овладевают свободным решением и чтением чертежей неограниченной сложности.

## **1.2. Тематика курсового проектирования**

Тематика курсового проектирования должна иметь вид комплексной инженерной задачи, включающей кинематические и силовые расчеты, выбор материалов и расчеты на прочность, вопросы конструирования и выполнения конструкторской документации в виде габаритных, сборочных и рабочих чертежей, а также составление спецификации.

Для курсового проектирования предпочтительны объекты, которые не только широко распространены, но и имеют большое практическое значение — это приводы машин и механизмов, включающие различные типы механических передач: цилиндрические и конические, с прямыми и косыми зубьями, гипоидные, червячные, многочисленные варианты планетарных и волновых передач, с гибкой связью и т. д.

Это порождает вопрос о выборе наиболее рационального варианта передачи. При выборе типа передачи руководствуются показателями,

среди которых основными являются коэффициент полезного действия (КПД), габаритные размеры, масса, технические и экологические требования. В рамках курсового проекта не представляется возможным достаточно полно охватить все параметры, необходимые для сравнительной оценки разных типов передач, но по таким характеристикам, как КПД и массогабаритные показатели, студенты смогут обоснованно выбрать схему передачи, удовлетворяющую заданным требованиям. Некоторые варианты заданий курсового проектирования приведены на рис. 1.

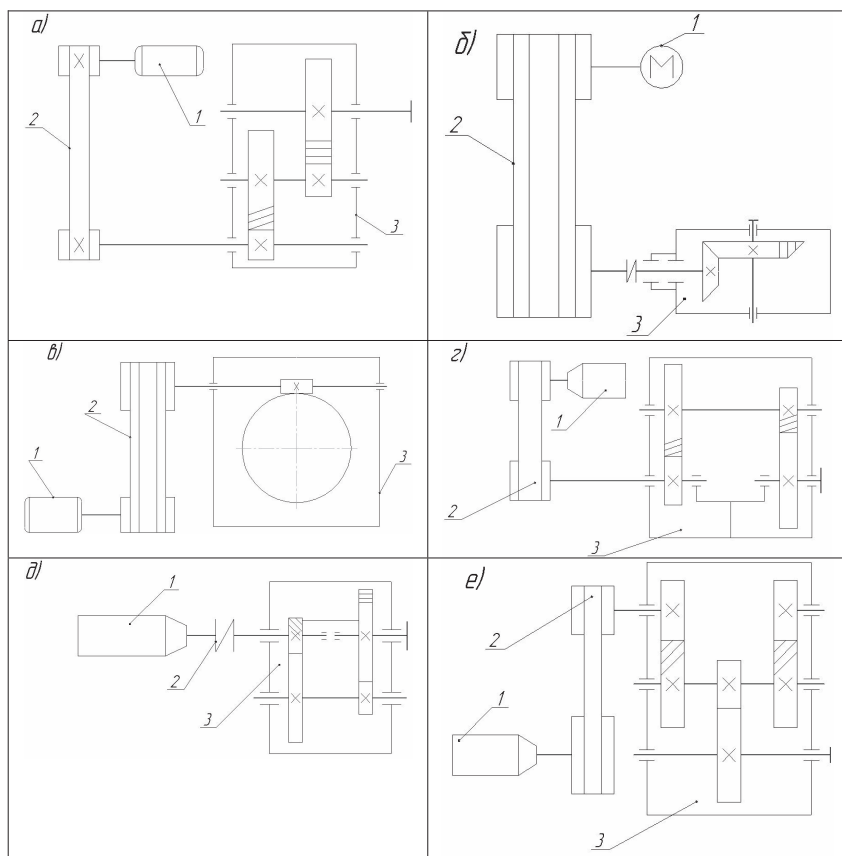


Рис. 1. Кинематические схемы приводов механизмов и машин:  
а) привод с двухступенчатым редуктором; б) привод с коническим редуктором;  
в) привод с червячным редуктором; г) привод с двухступенчатым соосным редуктором; д) привод с трехступенчатым редуктором;  
1 – электродвигатель; 2 – ременная передача (муфта); 3 – редуктор

Изыскания путем снижения массы, обеспечения защиты окружающей среды проектируемых объектов являются важнейшей предпосылкой дальнейшего прогресса, необходимым условием сбережения природных ресурсов и экологической безопасности. Следует отметить, что большая часть вырабатываемой в настоящее время энергии проходит через механические передачи, поэтому их КПД в известной степени определяет эколого-экономическую эффективность проекта.

В пособии приведен рекомендуемый порядок выполнения курсового проекта и данные, относящиеся к его объему, включая пояснительную записку.

## **2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

### **2.1. Общие сведения**

Задание на курсовой проект по деталям машин (ДМ) выдается на механические передачи общего назначения.

К типовым проектам механических передач относятся объекты проектирования, как приводы машин и механизмов технологического, испытательного и транспортирующего оборудования (рис. 1).

Приводы сложной конструкции могут проектироваться двумя-тремя студентами, в результате чего вырабатываются навыки совместной работы.

Каждый проект должен содержать элементы новизны и выполняется в полном соответствии с индивидуальным заданием установленного образца (прил. 2).

Задание обязательно должно быть подписано руководителем проекта. В отдельных случаях оно утверждается заведующим кафедрой (реальный проект, поисковая работа и т. д.). Индивидуальное задание сохраняется на протяжении всего проектирования и прикладывается к расчетно-пояснительной записке (РПЗ).

Курсовое проектирование по ДМ, также как и все другие проекты, должен выполняться с требованиями ЕСКД.

В курсовом проекте преобладают элементы эскизного и технического проектирования, а также разработки рабочей документации.

С методикой эскизного проектирования студент знакомится при выполнении предварительных проектировочных расчетов и составлении кинематических и структурных схем механизмов. Методика выполнения технического проекта осваивается при разработке чертежей сложных сборочных единиц, выполнении проверочных расчетов, техническом описании машины, определении ее важнейших технико-экономических показателей. Навыки разработки документации развиваются и углубляются при выполнении чертежей заданных сборочных единиц и деталей, составлении спецификации, проведении уточненных расчетов, составлении списка использованной литературы и окончательном оформлении расчетно-пояснительной записки (РПЗ).

### **2.2. Стадии разработки курсового проекта**

Стандартов на курсовое проектирование нет, но рекомендуется руководствоваться ГОСТ 2.103-68, в котором предусмотрены определенные стадии проектирования и этапы выполнения работ. Стадии разработки, перечень основных работ, форма отчетности по курсовому проекту приведены в табл. 1.

*Стадии разработки проекта*

| Стадии разработки (ГОСТ 2.103-68)                   | Перечень основных работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Форма отчетности                                                                             |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка технического предложения (ГОСТ 2.188-73) | Ознакомление с техническим заданием (темой проекта, исходными данными, объемом работ и сроками выполнения).<br>Подбор и изучение литературы и нормативно-проектных материалов. Выбор прототипа конструкции.<br>Составление кинематической схемы механизма                                                                                                                                                                                                                    | Перечень литературы и нормативно-проектных материалов.<br><br>Кинематическая схема механизма |
| Эскизное проектирование (ГОСТ 2.119-73)             | Предварительное определение основных параметров стандартных и унифицированных изделий электродвигателей, муфт и др.), входящих в состав механизма, и их подбор (выбор).<br>Предварительное определение основных параметров сборочных единиц, не являющихся унифицированными (зубчатых ременных, цепных передач и др.), входящих в состав механизма.<br>Компонование нескольких вариантов механизма с привязкой их к опорной металлоконструкции. Выбор рационального варианта | Варианты компонования и их обоснование                                                       |
| Техническое проектирование (ГОСТ 2.120-73)          | Проверочные расчеты механизма (проверка прочности деталей, сборочной единицы).<br>Уточнение скоростей движения механизма, КПД.<br>Конструирование и расчет на прочность деталей и сборочной единицы (на выбор), не являющейся унифицированной, входящей в состав механизма.<br>Разработка чертежа общего вида                                                                                                                                                                | Проверенные руководителем расчеты.<br>Подписанный руководителем чертеж общего вида           |
| Разработка рабочей конструкторской документации     | Составление спецификаций на сборочные чертежи (привод, редуктор).<br>Выполнение сборочных чертежей и чертежей деталей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Подписание руководителем спецификации, сборочные чертежи, чертежи деталей и РПЗ              |

Продолжение табл. 1

| Стадии разработки<br>(ГОСТ 2.103-68) | Перечень основных работ | Форма отчетности                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | Оформление РПЗ          | Введение;<br>назначение<br>и область применения;<br>техническая характеристика;<br>описание и обоснование выбранной конструкции;<br>защита окружающей среды;<br>ожидаемые технико-экономические показатели; уровень унификации (ГОСТ 2.106-73) |

Изучая техническое задание на проектирование, студент должен усвоить назначение и условия работы привода и его сборочных единиц, порядок сборки и регулировки передач. Необходимо тщательно ознакомиться с конструкциями аналогичных редукторов и открытых передач по литературе, указанной в конце данного учебного пособия, после чего приступить к проектированию заданного привода.



### **3. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Содержание и оформление курсового проекта должно отвечать требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

В курсовой проект по деталям машин входят следующие конструкторские документы, регламентированные по ГОСТ 2.102-68:

- текстовый документ — расчетно-пояснительная записка (шифр ПЗ);
- графические документы — чертеж общего вида привода (шифр ВО или СБ);
- сборочный чертеж редуктора (шифр СБ);
- спецификации на сборочные единицы (на привод и на редуктор);
- рабочие чертежи основных деталей редуктора (2–3 детали);

Сборочные единицы и спецификации должны быть выполнены в соответствии с требованиями, соответственно, ГОСТ 2.109-73 и ГОСТ 2.108-68. (см. рис. 2 в прил. 3, рис. 1 в прил. 4).

#### **3.1. Объём и содержание расчетно-пояснительной записки**

Расчетно-пояснительную записку (РПЗ) оформляют в соответствии с ГОСТ 2.106-68 (форма 5 и 5а) как конструкторский документ, содержащий описание устройства и принцип действия разработанного изделия, обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений, расчеты деталей на прочность, жесткость и работоспособность, расчеты посадок сопряженных деталей, допусков. Выполняют на листах формата А4 (210×297) одним из следующих способов: машинописным; либо компьютерным на одной стороне листа через 1,5 интервала, с высотой букв не менее 2,5 мм; либо рукописным на одной стороне листа, с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо четко писать чернилами или пастой.

РПЗ оформляется в виде папки скоросшивателя и должна включать:

- титульный лист (первый лист записки) (прил. 1);
- техническое задание на проектирование (прил. 2);
- введение с кратким описанием устройства и назначения проектируемого привода;
- выбор электродвигателя и кинематический расчет привода;
- расчет открытой передачи (ременной, цепной и т. д.);
- расчет (выбор) муфты;
- расчет редукторной передачи;
- эскизную компоновку редуктора;

- предварительный расчет валов, подбор подшипников и проверочный расчет их на долговечность;
- конструктивные проработки и определение основных размеров валов, зубчатых колес, корпуса и корпусных деталей редуктора;
- выбор способа смазывания зубчатых (червячных) зацеплений и подшипников;
- уточненный расчет валов редуктора;
- тепловой расчет редуктора (червячного);
- краткое описание технологии сборки редуктора, регулирование подшипников и деталей зацепления;
- перечень использованной технической литературы или других источников, используемых при выполнении проекта;
- содержание.

Каждый расчет должен содержать:

- заголовок с указанием детали и вида выполняемого расчета (прочность, жесткость, долговечность и т. д.);
- эскизы элементов рассчитываемых деталей, расчетные схемы с указанием сил, эпюр моментов и всех необходимых размеров;
- наименование марки принятого материала с указанием термообработки и характеристик механических свойств;
- обоснование выбора допускаемых напряжений или давлений с указанием использованной литературы;
- заключение по результатам расчета.

Содержание расчетно-пояснительной записки разбивают на разделы, подразделы и пункты. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами с точкой, например:

1. Выбор электродвигателя и кинематический расчет привода
2. Расчет передач.

Подразделы должны иметь порядковые номера в пределах каждого раздела.

Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. Например, подразделы раздела 2 обозначаются:

- 2.1. Расчет зубчатых передач
- 2.2. Расчет валов

И так далее.

Например, пункты раздела 2, подраздела 2.1 обозначают:

- 2.1.1. Проектировочный расчет зубчатых передач
- 2.1.2. Проверочный расчет зубчатых передач.

И так далее.

Наименования разделов должны быть краткими, соответствовать содержанию и записываться прописными буквами. Наименования подразделов записывают в виде заголовков строчными буквами. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят.

При оформлении записки необходимо выдерживать определенные расстояния от строк текста до кромок листа. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней кромки листа должно быть не менее 20 мм, а расстояние от кромки листа слева до границ текста – 25 мм (для подшивки), а справа – 15 мм.

Нумерация листов записки должна быть сквозная, номера указывают снизу или сверху в середине листа.

### 3.2. Графическое оформление чертежей

Все чертежи проекта выполняют карандашом на ватмане или на компьютере, соблюдая правила чертежных стандартов. Форматы чертежей выбирают по табл. 2, а масштабы вычерчиваемых конструкций – по табл. 3.

Таблица 2

*Форматы чертежей по ГОСТ 2.301-68*

| Обозначение формата | A1      | A2      | A3      | A4      |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| Размеры сторон, мм  | 594×841 | 594×420 | 297×420 | 297×210 |

Таблица 3

*Масштабы чертежей по ГОСТ 2.302-68*

| Натуральная величина |      |       |     |     |      |      |      |      |
|----------------------|------|-------|-----|-----|------|------|------|------|
| Уменьшение           | 1:2  | 1:2,5 | 1:4 | 1:5 | 1:10 | 1:15 | 1:20 | 1:25 |
|                      | 1:40 | 1:50  |     |     |      |      |      |      |
| Увеличение           | 2:1  | 2,5:1 | 4:1 | 5:1 | 10:1 | —    | 20:1 | —    |
|                      | 1:40 | 50:1  |     |     |      |      |      |      |

Для всех видов чертежей (сборочных, деталей) ЕСКД дает одну основную надпись (рис. 2), которую располагают в правом нижнем углу конструкторских документов. Основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа формата А4.

|     |  |  |  |  |                                            |  |            |  |  |
|-----|--|--|--|--|--------------------------------------------|--|------------|--|--|
|     |  |  |  |  | (2) XX.ДМ.11.07.61.00.00.СБ                |  |            |  |  |
|     |  |  |  |  | (1) Редуктор червячный<br>Сборочный чертёж |  |            |  |  |
|     |  |  |  |  |                                            |  |            |  |  |
|     |  |  |  |  | Лист (7)                                   |  | Листов (8) |  |  |
| (3) |  |  |  |  | (9)                                        |  |            |  |  |

Рис. 2. Основная надпись первого листа сборочных единиц  
(ГОСТ 2.104-68 форма 1):

- (1) – наименование изделия (пример заполнения);
- (2) – обозначение документа (общего вида, чертеж детали, спецификации, пояснительной записки);
- (3) – обозначение материала детали (заполняют только на чертеже детали);
- (4) – литера, присвоенная данному документу (у);
- (5) – масса изделия (в учебных проектах не заполняется);
- (6) – масштаб;
- (7) – порядковый номер листа;
- (8) – общее количество листов;
- (9) – наименование учебного заведения, выпускающего документ;
- (10), (11), (12), (13) – характер работы, выполняемой лицом, подписавшим документ

|     |  |  |  |  |                                            |  |            |  |  |
|-----|--|--|--|--|--------------------------------------------|--|------------|--|--|
|     |  |  |  |  | (2) XX.ДМ.11.07.61.00.00.СБ                |  |            |  |  |
|     |  |  |  |  | (1) Редуктор червячный<br>Сборочный чертёж |  |            |  |  |
|     |  |  |  |  |                                            |  |            |  |  |
|     |  |  |  |  | Лист (7)                                   |  | Листов (8) |  |  |
| (3) |  |  |  |  | (9)                                        |  |            |  |  |

Рис. 3. Основная надпись второго листа сборочных единиц  
(ГОСТ 2.104-68 форма 2а)

### 3.3. Спецификация чертежей

1. Спецификации составляют на листах формата А4 отдельно на чертеж общего вида привода и на каждую вычерчиваемую сборочную единицу.

2. Сборочный чертеж, выполненный на листе формата А4, допускается совмещать со спецификацией на него.

3. Первый лист каждой спецификации выполняется по ГОСТ 2.108-68 (форма 1, изображенная на рис. 4). Последующие листы отличаются сокращенной формой основной надписи (рис. 5) (ГОСТ 2.108-68, форма 1а).

Форма 1 (первый лист спецификации)

[illegible]

Рис. 4. Основная надпись для первого листа спецификации  
(ГОСТ 2.104-68 форма 2)

Форма 1а (второй лист спецификации)

[illegible]

Рис. 5. Основная надпись для последующих листов спецификации  
(ГОСТ 2.104-68 форма 2а)

4. Согласно ГОСТ, спецификация на чертеже должна состоять из восьми разделов, в учебном проекте допускается использование пяти. Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают. На спецификациях (см. рис. 2 в прил. 3, рис. 1 в прил. 4) показаны примеры заполнения бланков спецификаций.

5. Разделы спецификации располагаются в строгом порядке:

1) «Документация» – наименования документов, входящих в комплект специфицируемого изделия («Чертеж общего вида», «Сборочный чертеж», «Расчетно-пояснительная записка»);

2) «Сборочные единицы» – наименование единиц, непосредственно входящих в изделие, в соответствии с надписью на их чертежах («Рама», «Редуктор», «Колесо червячное» и т. д.);

3) «Детали» – наименование деталей в соответствии с надписью на чертежах («Вал-шестерня», «Зубчатое колесо», «Вал» и т. д.);

4) «Стандартные изделия» – наименование изделий, перечисленные следующим образом:

- по государственным стандартам (ГОСТ);
- отраслевым стандартам (ОСТ);
- стандартам предприятий (СТП).

5) «Материалы» — наименования материалов, непосредственно входящих в специфицируемое изделие. Их записывают по видам в такой последовательности:

- металлы черные;
- металлы цветные;
- пластмассы и прессматериалы;
- резиновые и кожевенные материалы;
- краски, нефтепродукты;
- прочие материалы.

В пределах каждого раздела наименования записывают в алфавитном порядке, а в пределах каждого наименования — по возрастанию размеров или других технических параметров.

6. В разделах «Документация», «Сборочные единицы» и «Детали» указываются обозначения записываемых документов.

7. В разделе «Стандартные изделия» в пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам («крепежные детали», «подшипники» и т. д.); в пределах каждой группы — в алфавитном порядке наименований («болт...», «винт...», «гайка...»); в пределах каждого наименования — по возрастанию номеров стандартов и далее в порядке возрастания новых параметров или размеров изделий (моменты для муфт, диаметры для болтов и т. д.).

8. В учебном проекте графы спецификации заполняют следующим образом:

1) в графе «Поз.» — порядковые номера составных частей изделий в последовательности записи их в спецификации (такие же номера позиций затем проставляют и на чертеже);

2) в графе «Обозначение» — шифры чертежей составных частей изделия. В разделе «Стандартные изделия» графу не заполняют;

3) в графе «Наименование» — наименования изделий. Для стандартных изделий указывают еще и условное обозначение в соответствии со стандартом («Болт М12×40.36 ГОСТ 7805—70»);

4) в графе «Кол.» — количество составных частей на одно специфицируемое изделие;

5) в графе «Прим.» в учебных проектах приводят дополнительные сведения по усмотрению студента (вес и объем материалов, длину проката).

9. После каждого раздела спецификации рекомендуется оставлять несколько свободных строк, для дополнительных записей.

Примеры оформления спецификаций приведены в прил. 3 и 4.

### 3.4. Чертеж общего вида привода

Чертеж общего вида привода предназначен для того, чтобы дать полное представление о приводе в целом (например, привод общего назначения), его эксплуатационной характеристике, основных размерах, взаимной связи отдельных сборочных единиц и деталей, присоединительных поверхностях деталей и их размерах (требования по ГОСТ 2.109-68 см. рис. 2 в прил. 3).

Чертеж выполняют в трех проекциях.

Сборочные единицы и детали привода изображаются на чертеже упрощенно (винты и гайки показывают осевыми линиями, кроме тех, которыми привод крепится к металлоконструкции, фундаменту). На чертеже не изображают мелкие конструктивные элементы деталей, например: зубья звездочек приводных цепей и др.

Чертеж общего вида изделия должен содержать:

- 1) изображение изделия с его видами, сечениями, разрезами;
- 2) габаритные размеры (длину, ширину, высоту);
- 3) установочные и присоединительные размеры (размеры опорных поверхностей, диаметры и координаты крепежных отверстий), монтажные размеры (зазоры между торцами валов, расстояние между осями сборочных единиц) и другие основные размеры (шаг и число зубьев приводных звездочек, расстояние между ними и координаты их расположения, диаметр и длину барабана);
- 4) технические требования к монтажу изделия (допускаемые смещения и перекосы валов);
- 5) техническую характеристику привода (действующие нагрузки, скорости движения, передаваемую мощность).

Техническую характеристику и технические требования на привод размещают на свободном поле чертежа над основной надписью в виде колонок отдельно с самостоятельной нумерацией пунктов и снабжают заголовками «Техническая характеристика» и «Технические требования». Заголовки не подчеркивают.

Например, на чертеже общего вида привода указывают:

#### **Техническая характеристика**

- |                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| 1. Мощность привода, кВт.....                                 | 5    |
| 2. Общее передаточное число привода, $u$ .....                | 20   |
| 3. Частота вращения электродвигателя, $\text{мин}^{-1}$ ..... | 3000 |
| 4. КПД привода, $\eta$ .....                                  | 0,88 |
| и др.                                                         |      |



### Технические требования

1. Смещение валов электродвигателя и редуктора не более:
  - осевое, мм.....0,2
  - радиальное, мм.....0,3
  - угловое, град.....0,5
2. Регулировку натяжения ремней передачи производить винтом поз...(указать) и др.

На чертеже общего вида привода на полках линий-выносок записывают номера позиций сборочных единиц и деталей.

В спецификацию записывают сборочные единицы (редуктор, рама), собственные детали привода, стандартные изделия (болты, винты, гайки, муфты, электродвигатель), а также комплект деталей и материалов, необходимых для монтажа (шайбы, прокладки и т. д.).

### 3.5. Чертеж сборочной единицы

Чертеж сборочной единицы выполняется на основании эскизной компоновки, произведенной в процессе расчетов в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109-68. Он должен содержать изображение и отражать взаимосвязь всех ее деталей. Количество видов, разрезов и сечений, а также текстовая часть и надписи должны давать полное представление о конструкции каждой детали сборочной единицы, необходимое для последующего выполнения рабочих чертежей.

Конструкция деталей тел вращения (валы, колеса и др.) полностью выявляется в одной проекции.

Для выявления конструкции других, более сложных деталей (корпус, крышка), требуется несколько проекций, разрезов и сечений.

Разрезы и сечения выполняют по ГОСТ 2.305-68 (см. рис. 1 в прил. 4).

Зубчатые (шлицевые) соединения изображают на чертежах по ГОСТ 2.409-68, а изображения зубчатых и червячных зацеплений выполняют по ГОСТ 2.402-68. Окружности и образующие поверхности впадин зубьев и витков в разрезах и сечениях показывают сплошными основными линиями, а на видах не указывают.

На разрезах зубчатых колес или червяка и червячного колеса в зоне зацепления показывают зуб одного из колес (предпочтительно ведущего) или виток червяка, расположенного перед зубом сопрягаемого колеса.

Направление зубьев зубчатых колес показывают на одном из элементов (как правило, вблизи оси) тремя сплошными тонкими линиями с соответствующим наклоном.

На чертеже сборочной единицы должны быть приведены следующие данные:

1) габаритные размеры по трем координатным направлениям (длина, ширина, высота), необходимые для определения размеров, места установки изделия;

2) установочные и присоединительные размеры, необходимые для установки изделия при монтаже, а также определения размеров и места положения элементов, которые присоединяют к данному изделию. К ним относятся следующие размеры: диаметр и длина выступающих выходных концов валов, размеры шпонок на них или обозначение шлицев, расстояние от упорных буртиков валов до центров отверстий, предназначенных для крепления сборочной единицы на плите, раме, диаметр отверстий под фундаментные болты и координаты этих отверстий, расстояние осей валов до опорной (базовой) плоскости, размеры этих плоскостей;

3) основные расчетные размеры, характеризующие сборочную единицу, а также справочные (межосевые расстояния зубчатых передач с предельными отклонениями, ширина колес, конусные расстояния конических колес, углы наклона зубьев, число заходов);

4) посадочные (сопряженные) размеры, определяющие характер сопряжений: размеры диаметров и посадки на валах по системе ISO зубчатых, червячных колес, шкивов, муфт, подшипников, стаканов, центрирующих буртиков крышек подшипников; размеры шлицевых соединений, размеры резьб на валах, координаты штифтов и крепежных отверстий в корпусе и крышках и др. Эти размеры используют при разработке чертежей деталей, технологии сборки;

5) исполнительные (сборочные) размеры, связанные с выполнением каких-либо технологических операций в процессе сборки, а также задающие условия регулировки изделия (размеры отверстий под штифты с предельными отклонениями, если их обрабатывают в процессе сборки; размеры зазоров между подшипниками и упорными торцами подшипниковых крышек, если их контролируют при сборке с целью гарантии подшипников от защемления);

6) размеры элементов, которые конструктор выделяет по тем или иным соображениям (размеры выточек на валу, шпоночных пазов);

7) максимальный и минимальный уровни масла, габариты передач (на виде спереди наносят пунктирными линиями внешние окружности колес);

8) технические требования, характеристики и таблицы по ГОСТ 2.316-68.

Весь комплекс технических данных, который необходим для изготовления, сборки, регулировки, отладки и контроля изделия, не может быть выражен только линиями чертежа, размерами, предельными отклонениями и условными обозначениями. Поэтому возникает

необходимость заполнять чертеж соответствующими текстовыми техническими требованиями, техническими характеристиками и дополнительными данными в таблицы.

**Технические требования.** Технические требования должны быть изложены кратко и четко. Следует придерживаться общепринятых в технической литературе терминов. Размещают технические требования под заголовком «Технические требования» на поле чертежа под основной надписью в виде колонки не более ширины основной надписи.

В зависимости от вида сборочной единицы и ее назначения, технические требования могут быть самыми разнообразными. Наиболее четко используются следующие требования:

1. *Требования к сборке*, предъявляемые к регулировке элементов изделия. Указывают регулировочные зазоры между торцами подшипников (если они необходимы и не указаны на чертеже); способ уплотнения плоскости разъема (например, «Плоскость разъема покрыть герметиком при окончательной сборке УГ-31 ГОСТ 13489-79»); указания о дополнительной обработке деталей при сборке (например, «Приварить», «Развальцевать» и др.); требования к точности монтажа сборочных единиц (например, «Допускаемые радиальные, угловые и осевые смещения валов и др.»).

2. *Требования по отделке.* Например, по окраске изделия в сборе с указанием сорта и цвета окраски: «Наружные поверхности редуктора покрыть эмалью НЦ-11, светло-зеленая 369 ГОСТ 9198-83, IV УХЛ 4».

3. *Требования к эксплуатации.* Указывают количество заливаемого масла, сроки замены масла и периодичность смазки отдельных деталей, узлов и др.

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

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.

Например, на чертеже общего вида редуктора могут быть указаны следующие **технические требования**:

1. Осевую игру радиально-упорных роликоподшипниковых позиций (указывать номер позиции) обеспечить в пределах 0...0,05 мм подгонкой детали позиции (указать).

2. Валы собранного редуктора должны проворачиваться от руки плавно, без заеданий.

3. Плоскость разъема корпуса и крышки покрыть тонким слоем герметика УГ-31 ГОСТ 13489-79 при окончательной сборке.

4. Наружные поверхности редуктора покрыть эмалью НЦ-11, светло-зеленая 369 ГОСТ 9198-83, IV УХЛ 4.
5. В редуктор залить масло И-32А ГОСТ 20799-88 в количестве 3 л.
6. Редуктор обкатать без нагрузки при частоте вращения быстро-

ходного вала  $n_6 = 3000 \text{ мин}^{-1}$  в течение трех часов. Наружная утечка масла в соединениях, шум и вибрация не допускается.

**Техническая характеристика** расширяет сведения о конструкции сборочной единицы.

Техническую характеристику размещают на свободном поле чертежа над основной надписью в виде колонки шириной не более ширины основной надписи отдельно и выше технических требований с самостоятельной нумерацией пунктов и снабжают заголовком «Техническая характеристика». Заголовок не подчеркивают.

Например, на чертеже общего вида редуктора указывают следующие **технические характеристики**:

1. Общее передаточное число,  $u \dots$
2. Частота вращения выходного вала,  $\text{мин}^{-1}$
3. Вращающий момент на выходном валу,  $\text{Нм} \dots$
4. КПД редуктора,  $\eta \dots$

## 3.6. Чертежи деталей

### 3.6.1. Общие положения

Деталь изображают на чертеже в положении, при котором производится обработка основных ее поверхностей. В частности, ось детали, представляющей тело вращения, располагают горизонтально (вал, колесо, стакан).

Чертеж должен содержать все данные, определяющие форму, размеры, их предельные отклонения, шероховатость поверхностей, марку материала, термообработку и другие сведения, необходимые для изготовления и контроля детали.

Центровые отверстия на чертежах деталей не изображают и в технических требованиях никаких указаний не приводят. Если в центровом отверстии детали должна быть резьба, на чертеже приводят длину отверстия под резьбу, диаметр и длину нарезки.

Когда обработка отверстий в детали под винты, штифты производится при сборке, на чертеже эти отверстия не изображают и никаких указаний в технических требованиях не помещают. Все необходимые данные для обработки таких отверстий (размеры, шероховатость поверхностей, координаты расположения, количество) помещают на сборочном чертеже.

### 3.6.2. Простановка размеров

Основанием для определения величины изображаемого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже, а для определения требуемой точности — предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей. При нанесении размеров необходимо учитывать конструктивные особенности детали, условия ее работы в изделии, способ изготовления.

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

Размеры, проставляемые на чертежах деталей, условно разделяют на три группы:

- 1) сопряженные — размеры, относящиеся к двум и более сопряженным деталям ( $\varnothing 58$  Н7,  $\varnothing 35$  к6);
- 2) цепные — размеры, образующие размерную цепь;
- 3) свободные.

Сопряженные размеры берут из чертежа сборочной единицы и проставляют на рабочем чертеже детали по ЕСДП соответствующими предельными отклонениями (см. табл. 1 в прил. 14).

Цепные размеры берут из соответствующей схемы размерной цепи и проставляют на рабочем чертеже детали с предельными отклонениями, которые получают из результатов расчета размерной цепи или назначают конструктивно.

Свободные размеры проставляют на рабочих чертежах деталей с учетом последовательности технологических операций изготовления детали и удобства измерений.

Размеры, относящиеся к одному конструктивному элементу, следует группировать в одном месте. На чертежах деталей тел вращения рекомендуется основные размеры, определяющие величину частей детали, располагать под изображением, вспомогательные размеры (длины шпоночных пазов, границы термообработки и разной степени точности) — над изображениями детали.

Не допускается нанесение размеров на чертежах в виде замкнутой цепи. Исключение делается только в том случае, когда один из размеров указан как справочный.

Каждый размер следует приводить на чертеже лишь один раз.

### 3.6.3. Простановка предельных отклонений размеров

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения, кроме размеров, определяющих зоны различной шероховатости или термообработки одной и той же поверхности.

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...».

При назначении различных предельных отклонений для одного номинального размера границу между ними наносят сплошной тонкой линией, а номинальный размер указывают с соответствующими предельными отклонениями для каждого участка отдельно.

Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинальных. Предельные отклонения низкой точности на изображении не указывают, а в технических требованиях делают запись: «Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих — по Н14, охватываемых — по h14, прочих —  $\pm \frac{1}{2} IT14$ ».

При выполнении учебного проекта необходимо на рабочих чертежах деталей предельные отклонения размеров, указывать условными обозначениями с указанием справа в скобках их числовых величин, например:

$$\varnothing 12 e9 \left( \begin{smallmatrix} -0.020 \\ -0.070 \end{smallmatrix} \right), \varnothing 50 H7 \left( \begin{smallmatrix} +0.030 \end{smallmatrix} \right).$$

В табл. 4 приведены буквенные обозначения основных отклонений отверстий и валов для посадок системы ИСО.

Предельные отклонения угловых размеров показывают только числовыми величинами, например:  $30^\circ \pm 1^\circ$ .

Таблица 4

*Буквенные обозначения отклонений отверстий  
и валов для посадок системы ИСО*

| Отверстия  | a                              | b | c | d | e | f | g | h | J <sub>s</sub>               | k | m | n | p | r                     | s | t | u | v | x | y | z |
|------------|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|---|---|---|---|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Валы       | a                              | b | c | d | e | f | g | h | j <sub>s</sub>               | k | m | n | p | r                     | s | t | u | v | x | y | z |
| Назначение | для посадок с зазором          |   |   |   |   |   |   |   | переходные                   |   |   |   |   | для посадок с натягом |   |   |   |   |   |   |   |
|            | для посадок с тепловым зазором |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |                       |   |   |   |   |   |   |   |
|            | Увеличение зазоров<br>←—————   |   |   |   |   |   |   |   | Увеличение натягов<br>—————→ |   |   |   |   |                       |   |   |   |   |   |   |   |

Рекомендуемые (часто применяемые) посадки при размерах от 1 до 500 мм приведены в табл. 5.

Таблица 5

*Рекомендуемые посадки при размерах от 1 до 500 мм*

| Поле допуска | Квалитет вала | Основные отклонения валов (система отверстия) |       |       |       |       |                    |       |       |       |                   |       |       |
|--------------|---------------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
|              |               | d                                             | e     | f     | g     | h     | j <sub>s</sub>     | k     | m     | n     | p                 | r     | s     |
|              |               | Посадки с зазором                             |       |       |       |       | Переходные посадки |       |       |       | Посадки с натягом |       |       |
| H6           | 5             |                                               |       |       | H6/g5 | H6/h5 | H6/js5             | H6/k5 | H6/m5 | H6/n2 | H6/p5             | H6/r5 | H6/s5 |
|              | 6             |                                               |       | H6/f6 |       |       |                    |       |       |       |                   |       |       |
| H7           | 6             |                                               |       |       | H7/g6 | H7/h6 | H7/js6             | H7/k6 | H7/m6 | H7/n6 | H7/p6             | H7/r6 | H7/s6 |
|              | 7             |                                               | H7/e7 | H7/f7 |       |       |                    |       |       |       |                   |       | H7/s7 |
|              | 8             | H7/d8                                         | H7/e8 |       |       |       |                    |       |       |       |                   |       |       |
| H8           | 7             |                                               |       | H8/f7 |       | H8/h7 | H8/js7             | H8/k7 | H8/m7 | H8/n7 |                   |       | H8/s7 |
|              | 8             | H8/d8                                         | H8/e8 | H8/f8 |       | H8/h8 |                    |       |       |       |                   |       |       |
| Поле допуска | Квалитет вала | Основные отклонения отверстий (система вала)  |       |       |       |       |                    |       |       |       |                   |       |       |
|              |               | D                                             | E     | F     | G     | H     | J <sub>s</sub>     | K     | M     | N     | P                 | R     | S     |
|              |               | Посадки с зазором                             |       |       |       |       | Переходные посадки |       |       |       | Посадки с натягом |       |       |
| H5           | 6             |                                               |       |       | G6/h5 | H6/h5 | js6/h5             | K6/h5 | M6/h5 | N6/h5 | P6/h5             |       |       |
| H6           | 7             |                                               |       | F7/h6 | G7/h6 | H7/h6 | js7/h6             | K7/h6 | M7/h6 | N7/h6 | P7/h6             | R7/h6 | S7/h6 |
|              | 8             | D8/h6                                         | E8/h6 | F8/h6 |       |       |                    |       |       |       |                   |       |       |
| H7           | 7             |                                               |       |       |       |       |                    |       |       |       |                   |       |       |
|              | 8             | D8/h7                                         | E8/h7 | F8/h7 |       | H8/h7 | js8/h7             | K8/h7 | M8/h7 | N8/h7 |                   |       |       |
| H8           | 8             | D8/h8                                         | E8/h8 | F8/h8 |       | H8/h8 |                    |       |       |       |                   |       |       |
|              | 9             | D9/h8                                         | E9/h8 | F9/h8 |       | H9/h8 |                    |       |       |       |                   |       |       |

### 3.6.4. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей

При изготовлении деталей могут появиться погрешности не только линейных размеров, но и геометрической формы, относительного расположения осей и поверхностей.

По ГОСТ 2.308-79 на чертежах указываются предельные отклонения формы и расположения поверхностей условными знаками

и обозначениями или в технических требованиях текстом (табл. 6 и 7). Желательно применение условных обозначений.

Для различных типов деталей указывают разные виды предельных отклонений форм и расположения поверхностей.

На чертежах валов, осей, валов-шестерен и червяков проставляют согласно изображению на рис. 6.

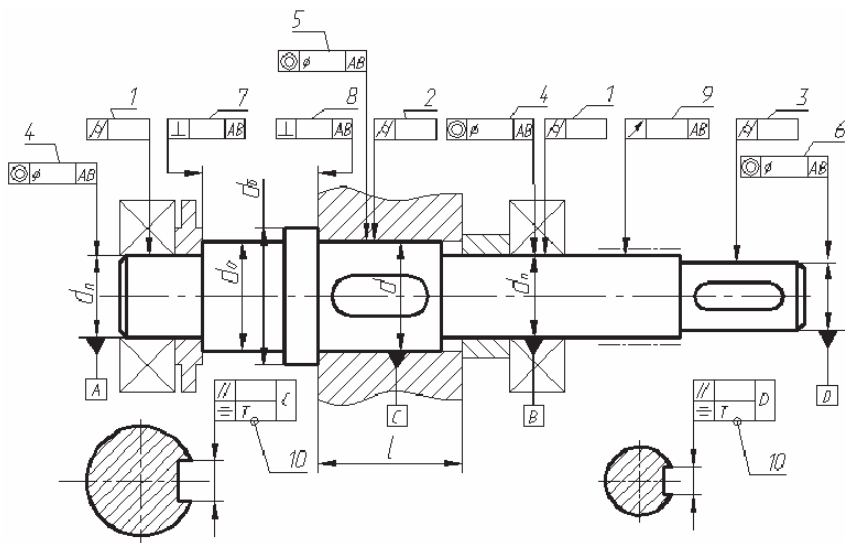


Рис. 6. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей вала

Рабочей осью вала является общая ось посадочных поверхностей для подшипников качения. Это ось обозначена на рис. 6 буквами *AB*. На этом же рисунке приведены обозначения некоторых размеров ( $d_n$ ,  $d_6$ ,  $d_0$ ,  $d$ ), а в рамках — условные обозначения допусков формы и расположения.

В табл. 7 в соответствии с позициями, указанными на рис. 6, приведены указания по определению предельных отклонений формы и расположения поверхностей.

Рабочей осью вала является общая ось посадочных поверхностей для подшипников качения. Это ось обозначена на рис. 6 буквами *AB*. На этом же рисунке приведены обозначения некоторых размеров ( $d_n$ ,  $d_6$ ,  $d_0$ ,  $d$ ), а в рамках — условные обозначения допусков формы и расположения.

В табл. 7 в соответствии с позициями, указанными на рис. 6, приведены указания по определению предельных отклонений формы и расположения поверхностей.



Таблица 6

*Условные знаки допусков формы и расположения поверхностей*

| Группа допуска                                                                                          | Вид допуска                                                                                  | Условный знак |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Допуски формы                                                                                           | Допуск прямолинейности                                                                       |               |
|                                                                                                         | Допуск плоскостности                                                                         |               |
|                                                                                                         | Допуск круглости                                                                             |               |
|                                                                                                         | Допуск цилиндричности                                                                        |               |
|                                                                                                         | Допуск профиля продольного сечения                                                           |               |
| Допуски расположения                                                                                    | Допуск параллельности                                                                        |               |
|                                                                                                         | Допуск перпендикулярности                                                                    |               |
|                                                                                                         | Допуск наклона                                                                               |               |
|                                                                                                         | Допуск соосности                                                                             |               |
|                                                                                                         | Допуск симметричности                                                                        |               |
|                                                                                                         | Позиционный допуск                                                                           |               |
|                                                                                                         | Допуск пересечения осей                                                                      |               |
| Суммарные допуски формы и расположения                                                                  | Допуск радиального биения<br>Допуск торцевого биения<br>Допуск биения в заданном направлении |               |
|                                                                                                         | Допуск полного радиального биения<br>Допуск полного торцевого биения                         |               |
|                                                                                                         | Допуск формы заданного профиля                                                               |               |
|                                                                                                         | Допуск формы заданной поверхности                                                            |               |
| Примечание. Основные понятия и определения, относящиеся к допускам формы и расположения, даны в табл. 7 |                                                                                              |               |

Таблица 7

*Предельные отклонения формы и расположения поверхностей (примеры)*

| Наименование отклонения             | Указание предельных отклонений на чертеже |                                                                                                       |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | Условное обозначение                      | Текстом в технических требованиях                                                                     |
| 1. Отклонение от плоскости          |                                           | <br>Неплоскость под А не более 0,06 мм                                                                |
| 2. Отклонение от прямолинейности    |                                           | <br>Непрямолинейность образующей пов. А не более 0,1 мм на длине 300 мм                               |
| 3. Отклонение от цилиндричности     |                                           | <br>Нецилиндричность пов. А не более 0,01 мм                                                          |
| 4. Отклонение от округлости         |                                           | <br>Неокруглость пов. А не более 0,03 мм                                                              |
| 5. Отклонение от параллельности     |                                           | <br>Непараллельность пов. А и В не более 0,1 мм                                                       |
|                                     |                                           | <br>Непараллельность оси отв. Относительно поверхности А не более 0,1 мм                              |
|                                     |                                           | <br>Непараллельность оси отв. В относительно оси отв. А не более 0,1 мм, перекос оси не более 0,25 мм |
| 6. Отклонение от перпендикулярности |                                           | <br>Неперпендикулярность пов. В относительно основания не более 0,1 мм                                |

Продолжение табл. 7

| Наименование отклонения             | Указание предельных отклонений на чертеже |                                                                                    |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | Условное обозначение                      | Текстом в технических требованиях                                                  |
| 7. Отклонение от перпендикулярности |                                           | <p>Неперпендикулярность оси отв. В относительно оси отв. А не более 0,04 мм</p>    |
| 8. Отклонение от соосности          |                                           | <p>Несоосность отв. В относительно отв. А не более 0,08 мм</p>                     |
|                                     |                                           | <p>Несоосность пов. А и В не более 0,1 мм (допуск зависимый)</p>                   |
| 9. Отклонение от симметричности     |                                           | <p>Несимметричность паза относительно пов. А не более 0,05 мм</p>                  |
| 10. Отклонение от осей пересечения  |                                           | <p>Непересечение осей отв. не более 0,06 мм</p>                                    |
| 11. Биение                          |                                           | <p>Радиальное биение пов. Б и В относительно оси отв. не более 0,01 мм</p>         |
|                                     |                                           | <p>Радиальное биение пов. В относительно общей оси пов. А и В не более 0,04 мм</p> |

*Предельные отклонения*

| Позиция | Предельные отклонения                                                                                                                                           |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1, 2, 3 | $T_{\text{цилиндричности}} \approx 0.3t$ , где $t$ — допуск размера поверхности                                                                                 |
| 4       | $T_{\text{соосности}}$ на диаметре $d_p$ по табл. 9<br>Степень точности для групп подшипников: I-7, II-6, III-5                                                 |
| 5       | $T_{\text{соосности}}$ на диаметре $d$ по табл. 9. Степень точности по табл. 11                                                                                 |
| 6       | $T_{\text{соосности}} \approx 48/n$ для $n \geq 1000$ об/мин; допуск — в мм                                                                                     |
| 7       | $T_{\text{перпендикулярности}}$ на $d_0$ по табл. 10.<br>Степень точности для групп подшипников: I-8, II-7, III-6                                               |
| 8       | $T_{\text{перпендикулярности}}$ на $d_0$ при $l/d < 0.8$ по табл. 10.<br>Степень точности по табл. 12                                                           |
| 9       | $T_{\text{биение}} \approx 48/n$ для $n \geq 1000$ об/мин; допуск — в мм                                                                                        |
| 10      | $T_{\text{параллельности шпоночного паза}} \approx 0.6t_{\text{шп}}$ ; $T_{\text{симметричности}} \approx 4t_{\text{шп}}$ , где $t_{\text{шп}}$ — допуск ширины |

Предельные отклонения расположения элементов деталей для базирования подшипников качения зависят от типа подшипника, которые делятся на следующие три группы:

- I — шариковые радиальные и радиально-упорные;
- II — радиальные с короткими цилиндрическими роликами;
- III — конические роликовые.

Назначения каждого из предельных отклонений формы и расположения следующие:

1) предельные отклонения цилиндричности посадочных поверхностей для подшипников качения (поз. 1) задают, чтобы ограничить отклонение геометрической формы этих поверхностей и тем самым ограничить отклонение геометрической формы дорожек качения колец подшипников;

2) зубчатые и червячные колеса, а также муфты, шкивы, звездочки сажают на валы с натягом. Чтобы ограничить концентрацию давлений, на посадочные поверхности валов задают предельные отклонения цилиндричности (поз. 2, 3);

3) предельные отклонения соосности посадочных поверхностей для подшипников качения относительно их общей оси (поз. 4) задают, чтобы ограничить перекося колец подшипников качения;

4) предельные отклонения соосности посадочных поверхностей для зубчатого, червячного колес (поз. 5) задают, чтобы обеспечить нормы кинематической точности и контакта зубчатых и червячных передач;

5) предельные отклонения соосности посадочных поверхностей для полумуфты, шкива, звездочки (поз. 6) назначают, чтобы снизить дисбаланс вала и деталей, установленных на этой поверхности. Допуск соосности по поз. 6 задается только при частоте вращения вала больше 1000 об./мин, а при меньшей его не задают.

6) предельные отклонения перпендикулярности базового торца вала (поз. 7) назначают, чтобы уменьшить перекося колец подшипников и искажения геометрической формы дорожки качения внутреннего кольца подшипника;

7) предельные отклонения перпендикулярности базового торца вала (поз. 8) задают для узких колес, у которых  $\ell/d < 0,8$ . Отклонение задают, чтобы обеспечить выполнение норм контакта зубьев передачи. При отношении  $\ell/d \geq 0,8$  предельные отклонения перпендикулярности по поз. 8 не задают;

8) предельные отклонения радиального биения поверхности вала (поз. 9), расположенной под резиновой уплотняющей манжетой. Назначение отклонения – ограничить амплитуду колебаний рабочей кромки резины, вызывающих ее усталостное разрушение. Это отклонение, также как и в поз. 6, задают при частоте вращения вала  $\geq 1000$  об./мин.

Таблица 9

| Интервалы<br>размеров, мм | Степень точности отклонений соосности |    |    |     |     |
|---------------------------|---------------------------------------|----|----|-----|-----|
|                           | 5                                     | 6  | 7  | 8   | 9   |
|                           | Допуск соосности, мкм                 |    |    |     |     |
| Свыше 18 до 30            | 10                                    | 16 | 25 | 40  | 60  |
| 30–50                     | 12                                    | 20 | 30 | 50  | 80  |
| 50–120                    | 16                                    | 25 | 40 | 60  | 100 |
| 120–250                   | 20                                    | 30 | 50 | 80  | 120 |
| 250–400                   | 25                                    | 40 | 60 | 100 | 160 |

Таблица 10

| Интервалы<br>размеров, мм | Степень точности отклонений параллельности, перпендикулярности |    |    |    |     |     |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------|----|----|----|-----|-----|
|                           | 5                                                              | 6  | 7  | 8  | 9   | 10  |
|                           | Допуск параллельности, перпендикулярности, мкм                 |    |    |    |     |     |
| Свыше 16 до 25            | 4                                                              | 6  | 10 | 16 | 25  | 40  |
| 25–40                     | 5                                                              | 8  | 12 | 20 | 30  | 50  |
| 40–63                     | 6                                                              | 10 | 16 | 25 | 40  | 60  |
| 63–100                    | 8                                                              | 12 | 20 | 30 | 50  | 80  |
| 100–160                   | 10                                                             | 16 | 25 | 40 | 60  | 100 |
| 150–250                   | 12                                                             | 20 | 30 | 50 | 80  | 120 |
| 250–400                   | 16                                                             | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 |

Таблица 11

| Степень кинематической точности передачи | Диаметр делительной окружности, мм    |                  |                  |
|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|
|                                          | Свыше 50 до 125                       | Свыше 125 до 280 | Свыше 280 до 560 |
|                                          | Степень точности отклонений соосности |                  |                  |
| 6                                        | 5                                     | 6                | 7                |
| 7                                        | 6                                     | 7                | 7                |
| 8                                        | 7                                     | 7                | 8                |
| 9                                        | 7                                     | 8                | 8                |

Таблица 12

| Тип колес | Степень точности передачи по нормам контакта   |      |      |
|-----------|------------------------------------------------|------|------|
|           | 6                                              | 7, 8 | 9    |
|           | Степень точности отклонений перпендикулярности |      |      |
| Зубчатые  | 5                                              | 6    | 7, 8 |
| Червячные | 6                                              | 7    | 8    |

Посадка шпонок в паз вала выполняется преимущественно с натягом (P9/h9).

В правом верхнем углу чертежей вала-шестерни и червяка помещают таблицу данных для нарезания зубьев шестерни (рис. 7) или витков червяка (рис. 8).

|                                         |         |               |
|-----------------------------------------|---------|---------------|
| Модуль                                  | m       |               |
| Число зубьев                            | Z       |               |
| Угол наклона                            | $\beta$ |               |
| Направление линии зуба                  | —       |               |
| Нормальный исходный контур              | —       | ГОСТ 13755-81 |
| Коэффициент смещения                    | x       |               |
| Степень точности                        | —       |               |
|                                         |         |               |
| Делительный диаметр                     | d       |               |
| Обозначение чертежа сопряженного колеса |         |               |

Рис. 7. Форма таблицы параметров зубьев цилиндрического зубчатого колеса

Technical drawing showing the form of a table for worm gear parameters. The table is rectangular with a total width of 110 and a total height of 20. The table is divided into two main sections: a header section on the left and a data section on the right. The header section contains 11 rows of parameters, and the data section contains 11 rows of data. The table is surrounded by a border with dimensions 5, 20, 110, and 5. The table is labeled with dimensions 5, 20, 110, and 5. The table is labeled with dimensions 5, 20, 110, and 5.

|                                         |             |               |
|-----------------------------------------|-------------|---------------|
| Модуль                                  | $m$         |               |
| Число витков                            | $Z_1$       |               |
| Вид червяка                             | —           |               |
| Делительный угол подъема                | $\gamma$    |               |
| Направление линии витков                | —           |               |
| Исходный червяк                         | —           | ГОСТ 19036-81 |
| Степень точности                        | —           |               |
| Делительная толщина по хорде            | $\bar{S}_a$ |               |
| Высота по хорде                         | $\bar{h}_a$ |               |
| Делительный диаметр червяка             | $d_1$       |               |
| Ход витка                               | $P_{z1}$    |               |
| Обозначение чертежа сопряженного колеса |             |               |

Рис. 8. Форма таблицы параметров витков червяка

На рис. 9, 10, 11, 12, 13 и 14 показаны примеры оформления рабочих чертежей вала, вала-шестерни, зубчатого колеса, шкивов и крышки, а также рекомендации по конструированию зубчатых колес (рис. 15).

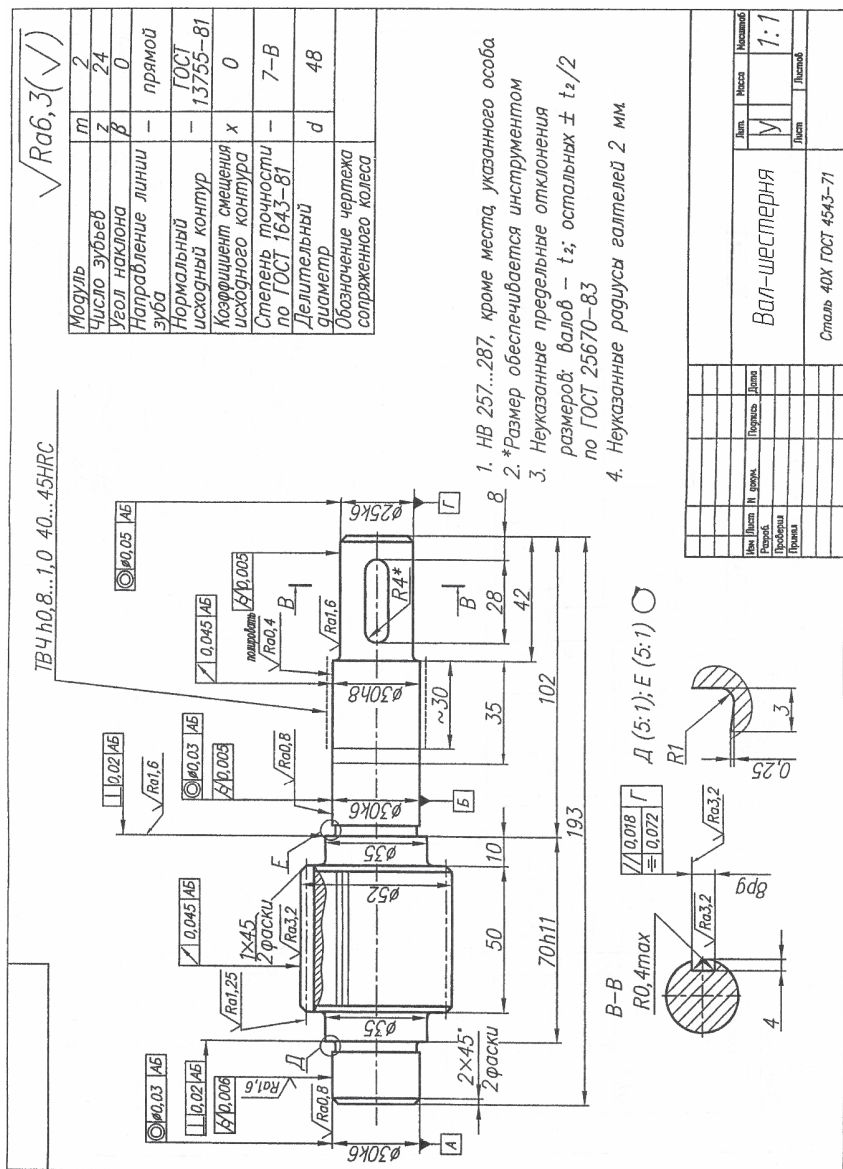
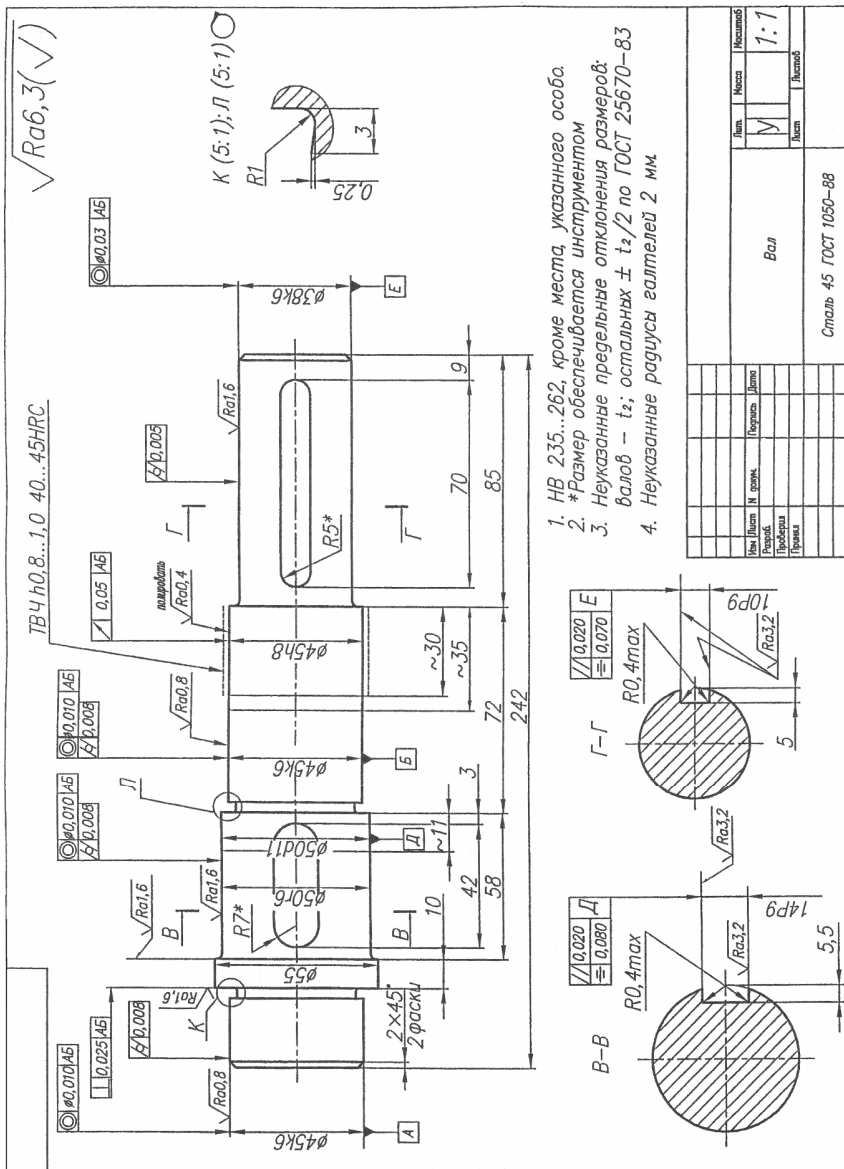


Рис. 9. Чертеж вала-шестерни





34

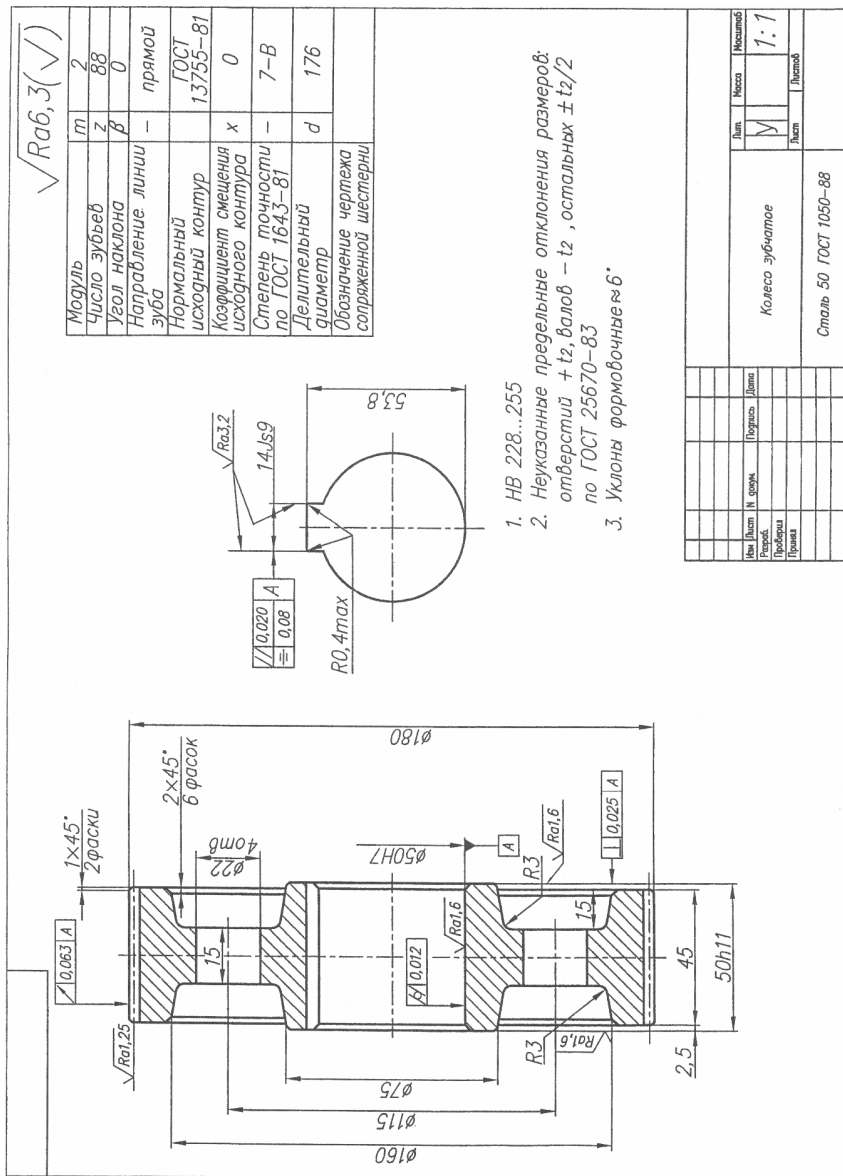


Рис. 11. Чертеж зубчатого колеса

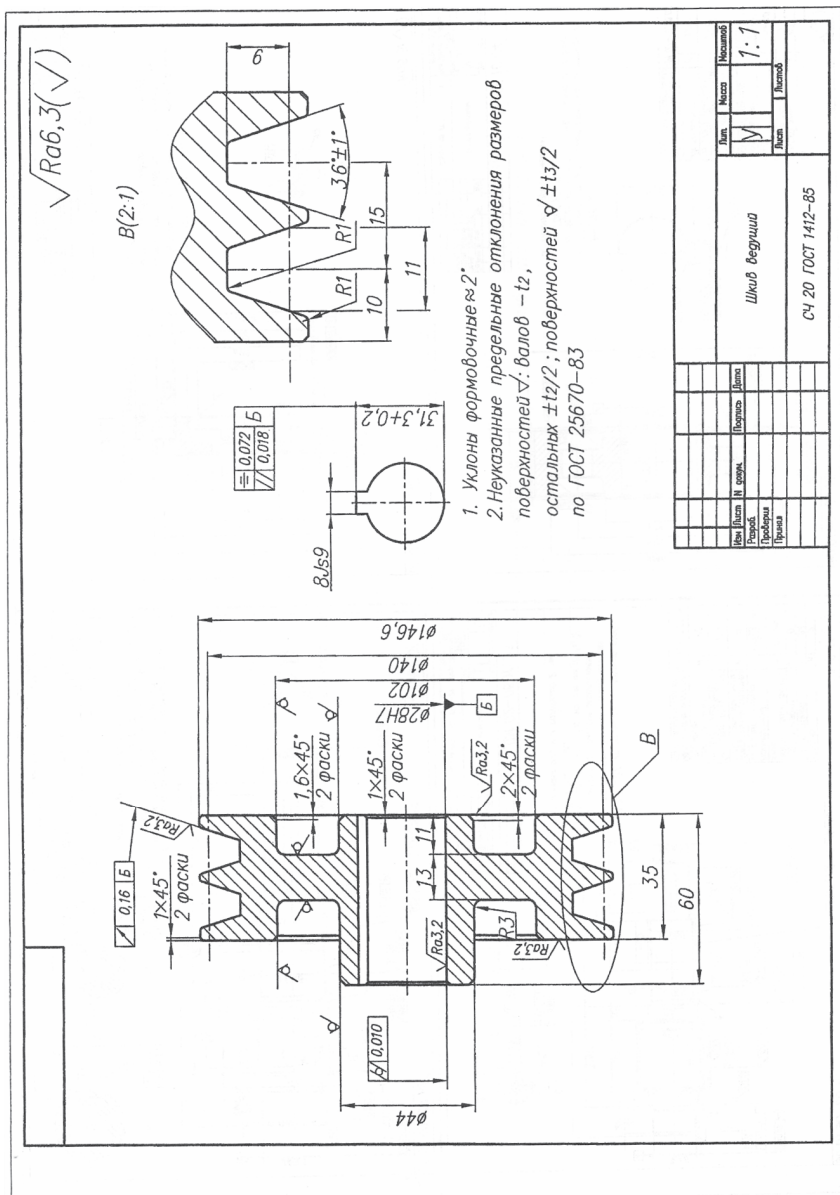


Рис. 12. Чертеж шкива

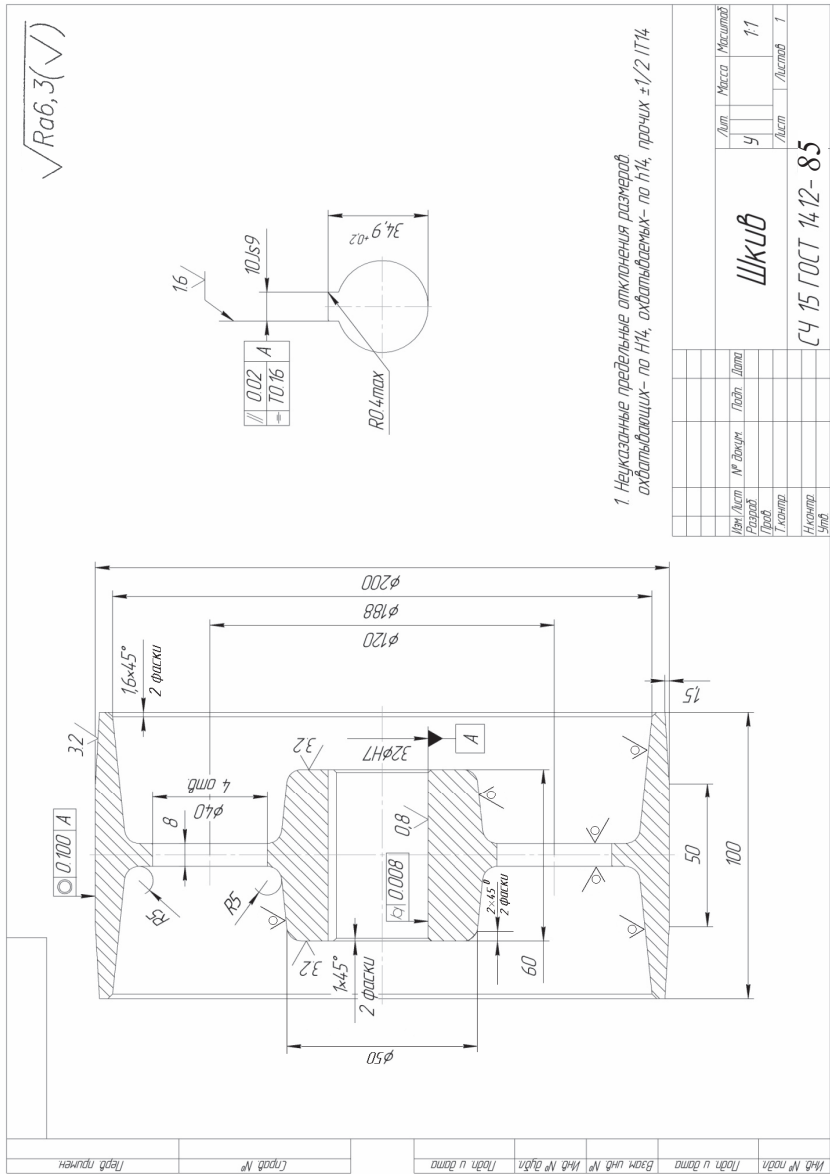


Рис. 13. Чертеж шкива

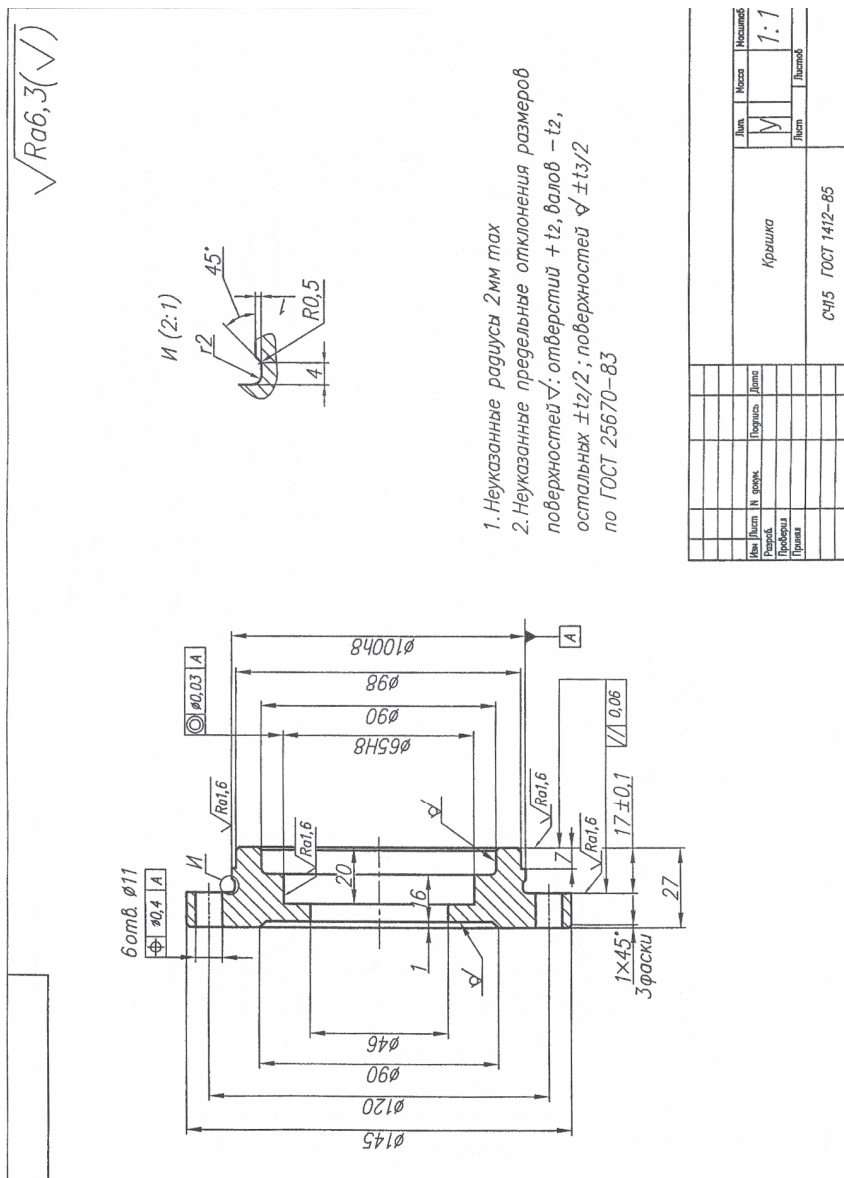
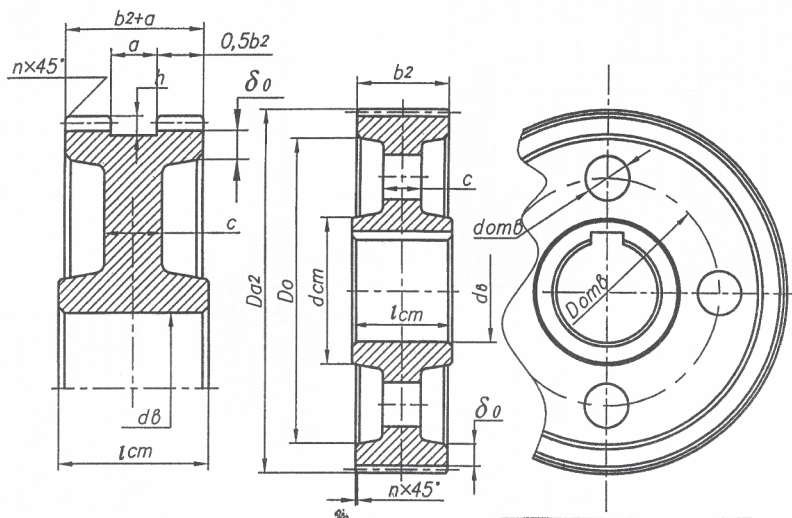


Рис. 14. Чертеж крышки

# Конструирование зубчатых колес



| Параметры                                                             | Формула                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Диаметр ступицы стальных и чугунных колес                             | $d_{ст} \approx (1,5 \div 1,6) d_a$                                           |
| Длина ступицы                                                         | $l_{ст} \approx (0,8 \div 1,5) d_a$<br>* обычно $l_{ст} = (1,0 \div 1,2) d_a$ |
| Длина ступицы шевронных колес                                         | $l_{ст} = b_2 + a$                                                            |
| Толщина обода цилиндрических колес                                    | $\delta_0 = (2,5 \div 4,0) m_n$ , но не менее 8 мм                            |
| Толщина диска кованых колес                                           | $C = 0,3 b_2$                                                                 |
| Толщина диска штампованных и литых колес                              | $C = (0,2 \div 0,3) b_2$                                                      |
| Толщина диска шевронных колес                                         | $C = 0,3(b_2 + a)$                                                            |
| Диаметр центральной окружности                                        | $D_{отв} = 0,5 (D_0 + d_{ст})$                                                |
| Диаметр отверстий<br>(в шестернях малых размеров отверстия не делают) | $d_{отв} \approx \left( \frac{D_0 - d_{cm}}{4} \right)$                       |
| Фаска                                                                 | $n \approx 0,5 m_n$                                                           |
| Внутренний диаметр обода                                              | $D_0 = D_{a2} - 2\delta_0$                                                    |
| Глубина канавки шевронных колес                                       | $h = 2,5 m_n$                                                                 |

Обозначения:  $d_a$  – диаметр вала;  $m_n$  – модуль нормальный;  $b_2$  – ширина колеса.

\*Примечание: длину ступицы  $l_{ст}$  желательно принимать  $l_{ст} \geq b_2$ . Принятую длину согласуют с расчетной длиной шпонки.

Шевронные колеса чаще всего изготавливают с канавкой посередине для выхода режущего инструмента. Ширину канавки  $a$  определяют в зависимости от модуля  $m_n$  по таблице:

|            |    |     |    |     |    |     |    |
|------------|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| $m_n$ , мм | 1  | 1,5 | 2  | 2,5 | 3  | 3,5 | 4  |
| $a$ , мм   | 20 | 25  | 32 | 38  | 42 | 48  | 53 |

Рис. 15. Рекомендации по конструированию зубчатых колес

На чертежах зубчатых и червячных колес проставляют предельные отклонения формы и расположения поверхностей. На рис. 16а–г показаны несколько зубчатых колес и условное обозначение баз и допусков поверхностей. В соответствии с позициями, приведенными на этом рисунке, в табл. 13 даны указания по расположению допусков и поверхностей. Группа подшипников:

- I – шариковые радиальные и радиально-упорные;
- II – радиальные с короткими цилиндрическими роликами;
- III – конические роликовые.

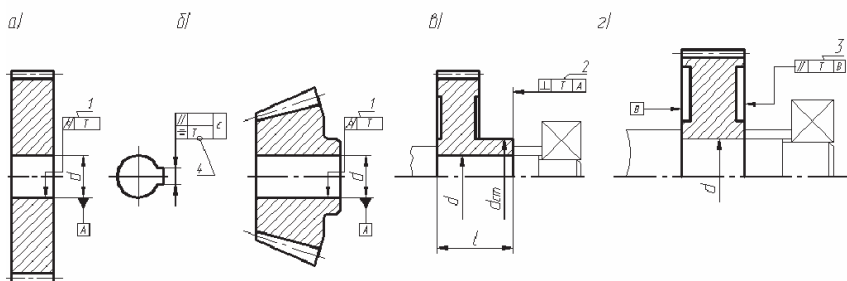


Рис. 16. Допуски формы и расположения поверхностей зубчатых колес

Назначение каждого из допусков формы или расположение поверхностей следующее:

1) допуск цилиндричности посадочной поверхности (поз. 1) назначают, чтобы ограничить концентрацию контактных давлений по посадочной поверхности;

2) допуск перпендикулярности торца ступицы (поз. 2) задают, чтобы создать точную базу для подшипника качения и уменьшить перекос колец подшипников и искажение геометрической формы качения внутреннего кольца;

3) допуск параллельности торцов ступицы узких колес (поз. 3) задают по тем же соображениям, как и допуск перпендикулярности торца ступицы поз. 2.

Если торцы ступиц не участвуют в базировании подшипников, то отклонения по поз. 2 и 3 не назначают.

В технических требованиях чертежей зубчатых колес, вращающихся с высокой частотой, записывают отклонение дисбаланса, который определяют по формуле

$$T = em,$$

где  $m$  – масса колеса, кг;

$e = 2,4 \cdot 10^4 / n$  – удельный дисбаланс по 4-му классу точности балансировки (ГОСТ 22061–76), г·мм/кг;

$n$  – частота вращения колеса, об/мин.

Отклонение дисбаланса задают для колес, полностью обработанных при  $n \geq 1000 \text{ об./мин.}$ ; для колес, в которых некоторые поверхности обода, диска и ступицы необработанны, — при  $n \geq 500 \text{ об./мин.}$  В технических требованиях делают запись по типу: «Допускаемый дисбаланс не более...г·мм».

Таблица 13

*Предельные отклонения (Т)*

| Позиция | Отклонения                                                                                                                                                      |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | $T_{\text{цилиндричности}} \approx 0.3t$ , где $t$ — допуск размера поверхности                                                                                 |
| 2       | $T_{\text{перпендикулярности}}$ на $d_{\text{ст}}$ при $l/d \geq 0.8$ по табл. 10.<br>Степень точности для групп подшипников: I-8, II-7, III-6                  |
| 3       | $T_{\text{параллельности}}$ на $d_{\text{ст}}$ при $l/d < 0.8$ по табл. 10.<br>Степень точности для групп подшипников: I-7, II-6, III-5                         |
| 4       | $T_{\text{параллельности}} \approx 0.6t_{\text{шп}}$ ; $T_{\text{симметричности}} \approx 4t_{\text{шп}}$ , где $t_{\text{шп}}$ — допуск ширины шпоночного паза |

Сопряжение шпонки с пазом ступицы выполняют при постоянной нагрузке по посадке D10/h9, при переменной — Js9/h9 или P9/h9.

На чертежах шкивов проставляют следующие отклонения формы и расположения поверхностей:

1) отклонения цилиндрического базового отверстия, параллельности и симметричности шпоночного паза задают по нормам зубчатых колес;

2) отклонение (мм) соосности рабочей поверхности шкивов плоскоремennых передач (отклонение задают в диаметральном выражении) принимают следующим образом:

| D свыше...до...      | 50...120 | 120...260 | 260...500 |
|----------------------|----------|-----------|-----------|
| Отклонение соосности | 0,04     | 0,05      | 0,06      |

3) на чертежах шкивов для клиновых и поликлиновых ремней задают отклонение биения перпендикулярно образующей конусной поверхности ручьев.

Это отклонение (мм) определяют по формуле

$$T_{\text{биения}} \approx 0,005d_p,$$

где  $d_p$  — расчетный диаметр шкива, мм;

$t$  — удельное биение, мм/мм, принимают в зависимости от частоты вращения:



|                                |        |                   |            |
|--------------------------------|--------|-------------------|------------|
| Частота вращения $n$ , об./мин | до 500 | свыше 500 до 1000 | свыше 1000 |
| Удельное биение $t$ , мм/мм    | 0,2    | 0,15              | 0,1        |

4) на быстро вращающиеся шкивы ( $n > 1000$  об/мин) задают отклонение статического дисбаланса, который принимают равным  $2,4 \cdot 10^4 / n$  г·мм/кг.

На рис. 12 и рис. 13 приведены примеры оформления чертежей шкивов для клинового ремня и плоского ремня.

На чертежах крышек проставляют следующие отклонения формы и расположения поверхностей. Допуски расположения поверхностей принимают по табл. 14 и 15 в соответствии с позициями, указанными на рис. 17:

– допуск параллельности торцов (поз. 1) задают в том случае, когда по торцу крышки базируется подшипник качения, как это показано на рис. 17. Допуск назначают, чтобы ограничить перекосяк колец подшипников качения;

– допуск соосности (поз. 2) задают, чтобы ограничить радиальное смещение уплотнительной манжеты и уменьшить таким образом неоднородность давления на рабочую кромку манжеты;

Таблица 14

*Допуски расположения поверхностей*

| Позиция | Допуск                                                                                                                                                |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | $T_{\text{параллельности}}$ на диаметре $D_\phi$ по табл. 10. Степень точности по табл. 15                                                            |
| 2       | $T_{\text{соосности}}$ на диаметре $D_M$ по табл. 9. Степень точности 8                                                                               |
| 3       | $T_{\text{позиционный}}$ $\approx 0,4(d_{\text{отв}} - d_{\text{вала}})$ , где $d_{\text{отв}}$ – диаметр отверстия, $d_{\text{вала}}$ – диаметр вала |

Таблица 15

*Степень точности*

| Группа подшипников | Крышки подшипников                       |           |
|--------------------|------------------------------------------|-----------|
|                    | привертные                               | закладные |
|                    | Степени точности допусков параллельности |           |
| I                  | 10                                       | 9         |
| II                 | 9                                        | 8         |
| III                | 8                                        | 7         |

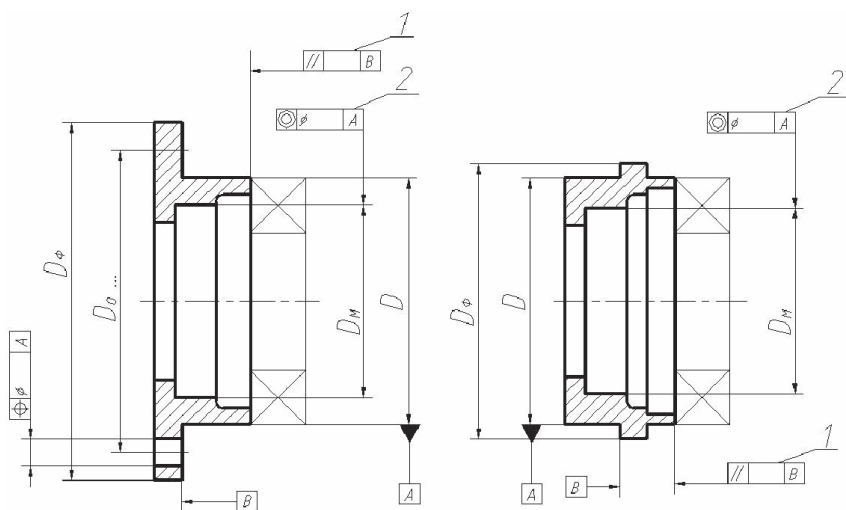


Рис. 17. Отклонения формы и расположения поверхности крышек

На чертежах корпусов редукторов приводят:

- отклонения круглости и цилиндричности базовых отверстий (для посадки подшипников качения  $0,25 \cdot T$ , посадки втулок, стаканов  $0,40 \cdot T$ . Здесь  $T$  – отклонение размера диаметра посадочного отверстия);
- отклонение параллельности и перекосов осей отверстий для опор валов зубчатых колес

$$\Delta X = (0,7 \dots 0,8) \frac{T_x \cdot B}{b},$$

где  $T_x$  – отклонение параллельности осей вращения валов передачи (табл. 16);

$B$  – ширина корпуса редуктора (рис. 17);

$b$  – ширина зубчатого колеса;

Таблица 16

*Отклонения параллельности осей вращения валов, мкм*

| Степень кинематической точности передачи |          | 6  | 7  | 8  | 9  |
|------------------------------------------|----------|----|----|----|----|
| Допуск $T_x$<br>при ширине $b$ , мм      | до 55    | 13 | 17 | 21 | 26 |
|                                          | 55...110 | 15 | 19 | 24 | 30 |

Таблица 17

*Предельные отклонения, мкм*

| Межосевое расстояние, мм |   | до 80 | 80...125 | 125...180 | 180...250 | 250...315 |
|--------------------------|---|-------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Вид сопряжения           | С | ±37   | ±43      | ±50       | ±58       | ±65       |
|                          | В | ±60   | ±70      | ±80       | ±92       | ±105      |
|                          | А | ±95   | ±110     | ±125      | ±145      | ±160      |

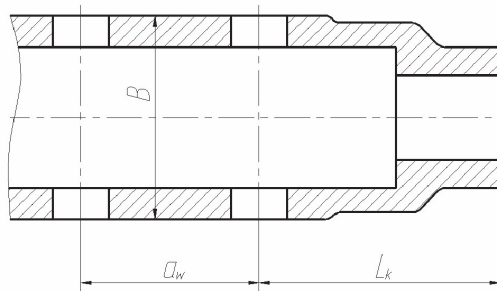


Рис. 18. Корпус коническо-цилиндрического редуктора

Предельные отклонения межосевых расстояний зубчатых передач по ГОСТ 1643-81 принимают по табл. 17.

Отклонения перпендикулярности осей отверстий для опор валов конической передачи

$$\Delta\varphi = (0,7 \dots 0,8) \frac{\Delta\varphi_{\text{табл}} \cdot L_k}{L},$$

где  $\Delta\varphi_{\text{табл}}$  — предельные отклонения для передачи, определяемые по табл. 18.

$L$  — длина образующей делительного конуса;

$L_k$  — расстояние от оси отверстий под опоры вала колеса до торца прилива под опоры шестерни (рис. 18).

Таблица 18

*Предельные отклонения  $\Delta\varphi_{\text{табл}}$ , мкм*

| Вид сопряжения | $L, \text{ мм}$ |         |          |           |           |
|----------------|-----------------|---------|----------|-----------|-----------|
|                | до 50           | 50...80 | 80...120 | 120...200 | 200...320 |
| В              | ±28             | ±38     | ±45      | ±50       | ±58       |
| А              | ±45             | ±58     | ±70      | ±80       | ±95       |

Допуски перекосов осей отверстий для опор червяка и вала колеса червячной передачи

$$\Delta y = (0,7 \dots 0,8) \frac{T_y \cdot L_k}{b},$$

где  $T_y$  — отклонение перекоса осей вращения червяка и колеса, который принимают по табл. 19;

$b$  — ширина червячного колеса;

$L_k$  — расстояние между поверхностями корпуса (рис. 19).

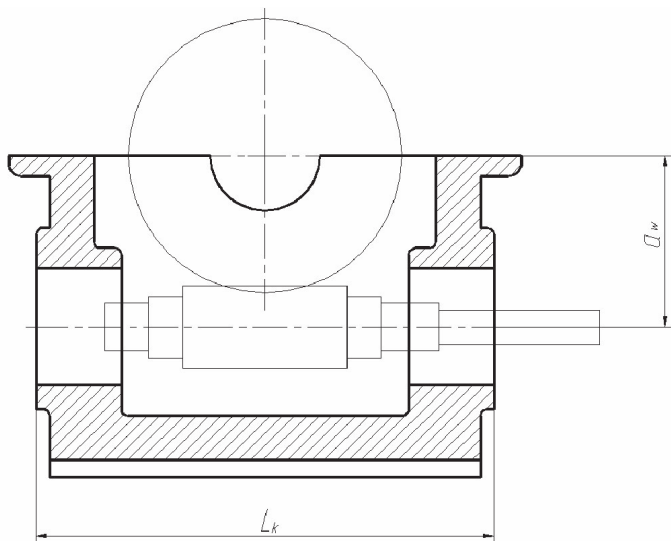


Рис. 19. Корпус червячного редуктора

Предельные отклонения межосевых расстояний червячных принимаем по табл. 20.

Таблица 20

*Допуски перекосов осей, мкм*

| Модуль, мм | Степень кинематической точности передачи |    |    |    |
|------------|------------------------------------------|----|----|----|
|            | 6                                        | 7  | 8  | 9  |
| 1...2,5    | 10                                       | 13 | 17 | 21 |
| 2.5...6    | 14                                       | 18 | 22 | 28 |
| 6...10     | 21                                       | 26 | 34 | 42 |
| 10...16    | 28                                       | 36 | 45 | 55 |

Таблица 21

*Предельные отклонения, мкм*

| Межцентровое расстояние, мм |    | 80...125  | 125...180 | 180...250 | 250...315 |
|-----------------------------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Степень точности            | 8  | $\pm 80$  | $\pm 95$  | $\pm 105$ | $\pm 110$ |
|                             | 9  | $\pm 130$ | $\pm 150$ | $\pm 160$ | $\pm 180$ |
|                             | 10 | $\pm 200$ | $\pm 220$ | $\pm 260$ | $\pm 280$ |

**3.6.5. Обозначение шероховатости поверхностей**

На чертежах деталей шероховатость всех поверхностей обозначают различными знаками с указанием высоты неровностей  $R_z$  или  $R_a$  в *мкм* по ГОСТ 2.309-73.

В зависимости от способа обработки применяют следующие знаки:

✓ – вид обработки конструктором не устанавливается. Применение знака предпочтительное;

✓ – шероховатость поверхности должна быть образована удалением слоя материала (точение, фрезерование и т. д.). Применение знака допускается только в обоснованных случаях;

✓ – шероховатость поверхности должна быть образована без удаления слоя материала (литье,ковка, объемная штамповка, волочение, прокатка).

Высота  $h$  знаков должна быть равна высоте цифр размерных чисел на том же чертеже (рис. 20). Высота цифр числа, характеризующего неровность, должна быть равна  $\frac{2}{3}h$ . Цифры наносятся на расстоянии  $a = 0,6...0,8$  мм. Толщина линии знаков составляет приблизительно половину толщины основных линий, применяемых на чертеже.

Преобладающую шероховатость, обычно наиболее грубую, наносят в правом верхнем углу поля чертежа (рис. 21). Знак (✓) означает, что все остальные поверхности детали, кроме обозначенных на чертеже, должны иметь шероховатость, указанную перед скобкой.

Шероховатость сопрягаемых поверхностей проставляется согласно табл. 21. Некоторых деталей согласно табл. 22.

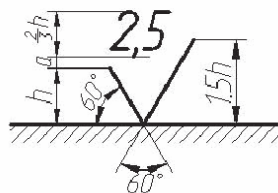


Рис. 20. Размеры знака шероховатости



Таблица 22

*Шероховатость некоторых элементов детали Ra, мкм*

| Вид поверхности                                                                                                                           | $R_a$ , мкм |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Торцы заплечиков валов для базирования:                                                                                                   |             |
| а) подшипники качения класса точности 0;                                                                                                  | 1,6         |
| б) зубчатых, червячных колес при отношении длины отверстия к диаметру $l/d \leq 0,8$ ;                                                    | 1,6         |
| в) то же, при отношении $l/d > 0,8$                                                                                                       | 3,2         |
| Поверхность валов под резиновые манжеты                                                                                                   | 0,4         |
| Канавки, фаски, радиусы галтелей на валах                                                                                                 | 6,3         |
| Поверхности шпоночных пазов на валах:                                                                                                     |             |
| - рабочая;                                                                                                                                | 1,6         |
| - нерабочая                                                                                                                               | 6,3         |
| Торцы ступиц зубчатых, червячных колес, базирующихся по торцу заплечиков валов, при отношении длины отверстия к диаметру $l/d \leq 0,8$ . | 1,6         |
| То же, при отношении $l/d > 0,8$                                                                                                          | 3,2         |
| Торцы ступиц зубчатых, червячных колес, по которым базируют подшипники качения, классов точности 0                                        | 1,6         |
| Свободные (нерабочие) торцевые поверхности зубчатых, червячных колес                                                                      | 6,3         |
| Профили зубьев зубчатых, червячных колес степеней точности:                                                                               |             |
| 6                                                                                                                                         | 0,4         |
| 7                                                                                                                                         | 0,8         |
| 8                                                                                                                                         | 1,6         |
| 9                                                                                                                                         | 3,2         |
| Витки червяков степеней точности                                                                                                          |             |
| 6                                                                                                                                         | 0,2         |
| 7                                                                                                                                         | 0,4         |
| 8                                                                                                                                         | 0,8         |
| 9                                                                                                                                         | 1,6         |
| Поверхности выступов зубьев колес, витков червяков, звездочек цепных передач                                                              | 6,3         |
| Фаски и выточки на колесах                                                                                                                | 6,3         |
| Поверхности шпоночных пазов в отверстиях колес:                                                                                           |             |
| - рабочая;                                                                                                                                | 1,6         |
| - нерабочая                                                                                                                               | 3,2         |
| Рабочая поверхность шкивов ременных передач                                                                                               | 3,2         |
| Рабочая поверхность зубьев звездочек цепных передач                                                                                       | 3,2         |
| Отверстия под болты, винты                                                                                                                | 12,5        |
| Опорные поверхности под головки болтов, винтов, гаек                                                                                      | 6,3         |

### 3.6.6. Обозначение термической обработки

ГОСТ 2.310-68 установлены следующие правила нанесения на чертежах указаний о термической и химико-термической обработках, обеспечивающих получение необходимых свойств материала детали.

Если всю деталь подвергают термообработке одного вида, то в технических требованиях чертежа приводят показатели свойств материала; запись типа:

- 1) HB235...265;
- 2) HRC44...50;
- 3) ТВЧ  $h_{1,6...2}$ , HRC50...56; ТВЧ  $h_{1,8\pm 0.2}$  (буквой  $h$  обозначена глубина обработки);
- 4) цементовать  $h_{0,8...1,2}$  или  $h = 0,8...1,2$ ; HRC56...62.

Если термообработке подвергают отдельный участок детали, то его обводят на чертеже утолщенной штрихпунктирной линией, а на полке линии-выноски наносят показатели свойств материала.

Если всю деталь подвергают одному виду обработки, а некоторые ее части другому или оставляют без обработки, в технических требованиях делают запись по типу:

- 1) «HRC 55...60, кроме места, обозначенного особо» (рис. 22а);
- 2) «HRC 55...60, кроме поверхности А» (рис. 22б).

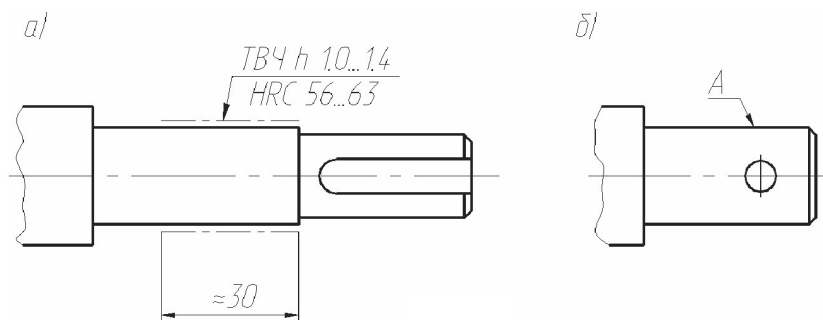


Рис. 22. Обозначение термической обработки

### 3.7. Чертежи сварных соединений

Чертежи сварных деталей оформляют как чертежи сборочных единиц (ГОСТ 2.312-72). Элементы сварной детали в разрезах и сечениях штрихуют в разных направлениях (рис. 23а). Если же сварную деталь изображают в сборе с другими деталями, то все элементы ее штрихуют в одном направлении (рис. 23б).



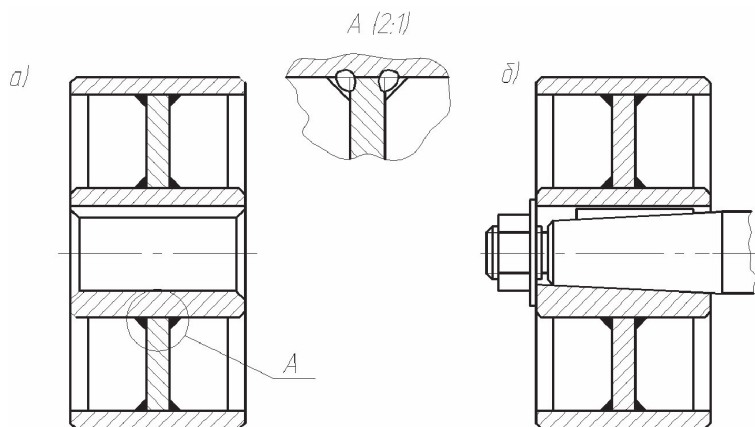


Рис. 23. Чертеж сварной детали

Сварные швы на чертежах деталей изображают и обозначают по ГОСТ 2.312-72. Видимые швы изображают сплошными, а невидимые — штриховыми линиями.

Условное обозначение шва наносят:

- 1) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 24а);
- 2) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 24б).

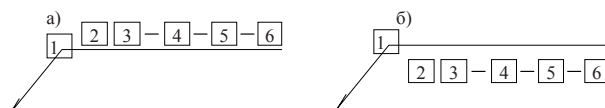


Рис. 24. Обозначение сварного шва

Условное обозначение сварных швов в общем случае должно содержать в порядке, показанном прямоугольниками 1—6 (рис. 24), следующее:

1. Вспомогательные знаки:



2. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений:

- 1) ГОСТ 5264-80 — основные типы и конструктивные элементы швов, выполненных ручной дуговой сваркой;
- 2) ГОСТ 8713-79 — то же, что и ГОСТ 5264-80, но швы выполнены автоматической или полуавтоматической сваркой под флюсом;

3) ГОСТ 11533-75 – основные типы, конструктивные элементы и размеры швов при расположении сварных элементов под острым и тупым углами; швы выполнены автоматической и полуавтоматической дуговой сваркой под флюсом;

4) ГОСТ 11534-75 – то же, что и ГОСТ 11533-75, но швы выполнены ручной дуговой сваркой;

5) ГОСТ 15878-79 – соединения сварные, выполненные контактной сваркой.

3. Обозначение по стандартам п. 2 состоит из буквы, обозначающей вид соединения, и цифры, обозначающей форму подготовки кромок (с одбортовкой, без одбортовки, со скосом кромок разной формы), например, С8 – шов стыкового, У4 – углового, Т3 – таврового, Н2 – нахлесточного соединений.

В табл. 23 приведена выборка буквенно-цифровых обозначений типов швов по ГОСТ 5264-80 для чертежей учебных проектов.

4. Знак  и размер катета шва (только для угловых швов).

5. Вспомогательные знаки:

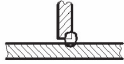
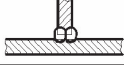
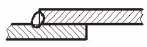
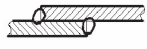
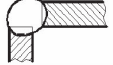
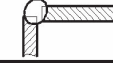
／ – шов прерывистый или точечный с цепным расположением;

∟ – шов прерывистый или точечный с шахматным расположением;

□ – шов по незамкнутой линии.

Таблица 23

*Примеры обозначения типов швов*

| Форма поперечного сечения сварного шва                                              | Толщина листов, мм | Обозначение | Форма поперечного сечения сварного шва                                              | Толщина листов, мм | Обозначение |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|
|  | 1..4               | С2          |   | 2..40              | Т1          |
|  | 2..5               | С7          |  | 2..40              | Т3          |
|  | 3..60              | С8          |  | 2..60              | Н1          |
|  | 3..60              | С12         |  | 2..60              | Н2          |
|  | 1..30              | У4          |                                                                                     |                    |             |
|  | 1..6               | У4          |                                                                                     |                    |             |

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 (рис. 25), который наносят:

- на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва;
- 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, 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 8 мм, длина провариваемого участка 50 мм, шаг 100 мм. Обозначение: «ГОСТ 5264–80–Т4-△8-50≥100».

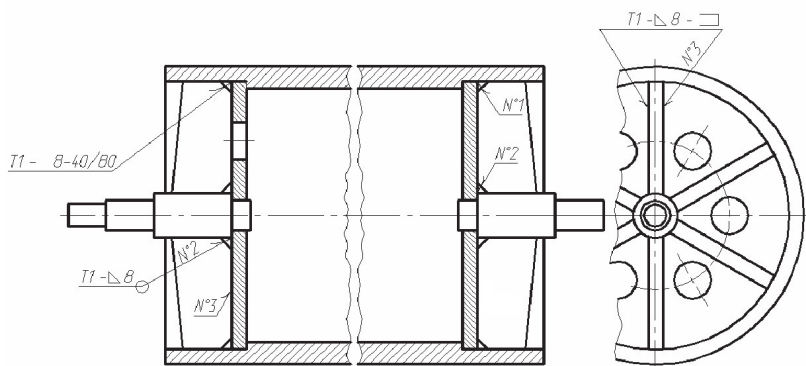


Рис. 25. Обозначение сварных швов

### 3.8. Оформление расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительную записку окончательно оформляют на основе черновых записей, сделанных в процессе работы над проектом в соответствии с требованиями п. 3.1 настоящего пособия.

Текст должен быть изложен от первого лица множественного числа, четко, сжато, технически грамотно. Сокращение слов, за исключением общепринятых, не допускается.

Все расчеты выполняются с использованием Международной системы единиц физических величин СИ.

При выполнении расчетов на ЭВМ в записку следует подшивать заполненный бланк начальных данных, блок-схему алгоритма, бланк конечных данных.

Рисунки выполняются на отдельных страницах. Под ними помещается подрисуночная подпись. При этом сохраняется сквозная нумерация со всеми страницами текста.

Надписи на титульном листе выполняются чертежным шрифтом карандашом или черной тушью. Все надписи, за исключением наименования спроектированного объекта, выполняются шрифтом № 5. Наименование спроектированного объекта пишется заглавными буквами шрифта № 7.

Все документы по проекту должны быть подписаны студентом и руководителем. Это дает право на допуск проекта к защите.

### **3.9. Обозначение документов**

В основную надпись чертежа, дополнительную графу к ней и спецификацию к чертежу записывают обозначение изделия, изображенного на нем.

Для учебных курсовых проектов принимается буквенно-цифровая система обозначений, учитывающая год разработки, название предмета, номер и вариант задания, разбивку изделия на сборочные единицы, а сборочных единиц — на детали. За индекс изделия целесообразно принять номер и вариант задания.

Чертежу общего вида изделия (привода) может быть присвоено обозначение

**XX.ДМ.11.07.00.00.00ВО,**

где XX — год разработки; ДМ — проект по «Деталям машин»; 11 — номер задания; 07 — вариант задания; ВО — шифр чертежа общего вида (привода).

Для сборочной единицы изделия (редуктора) записывают:

**XX.ДМ.11.07.01.00.00 СБ,**

где 01 — обозначение редуктора (т. е. в спецификации и на чертеже общего вида редуктор имеет позицию 1); СБ — шифр сборочного чертежа.

Для сборочной единицы, входящей в редуктор (маслоуказатель), записывают:

**XX.ДМ 11.07.01.01 00 СБ,**

где 01 — обозначение маслоуказателя.

Для детали (крышки корпуса), входящей в редуктор, записывают:

**XX.ДМ.11.07.01.00.05,**

где 00 — группа сборочных единиц (оставляется незанятой); 05 — обозначение детали.

## **4. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИХ УПРОЧНЕНИЯ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

### **4.1. Общие сведения**

Выбор материалов для изготовления тех или иных деталей и методов их обработки зависит от условий работы деталей, вида и характера напряжений, а также конструктивных особенностей.

Первоочередное значение имеют эксплуатационные требования. Материал должен обеспечивать заданную конструкционную прочность, что определяется расчетными данными. При этом, помимо характеристики механической прочности, необходимо также учитывать и свойства надежности и долговечности, характеризующие работоспособность деталей в сложных условиях реального нагружения.

По технологическим требованиям материал должен удовлетворять минимальной трудоемкости изготовления детали.

В соответствии с экономическими требованиями материал должен быть по возможности дешевым с учетом всех затрат, включающих, помимо стоимости самого материала, также затраты на изготовление и эксплуатационную стойкость всей конструкции.

Обычно рассматривают возможность применения нескольких материалов и методов их упрочнения, что позволяет выбрать наиболее рациональный вариант.

До 40% деталей в машиностроении упрочняют закалкой с последующим отпуском.

Закалку с низким отпуском рекомендуют для деталей, требующих высокой твердости (58–62 HRC), сопротивления износу и контактному нагружению в условиях статического или циклического их действия. В этом случае применяют высокоуглеродистые стали (углеродистые или легированные). Также низкий отпуск рекомендуют для цементуемых (нитроцементуемых) сталей.

Объемную закалку с последующим средним отпуском рекомендуют для упругих элементов машин.

Подавляющее большинство деталей машин из среднеуглеродистых конструкционных сталей (0,3–0,5% С) подвергают закалке с высоким отпуском (улучшению), что обеспечивает высокую конструкционную прочность.

Поверхностную закалку при индукционном нагреве применяют для деталей машин, испытывающих при работе изгиб, кручение и контактные напряжения, т. е. в случаях, когда рабочие напряжения максимальны на поверхности (валы, коленвалы, зубчатые колеса).

Поверхностная закалка, по сравнению с химико-термической обработкой, менее трудоемка и во многих случаях по качеству деталей не уступает цементации (нитроцементации). Недостатком является трудность унификации, поэтому применение способа в единичном и мелкосерийном производстве должно быть экономически обоснованно.

Химико-термическую обработку применяют для деталей машин, которые должны сопротивляться износу, обладать высокой прочностью при изгибе, а также высокими значениями сопротивления усталости при изгибе, контактных напряжений, сопротивляться схватыванию и задирам.

Одна и та же сталь может иметь различные свойства в зависимости от режимов термообработки и размеров деталей.

## 4.2. Рекомендации по выбору материалов и упрочняющей термической обработки

Рекомендации по выбору материалов и упрочняющей термической обработки для деталей машин приводов приведены в табл. 24, а свойства сталей — в табл. 25.

Таблица 24

*Рекомендации по выбору материалов и упрочняющей термической обработки для деталей машин приводов*

| Детали                                                                     | Класс стали                                                             | Марки сталей                                                    | Метод упрочнения                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Зубчатые колеса, валы, шестерни, оси, фланцы, ступицы, полумуфты           | Улучшаемые<br>(среднеуглеродистые, низколегированные или углеродистые)  | 40, 45, 40Х, 30ХГСА, 45Х, 40ХН, 40ХФА, 40ХН2МА                  | Улучшение (закалка + высокий отпуск)                           |
| Зубчатые колеса, шестерни, валы, оси                                       | Цементуемые<br>(низкоуглеродистые и низколегированные или углеродистые) | 15, 20, 15Х, 20Х, 18ХГТ, 30ХГТ, 25ХГНМ, 25ХГНМТ, 12Х2Н4А, и др. | Цементация (или нитроцементация) + закалка + низкий отпуск     |
| Крепежные детали: болты, винты, гайки, штифты, пробки, втулки, крюки и др. | Улучшаемые<br>(среднеуглеродистые)                                      | 20, 35, 40, 45                                                  | Улучшение (закалка + высокий отпуск)                           |
| Ответственные тяжело нагруженные детали: зубчатые колеса, валы, оси и др.  | Улучшаемые<br>(среднеуглеродистые, низколегированные)                   | 38ХН3МФА, 36Х2Н2МФА, 34ХН3М                                     | Улучшение (закалка + высокий отпуск)                           |
| Шестерни, червяки, опорные шейки валов, зубчатые муфты и венцы втулки      | Улучшаемые<br>(среднеуглеродистые, низколегированные)                   | 45, 40Х, 50ХФА, 50ХМ и др.                                      | Поверхностная закалка при индукционном нагреве + низкий отпуск |

## Свойства сталей

| Марка стали           | Сечение,<br>мм | Термообработка                                                                           | $\sigma_s$<br>МПа | $\sigma_{02}$<br>МПа | $\sigma_{-1}$<br>МПа | $^{**}\sigma_{-1}$<br>МПа | $^{**}\sigma_T$<br>МПа | $\psi_\sigma$ | $\psi_\tau$ | HRC                  | HB                             |
|-----------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|------------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------------------|
| 20*<br>(ГОСТ 1050-88) | 50             | Цементация<br>920-950°C,<br>закалка 820-<br>840°C, вода,<br>отпуск 180-<br>200°C, воздух | 550               | 345                  | 223                  | 150                       | 180                    | 0,05          | 0           | Поверхности<br>55-63 | Сердцевинны<br>не менее<br>170 |
| 20X<br>(ГОСТ 4543-71) | До 250         | Закалка 865-<br>895°C, масло,<br>отпуск 150-<br>210°C, воздух                            | 780               | 635                  | 300                  | 160                       | 400                    | 0,15          | 0,1         | -                    | Не менее<br>200                |
| 20X<br>(ГОСТ 8479-70) | До 100         | Нормализация<br>870°C                                                                    | 470               | 245                  | 180                  | 130                       | 120                    | 0,15          | 0,1         | -                    | 143-179                        |
|                       | 100-300        |                                                                                          | 430               | 215                  | 170                  | 118                       | 110                    | 0,15          | 0,1         |                      | 123-167                        |
|                       | 399-500        | Закалка 865-<br>895°C, масло,<br>отпуск 150-<br>210°C, воздух                            | 390               | 195                  | 160                  | 115                       | 108                    | 0,15          | 0,1         | -                    | 111-156                        |
|                       | До 100         |                                                                                          | 590               | 345                  | 230                  | 140                       | 200                    | 0,15          | 0,1         |                      | 174-217                        |
| 20X*                  | До 60          | Цементация<br>920-950°C,<br>закалка 800°C,<br>масло, отпуск                              | 640               | 390                  | 412                  | 170                       | 240                    | 0,15          | 0,1         | Поверхности<br>55-63 | Сердцевинны<br>не менее<br>250 |
|                       | 100-300        |                                                                                          | 530               | 275                  | 210                  | 130                       | 165                    | 0,15          | 0,1         |                      |                                |





|                      |                                             |                                                   |     |     |     |     |     |      |      |                            |                 |
|----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|----------------------------|-----------------|
| 40X                  | 120                                         | 850°C, воздух,<br>отпуск 660°C,<br>воздух         | 700 | 490 | 350 | 220 | 290 | 0,15 | 0,1  |                            | 207             |
| 40X                  | Поверхностная закалка<br>ТВЧ, низкий отпуск |                                                   |     |     |     |     |     |      |      | Поверхности<br>не менее 40 |                 |
| 40<br>(ГОСТ 1050-88) | До 250                                      | Нормализация<br>870°C                             | 570 | 335 | 240 | 140 | 200 | 0,1  | 0,05 | -                          | Не менее<br>190 |
|                      | До 16                                       | Закалка 830-<br>870°C, вода,                      | 800 | 460 | 320 | 200 | 270 | 0,0  | 0,05 |                            | Не менее<br>200 |
|                      | 16-40                                       | отпуск, 550-<br>600°C, воздух                     | 780 | 400 | 312 | 195 | 240 | 0,1  | 0,05 | -                          |                 |
|                      | 40-100                                      |                                                   | 750 | 335 | 300 | 180 | 200 | 0,1  | 0,05 |                            |                 |
| 40                   | До 300                                      | Нормализация                                      | 530 | 275 | 231 | 150 | 170 | 0,1  | 0,05 | -                          | 157-197         |
| ГОСТ 8479-70)        | До 100                                      | Закалка 850°C,<br>масло, отпуск,<br>550°C, воздух | 590 | 345 | 293 | 148 | 350 | 0    | 0    | -                          | 174-217         |
|                      | 100-300                                     |                                                   | 570 | 315 | 230 | 138 | 200 | 0    | 0    |                            | 167-217         |
| 45<br>(ГОСТ 1050-88) | До 250                                      | Нормализация<br>860°C                             | 600 | 335 | 270 | 140 | 160 | 0,1  | 0,05 | -                          | Не менее<br>200 |
|                      | До 16                                       | Закалка 820-<br>860°C, вода,                      | 850 | 490 | 360 | 230 | 380 | 0,1  | 0,05 |                            | Не менее<br>240 |
|                      | 16-40                                       | отпуск, 550-<br>600°C, воздух                     | 800 | 430 | 350 | 210 | 300 | 0,1  | 0,05 | -                          |                 |
|                      | 40-100                                      |                                                   | 780 | 375 | 310 | 190 | 225 | 0,1  | 0,05 |                            |                 |
| 45                   | До 100                                      | Нормализация                                      | 620 | 395 | 265 | 220 | 190 | 0,1  | 0,05 | -                          | 189-229         |

|                        |         |                                                      |     |     |     |     |     |     |      |   |                 |
|------------------------|---------|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---|-----------------|
| 45<br>(ГОСТ 8479-70)   | 100-300 | 800°C                                                | 590 | 345 | 245 | 157 | 207 | 0,1 | 0,05 |   | 174-217         |
| 40X<br>(ГОСТ 4543-71)  | До 250  | Закалка 840°C, масло, отпуск, 520°C, воздух          | 980 | 785 | 588 | 240 | 450 | 0,1 | 0,05 |   | 248-293         |
|                        | До 100  | Нормализация                                         | 570 | 315 | 228 | 140 | 190 | 0,1 | 0,05 |   | 167-207         |
| 40X<br>(ГОСТ 8479-70)  | До 300  | Закалка 840°C, масло, отпуск, 550°C, воздух          | 655 | 490 | 380 | 200 | 280 | 0,1 | 0,05 | - | 218-248         |
|                        | 300-500 |                                                      | 615 | 395 | 246 | 153 | 240 | 0,1 | 0,05 |   | 187-229         |
|                        | 500-800 |                                                      | 570 | 315 | 230 | 140 | 190 | 0,1 | 0,05 |   | 167-206         |
| 40X<br>(ГОСТ 8479-70)  | До 100  | Нормализация<br>850-870°C, отпуск, 560-650°C, воздух | 590 | 345 | 236 | 145 | 207 | 0,1 | 0,05 |   | 174-217         |
|                        | 100-300 |                                                      | 570 | 315 | 228 | 140 | 190 | 0,1 | 0,05 |   | 167-207         |
|                        | 300-500 |                                                      | 530 | 275 | 212 | 130 | 165 | 0,1 | 0,05 |   | 156-197         |
|                        | 500-800 |                                                      | 470 | 245 | 180 | 117 | 147 | 0,1 | 0,05 |   | 143-179         |
| 40XH<br>(ГОСТ 4543-71) | До 250  | Закалка 820°C, масло, отпуск, 500°C, вода            | 980 | 785 | 490 | 294 | 450 | 0,1 | 0,05 | - | Не менее<br>270 |
| 40XH<br>(ГОСТ 8479-70) | До 100  | Закалка 840-860°C, масло, отпуск, 550-600°C, воздух  | 735 | 590 | 392 | 235 | 390 | 0,1 | 0,05 |   | 235-277         |
|                        | 101-300 |                                                      | 685 | 540 | 270 | 170 | 328 | 0,1 | 0,05 |   | 223-262         |
|                        | 301-500 |                                                      | 635 | 440 | 220 | 160 | 262 | 0,1 | 0,05 |   | 197-235         |

|                      |                                                              |                                                                              |     |     |     |     |     |      |      |       |                 |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-----------------|
| 40ХН                 | 501-800                                                      |                                                                              | 615 | 395 | 240 | 153 | 235 | 0,1  | 0,05 |       | 187-229         |
|                      | До 800                                                       | Нормализация<br>860 <sup>0</sup> С                                           | 570 | 315 | 228 | 140 | 190 | 0,1  | 0,05 |       | 167-207         |
| 40ХН                 | Поверхностная закалка<br>ТВЧ, отпуск, 180-200 <sup>0</sup> С |                                                                              |     |     |     |     |     |      |      | 52-56 |                 |
| 50<br>(ГОСТ 1050-88) | До 250                                                       | Нормализация<br>850 <sup>0</sup> С                                           | 630 | 375 | 250 | 155 | 225 | 0,1  | 0,05 | -     | Не менее<br>120 |
|                      | До 16                                                        | Закалка 810-850 <sup>0</sup> С, вода, отпуск, 550-600 <sup>0</sup> С, воздух | 520 | 360 | 225 | 312 | 0,1 | 0,05 |      |       | Не менее<br>270 |
|                      | 16-40                                                        |                                                                              | 460 | 340 | 210 | 270 | 0,1 | 0,05 |      |       |                 |
|                      | 40-100                                                       |                                                                              | 400 | 320 | 200 | 240 | 0,1 | 0,05 |      | -     |                 |
| 50<br>(ГОСТ 8479-70) | 50                                                           | Закалка 850 <sup>0</sup> С, вода, отпуск, 580-600 <sup>0</sup> С, воздух     | 760 | 530 | 438 | 190 | 320 | 0,1  | 0,05 |       | 190             |
|                      | 120                                                          |                                                                              | 740 | 470 | 370 | 185 | 286 | 0,1  | 0,05 | -     | 180             |
|                      | 300                                                          |                                                                              |     |     |     |     |     |      |      |       |                 |
| 40Л<br>(ГОСТ 977-88) | До 100                                                       | Нормализация<br>860-880 <sup>0</sup> С, отпуск, 600-630 <sup>0</sup> С       | 530 | 300 | 320 | 138 | 180 | 0,1  | 0,05 | -     | 166-183         |
|                      | До 100                                                       | Закалка 860-880 <sup>0</sup> С, вода,                                        | 550 | 350 | 225 | 140 | 210 | 0,1  | 0,05 | -     | Не менее        |

|                        |        |                                                                          |     |     |     |     |     |      |     |     |         |
|------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|---------|
| 40Л                    | До 100 | отпуск, 600-630°C                                                        |     |     |     |     |     |      |     | 200 |         |
| 40ХЛ<br>(ГОСТ 977-88)  | До 100 | Нормализация 880-890°C,<br>закалка 870-880°C, масло<br>отпуск, 570-600°C | 720 | 540 | 290 | 180 | 324 | 0,15 | 0,1 | -   | 206-229 |
| 40ХНЛ<br>(ГОСТ 977-88) | До 100 | Закалка 860-880°C, вода<br>отпуск, 580-630°C, вода                       | 686 | 490 | 328 | 170 | 290 | 0,15 | 0,1 | -   | 207-269 |

Вид поставки: сортовой прокат - ГОСТ 1050-88, 4543-71; поковки - ГОСТ 8479-70; отливки - ГОСТ 977-88.

\*Механические свойства сердцевини ориентировочные и при изготовлении деталей не определяются.

\*\*Свойства определены расчётным путем по формулам:  $\sigma_{-1} \approx (0,4...0,5)\sigma_R$ ;  $\tau_{-1} \approx (0,2...0,3)\sigma_R$ ;  $\tau_T \approx 0,6\sigma_T$

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бейзельман, Р.Д. Подшипники качения : справочник / Р.Д. Бейзельман [и др.]. — М. : Машиностроение, 1975.
2. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебник для вузов / П.Ф. Дунаев [и др.]. — М. : Высш. шк., 2000.
3. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебник для вузов / П.Ф. Дунаев [и др.]. — М. : Высш. шк., 2003.
4. Иванов, М.Н. Детали машин : учеб. пособие для вузов / М.Н. Иванов. — М. : Высш. шк., 2000.
5. Кудрявцев, В.Н. Курсовое проектирование деталей машин : учеб. пособие для вузов / В.Н. Кудрявцев [и др.]. — М. : Машиностроение; Ленингр. отд., 1984.
6. Решетов, Д.Н. Детали машин : атлас конструкций / Д.Н. Решетов. — М. : Машиностроение, 1992.
7. Решетов, Д.Н. Детали машин : учеб. пособие для вузов / Д.Н. Решетов. — М. : Машиностроение, 1989.
8. Чернавский, С.А. Проектирование механических передач : учеб. пособие для вузов / С.А. Чернавский [и др.]. — М. : Машиностроение, 1984.

## Приложение 1

*Образец титульного листа РПЗ курсового проекта*

**Тольяттинский государственный университет**  
**Кафедра «Механика и инженерная защита окружающей среды»**

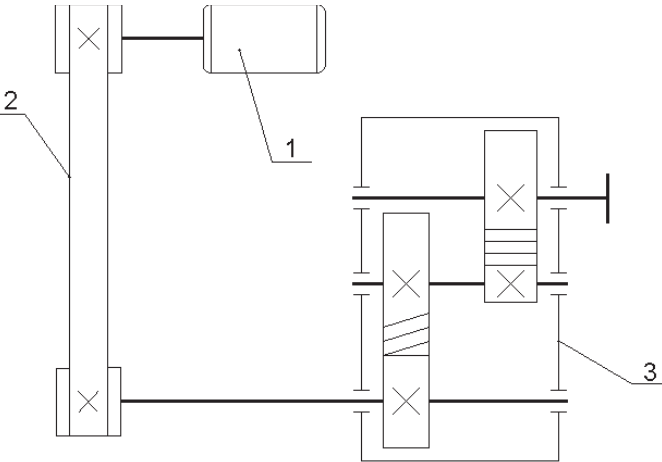
**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
**к курсовому проекту**  
**«Детали машин и основы экологического конструирования»**

Студент: \_\_\_\_\_  
Группа: \_\_\_\_\_  
Руководитель: \_\_\_\_\_

Тольятти 200\_

## Приложение 2

### Техническое задание на курсовое проектирование

|                                                                                                                                                                 |     |                 |          |       |       |       |         |       |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| <p align="center"><b>Тольяттинский государственный университет</b><br/> <b>Кафедра 'Механика и инженерная защита окружающей среды'</b></p>                      |     |                 |          |       |       |       |         |       |       |       |
| Задание на курсовой проект по деталям машин                                                                                                                     |     |                 | Задание  |       |       |       | Вариант |       |       |       |
| Студент                                                                                                                                                         | Гр. | Фак.            |          |       |       |       |         |       |       |       |
|                                                                                                                                                                 |     |                 | 2        |       |       |       |         |       |       |       |
|  <p align="center">1-электродвигатель    2-ременная передача    3-редуктор</p> |     |                 |          |       |       |       |         |       |       |       |
| Исходные данные                                                                                                                                                 |     |                 | Варианты |       |       |       |         |       |       |       |
|                                                                                                                                                                 |     |                 | 1        | 2     | 3     | 4     | 5       | 6     | 7     | 8     |
| Снимаемая мощность, $N_{кВт}$                                                                                                                                   |     |                 | 8,7      | 7,1   | 6,3   | 5,0   | 4,4     | 3,4   | 4,2   | 13,2  |
| Частота вращения, $n$ об/мин                                                                                                                                    |     |                 | 120      | 110   | 105   | 50    | 90      | 80    | 57    | 90    |
| Срок службы привода, $f$ часов                                                                                                                                  |     |                 | 20000    | 13000 | 15000 | 19000 | 12000   | 16000 | 28000 | 26000 |
| Коэффициент перегрузки, $K_n$                                                                                                                                   |     |                 | 2,0      | 1,8   | 1,7   | 1,4   | 1,3     | 1,5   | 1,8   | 1,9   |
| Дополнительные данные: Тип ременной передачи – Клиноременная                                                                                                    |     |                 |          |       |       |       |         |       |       |       |
| Постоянный режим погружения                                                                                                                                     |     |                 |          |       |       |       |         |       |       |       |
| Консультант                                                                                                                                                     |     | Срок выполнения |          |       |       |       |         |       |       |       |
|                                                                                                                                                                 |     | Дата выдачи     |          |       |       |       |         |       |       |       |

Привод

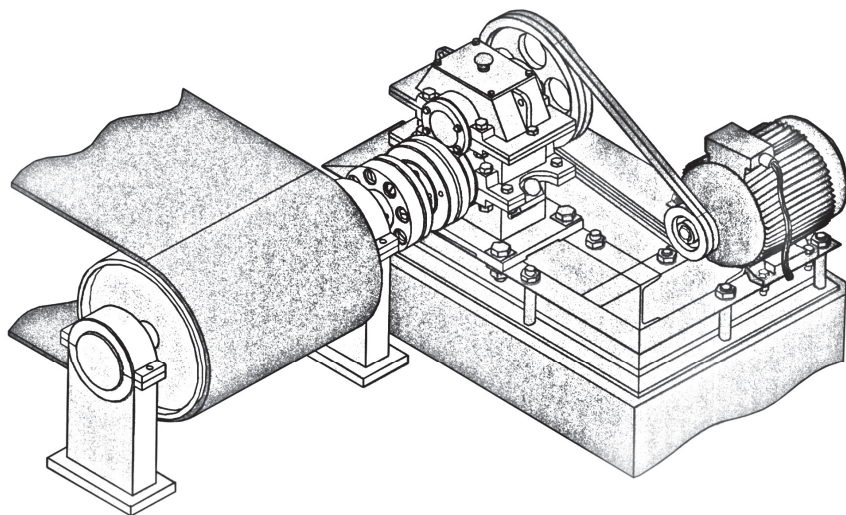


Рис. 1. Общий вид привода





| Форм.    | Этап | Поз.     | Обозначение             | Наименование                                           | Кол.                               | Примечан.<br>(Материалы)      |
|----------|------|----------|-------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|          |      |          |                         | <u>Документация</u>                                    |                                    |                               |
|          |      |          | ХХ.ДМ.02.07.00.00.00.СБ | Чертеж общего вида                                     |                                    |                               |
|          |      |          | ХХ.ДМ.02.07.00.00.00.ПЗ | Пояснительная записка                                  |                                    |                               |
|          |      |          |                         | <u>Сборочные единицы</u>                               |                                    |                               |
|          | 1    |          | ХХ.ДМ.02.07.01.0000     | Редуктор цилиндрический                                | 1                                  |                               |
|          | 2    |          |                         | Рама                                                   | 1                                  |                               |
|          | 3    |          |                         | Кожух                                                  | 1                                  | сетка 20-20-0<br>ГОСТ 5336-80 |
|          | 4    |          |                         | Кожух                                                  | 1                                  | сетка 20-20-0<br>ГОСТ 5336-80 |
|          | 5    |          |                         | Муфта                                                  | 1                                  |                               |
|          | 6    |          |                         | Барабан                                                | 1                                  |                               |
|          |      |          |                         | <u>Детали</u>                                          |                                    |                               |
|          | 7    |          | ХХ.ДМ.02.07.00.00.01    | Шкив ведущий                                           | 1                                  | сч 20<br>ГОСТ 1412-85         |
|          | 8    |          | ХХ.ДМ.02.07.00.00.02    | Шкив ведомый                                           | 1                                  | сч 20<br>ГОСТ 1412-85         |
|          |      |          |                         | <u>Стандартные изделия</u>                             |                                    |                               |
|          | 9    |          |                         | Электродвигатель ИМ 1081<br>АИР 100L4 ТУ 16-525.564-84 | 1                                  |                               |
|          | 10   |          |                         | Болт М10-6g×35.58 ГОСТ 7798-70                         | 4                                  | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88      |
|          | 11   |          |                         | Болт М12-6g×90.58 ГОСТ 7798-70                         | 2                                  | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88      |
|          | 12   |          |                         | Болт М14-6g×45.58 ГОСТ 7798-70                         | 4                                  | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88      |
|          | 13   |          |                         | Болт фундаментный<br>6.3.М16×335 ГОСТ 24379.1-80       | 10                                 | ВСтЗпс2<br>ГОСТ 380-94        |
|          | 14   |          |                         | Гайка М10-6Н.5 ГОСТ 5915-70                            | 4                                  | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88      |
|          | 15   |          |                         | Гайка М12-6Н.5 ГОСТ 5915-70                            | 2                                  | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88      |
|          | 16   |          |                         | Гайка М14-6Н.5 ГОСТ 5915-70                            | 4                                  | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88      |
|          |      |          |                         | ХХ.ДМ.02.07.00.00.00                                   |                                    |                               |
| Изм.     | Лист | № докум. | Подп.                   | Дата                                                   | Привод<br><br>ленточного конвейера |                               |
| Разраб.  |      |          |                         |                                                        |                                    |                               |
| Пров.    |      |          |                         |                                                        |                                    |                               |
| Н.контр. |      |          |                         |                                                        |                                    |                               |
| Утв.     |      |          |                         |                                                        |                                    |                               |
|          |      |          |                         |                                                        | Лит.                               | Лист                          |
|          |      |          |                         |                                                        | IV                                 | 1                             |
|          |      |          |                         |                                                        |                                    | Листов                        |
|          |      |          |                         |                                                        |                                    | 2                             |

Спецификация к рис. 2





| Форм.<br>Зона | Поз  | Обозначение             | Наименование                | Код  | Примечан.<br>(Материалы)                                            |
|---------------|------|-------------------------|-----------------------------|------|---------------------------------------------------------------------|
|               |      |                         | <u>Документация</u>         |      |                                                                     |
|               |      | XX.ДМ.02.07.01.00.00.СБ | Сборочный чертеж            |      |                                                                     |
|               |      |                         |                             |      |                                                                     |
|               |      |                         | <u>Сборочные единицы</u>    |      |                                                                     |
|               | 1    | XX.ДМ.02.07.01.01.00    | Маслоуказатель              | 1    |                                                                     |
|               |      |                         |                             |      |                                                                     |
|               |      |                         | <u>Детали</u>               |      |                                                                     |
|               | 2    | XX.ДМ.02.07.01.00.01    | Корпус редуктора            | 1    | СЧ 15<br>ГОСТ 1412-85                                               |
|               | 3    | XX.ДМ.02.07.01.00.02    | Крышка редуктора            | 1    | СЧ 15<br>ГОСТ 1412-85                                               |
|               | 4    | XX.ДМ.02.07.01.00.03    | Колесо зубчатое             | 1    | Сталь 50<br>ГОСТ 1050-88                                            |
|               | 5    | XX.ДМ.02.07.01.00.04    | Вал быстроходный            | 1    | Сталь 40Х<br>ГОСТ 4543-71                                           |
|               | 6    | XX.ДМ.02.07.01.00.05    | Вал тихоходный              | 1    | Сталь 45<br>ГОСТ 1050-88                                            |
|               | 7    | XX.ДМ.02.07.01.00.06    | Крышка сквозная             | 1    | СЧ 15<br>ГОСТ 1412-85                                               |
|               | 8    | XX.ДМ.02.07.01.00.07    | Крышка глухая               | 1    | СЧ 15<br>ГОСТ 1412-85                                               |
|               | 9    | XX.ДМ.02.07.01.00.08    | Крышка сквозная             | 1    | СЧ 15<br>ГОСТ 1412-85                                               |
|               | 10   | XX.ДМ.02.07.01.00.09    | Крышка глухая               | 1    | СЧ 15<br>ГОСТ 1412-85                                               |
|               | 11   | XX.ДМ.02.07.01.00.010   | Прокладка регулировочная    | 4    | Наибольшее<br>количество<br>СТ2<br>ГОСТ 380-94                      |
|               | 12   | XX.ДМ.02.07.01.00.011   | Прокладка регулировочная    | 4    | Наибольшее<br>количество<br>СТ2<br>ГОСТ 380-94                      |
|               | 13   | XX.ДМ.02.07.01.00.012   | Прокладка                   | 1    | Материал<br>паронит<br>ГОСТ 481-80                                  |
|               | 14   | XX.ДМ.02.07.01.00.013   | Крышка смотрового отверстия | 1    | СЧ 15<br>ГОСТ 1412-85                                               |
|               | 15   | XX.ДМ.02.07.01.00.014   | Отдушина                    | 1    | Сталь 20<br>ГОСТ 1050-88                                            |
|               | 16   | XX.ДМ.02.07.01.00.015   | Втулка                      | 1    | Сталь 20<br>ГОСТ 1050-88                                            |
|               | 17   | XX.ДМ.02.07.01.00.016   | Прокладка                   | 1    | Материал<br>Маслобензо-<br>стойкая<br>резина<br>ИКС по ГОСТ 7339-90 |
|               | 18   | XX.ДМ.02.07.01.00.017   | Прокладка                   | 1    | Материал<br>Маслобензо-<br>стойкая<br>резина<br>ИКС по ГОСТ 7339-90 |
|               |      |                         |                             |      |                                                                     |
|               |      |                         |                             |      |                                                                     |
| Изм.          | Лист | № докум.                | Подп.                       | Дата | XX.ДМ.02.07.01.00.00                                                |
| Разраб.       |      |                         |                             |      |                                                                     |
| Пров.         |      |                         |                             |      | Редуктор цилиндрический                                             |
|               |      |                         |                             |      | Лит. 1                                                              |
| Н. контр.     |      |                         |                             |      | Лист 1                                                              |
| Утв.          |      |                         |                             |      | Листов 2                                                            |

Спецификация к рис. 1

| Форм. | Зона | Лаз      | Обозначение | Наименование                                  | Код                  | Примечан.<br>(Материалы)   |
|-------|------|----------|-------------|-----------------------------------------------|----------------------|----------------------------|
|       |      |          |             | <u>Стандартные изделия</u>                    |                      |                            |
|       |      |          |             |                                               |                      |                            |
|       |      | 19       |             | Болт МВ-6d×25.58 ГОСТ 7798-70                 | 4                    | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 20       |             | Болт М10-6d×30.58 ГОСТ 7798-70                | 24                   | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 21       |             | Болт М10-6d×45.58 ГОСТ 7798-70                | 1                    | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 22       |             | Болт М12-6d×85 ГОСТ 7798-70                   | 6                    | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 23       |             | Гайка М10-6dH5 ГОСТ 5915-70                   | 1                    | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 24       |             | Гайка М12-6dH5 ГОСТ 5915-70                   | 6                    | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 25       |             | Шайба 8 65Г ГОСТ 6402-70                      | 4                    | Сталь 65Г<br>ГОСТ 14959-79 |
|       |      | 26       |             | Шайба 10 65Г ГОСТ 6402-70                     | 25                   | Сталь 65Г<br>ГОСТ 14959-79 |
|       |      | 27       |             | Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70                     | 6                    | Сталь 65Г<br>ГОСТ 14959-79 |
|       |      | 28       |             | Шпонка 8×7×28 ГОСТ 23360-78                   | 1                    | Сталь 45<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 29       |             | Шпонка 10×8×70 ГОСТ 23360-78                  | 1                    | Сталь 45<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 30       |             | Шпонка 14×9×42 ГОСТ 23360-78                  | 1                    | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      | 31       |             | Манжета 1-30×52 ГОСТ 8752-79                  | 1                    |                            |
|       |      | 32       |             | Манжета 1-45×65 ГОСТ 8752-79                  | 1                    |                            |
|       |      | 33       |             | Подшипник 306 ГОСТ 8338-75                    | 2                    |                            |
|       |      | 34       |             | Подшипник 309 ГОСТ 8338-75                    | 2                    |                            |
|       |      | 35       |             | Пробка сливная<br>M16×1,5-6d×20 ГОСТ 12202-66 | 1                    |                            |
|       |      | 36       |             | Штифт 6×30 ГОСТ 3129-70                       | 2                    | Сталь 35<br>ГОСТ 1050-88   |
|       |      |          |             | <u>Материалы</u>                              |                      |                            |
|       |      |          |             |                                               |                      |                            |
|       |      |          |             | Масло И-Г-А-32<br>ГОСТ 20799-88               | 3л                   |                            |
|       |      |          |             | Герметик УТ-31<br>ГОСТ 13489-79               | 0,3<br>кг            |                            |
|       |      |          |             | Эмаль серая ПФ-115<br>ГОСТ 6465-76            | 0,3<br>кг            |                            |
|       |      |          |             | Эмаль маслястойкая ПФ-223<br>ГОСТ 14923-78    | 0,3<br>кг            |                            |
|       |      |          |             |                                               |                      |                            |
|       |      |          |             |                                               |                      |                            |
| Изм.  | Лист | № докум. | Подп.       | Дата                                          | XX.DM.02.07.01.00.00 |                            |
|       |      |          |             |                                               |                      | Лист<br>2                  |

## Приложение 5

### Муфты

Таблица 1

*Муфты упругие втулочно-пальцевые (по ГОСТ 21424–75)*

| d или d <sub>1</sub> , мм |                     | T <sub>p</sub> , Нм | D, мм, не более | L, мм             |                   |                   |                   | L, мм, не более   |                   |                   |                   |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1-й ряд                   | 2-е ряд             |                     |                 | Тип               |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                           |                     |                     |                 | 1-й               |                   | 2-й               |                   | 1-й               |                   | 2-й               |                   |
|                           |                     |                     |                 | Исполнение        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|                           |                     |                     |                 | 1                 | 2                 | 1                 | 2                 | 1                 | 2                 | 1                 | 2                 |
| 9<br>10; 11               | —<br>—              | 6,3                 | 71              | 20<br>23          | —<br>20           | 13<br>16          | —<br>—            | 43<br>49          | —<br>43           | 43<br>49          | —<br>—            |
| 12; 14<br>16              | —                   | 16                  | 75              | 30<br>40          | 25<br>28          | 20<br>30          | —<br>18           | 63<br>83          | 53<br>59          | 63<br>83          | —<br>59           |
| 16; 18                    | 19                  | 31,5                | 90              | 40                | 28                | 30                | 18                | 84                | 60                | 84                | 60                |
| 20; 22                    | 24                  | 63                  | 100             | 50                | 36                | 38                | 24                | 104               | 76                | 104               | 76                |
| 25; 28<br>—               | 30                  | 125                 | 120             | 60<br>80          | 42<br>58          | 44<br>60          | 26<br>38          | 125<br>165        | 89<br>121         | 125<br>165        | 89<br>121         |
| 32; 36<br>40; 45          | 35; 38<br>42        | 250                 | 140             | 80<br>110         | 58<br>82          | 60<br>85          | 38<br>56          | 165<br>225        | 121<br>169        | 165<br>225        | 121<br>169        |
| 40; 45                    | 42                  | 500                 | 170             | 110               | 82                | 85                | 56                | 225               | 169               | 225               | 169               |
| 45; 50;<br>56             | 48; 55              | 710                 | 190             | 1.10              | 82                | 85                | 56                | 226               | 170               | 226               | 170               |
| 50; 56<br>63              | 55<br>60;65;70      | 1000                | 220             | 110<br>140        | 82<br>105         | 85<br>107         | 56<br>72          | 226<br>286        | 170<br>216        | 226<br>286        | 170<br>216        |
| 63; 71<br>80; 90          | 65;70;75<br>85      | 2000                | 250             | 140<br>170        | 105<br>130        | 107<br>135        | 72<br>95          | 288<br>348        | 218<br>268        | 288<br>348        | 218<br>268        |
| 80; 90                    | 85; 95              | 4000                | 320             | 170               | 130               | 135               | 95                | 350               | 270               | 350               | 270               |
| 100;<br>110; 125          | 120                 | 8000                | 400             | 210               | 165               | 170               | 125               | 432               | 342               | 432               | 342               |
| 125<br>140<br>160         | 120<br>130;150<br>— | 16000               | 500             | 210<br>250<br>300 | 165<br>200<br>240 | 170<br>205<br>245 | 125<br>155<br>185 | 435<br>515<br>615 | 345<br>415<br>495 | 435<br>515<br>615 | 345<br>415<br>495 |



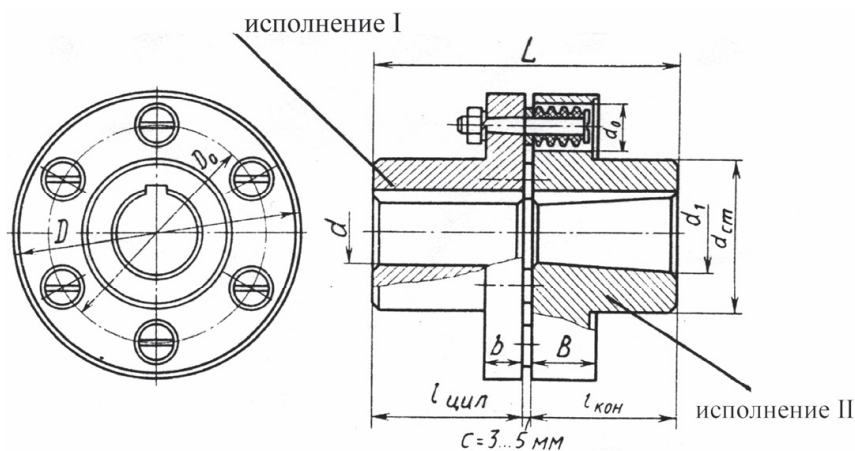


Рис. 1. Муфта упругая втулочно-пальцевая

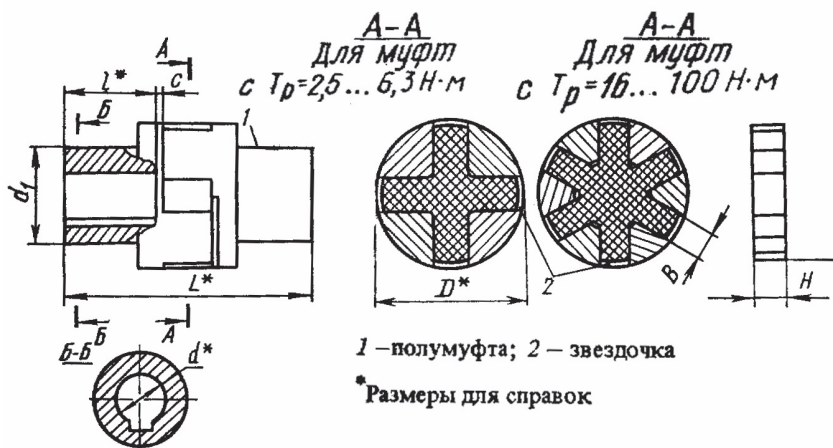


Рис. 2. Муфта упругая со звездочкой



Таблица 2

Муфты упругие со звездочкой. Размеры в мм. ГОСТ 14084-76

| D                  |              | T <sub>p</sub> ,<br>Н.м | D   | I для испол-<br>нения |                | L для испол-<br>нения |                | с        | d <sub>1</sub> | B    | H    |
|--------------------|--------------|-------------------------|-----|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------|----------------|------|------|
| 1-й ряд            | 2-й ряд      |                         |     | 1                     | 2              | 1                     | 2              |          |                |      |      |
| 1                  | 2            | 3                       | 4   | 5                     | 6              | 7                     | 8              | 9        | 10             | 11   | 12   |
| 6; 7               | —            | 2,5                     | 32  | 16                    | —              | 45,5                  | —              | 1,5<br>3 | 20             | 8,5  | 10,5 |
| 10; 11<br>12; 14   | —<br>—       | 6,3                     | 45  | 23<br>30              | 20<br>25       | 59,5<br>73,5          | 53,5<br>63,5   |          | 22<br>26       | 10,5 | 10,5 |
| 12; 14<br>16; 18   | —<br>—       | 16                      | 53  | 30<br>40              | 25<br>28       | 81<br>101             | 71<br>77       |          | 26<br>28       | 10,5 | 10,5 |
| 14<br>16; 18<br>20 | —<br>19<br>— | 25                      | 63  | 30<br>40<br>50        | 25<br>28<br>36 | 81<br>101<br>121      | 71<br>77<br>93 |          | 28<br>28<br>30 | 12,5 | 15   |
| 16; 18<br>20; 22   | 19<br>—      | 31,5                    | 71  | 40<br>50              | 28<br>36       | 101<br>121            | 77<br>93       |          | 30<br>34       | 12,5 | 15   |
| 20; 22<br>25; 28   | 24           | 63                      | 85  | 50<br>60              | 36<br>42       | 128<br>148            | 100<br>112     |          | 36<br>42       | 14,5 | 22   |
| 25; 28<br>32; 36   | —<br>30; 35  | 125                     | 105 | 80                    | 58             | 148<br>188            | 112<br>144     |          | 45<br>85       | 16,5 | 25   |
| 32; 36<br>40; 45   | 35; 38<br>42 | 250                     | 135 | 80<br>110             | 58<br>82       | 191<br>251            | 147<br>195     |          | 60<br>70       | 18,5 | 25   |
| 38<br>40; 45       | —<br>42; 48  | 400                     | 166 | 80<br>110             | 58<br>82       | 196<br>256            | 152<br>200     |          | 70<br>75       | 20,5 | 30   |

Таблица 3

Муфты упругие с торообразной оболочкой. Размеры, мм. ГОСТ 20884-82

| D                           |                    | T <sub>p</sub> ,<br>H.м | D   | l для<br>исполнения |                   | L для<br>исполнения |                   | c   | d <sub>1</sub> | B   | H  |
|-----------------------------|--------------------|-------------------------|-----|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----|----------------|-----|----|
| 1-й ряд                     | 2-й ряд            |                         |     | 1                   | 2                 | 1                   | 2                 |     |                |     |    |
| 1                           | 2                  | 3                       | 4   | 5                   | 6                 | 7                   | 8                 | 9   | 10             | 11  | 12 |
| 14<br>16; 18                | 19                 | 20                      | 100 | 32<br>42            | 28<br>30          | 110<br>130          | 105<br>110        | 40  | 34             | 23  | 5  |
| 18<br>20; 22<br>25          | 19<br>24<br>—      | 40                      | 125 | 42<br>52<br>63      | 30<br>38<br>44    | 140<br>160<br>180   | 115<br>130<br>140 | 50  | 36             | 28  | 6  |
| 22<br>25; 28<br>30          | 24<br>—<br>—       | 80                      | 160 | 82<br>63<br>82      | 38<br>44<br>60    | 170<br>190<br>230   | 140<br>150<br>185 | 70  | 48             | 38  | 6  |
| 25; 28<br>30; 32; 35;<br>36 | —<br>—             | 125                     | 180 | 63<br>82            | 44<br>60          | 195<br>230          | 155<br>190        | 85  | 60             | 50  | 8  |
| 30; 32; 35;<br>36<br>40     | 38<br>—            | 200                     | 200 | 82                  | 60                | 245<br>305          | 200<br>250        | 105 | 75             | 55  | 10 |
| 32; 35; 36<br>40; 45        | 38<br>42           | 250                     | 220 | 82<br>112           | 60<br>84          | 250<br>310          | 205<br>255        | 110 | 80             | 60  | 12 |
| 35; 36<br>40; 45            | 38<br>42; 48       | 315                     | 250 | 82<br>112           | 60<br>84          | 260<br>325          | 215<br>270        | 140 | 90             | 75  | 14 |
| 40; 45<br>50; 55            | 42; 48<br>53; 56   | 500                     | 280 | 112                 | 84                | 325                 | 270               | 180 | 100            | 80  | 16 |
| 50; 55<br>60; 63            | 48; 53;<br>56<br>— | 800                     | 320 | 112<br>143          | 84<br>108         | 340<br>400          | 280<br>330        | 200 | 110            | 85  | 18 |
| 55<br>60; 63; 70;<br>71     | 56<br>65; 75       | 1250                    | 360 | 112<br>143          | 84<br>108         | 340<br>400          | 280<br>330        | 220 | 120            | 90  | 18 |
| 63; 70; 71<br>80; 90        | 65; 75<br>85       | 2000                    | 400 | 143<br>172          | 108<br>132        | 420<br>480          | 350<br>400        | 260 | 140            | 100 | 20 |
| —<br>80; 90<br>100          | 75; 85;<br>95      | 3150                    | 450 | 143<br>172<br>214   | 108<br>132<br>168 | 425<br>485<br>565   | 355<br>405<br>475 | 270 | 165            | 115 | 22 |
| 90<br>100; 110;<br>125      | 95;<br>120         | 5000                    | 500 | 172<br>214          | 132<br>168        | 500<br>580          | 415<br>490        | 310 | 190            | 130 | 22 |

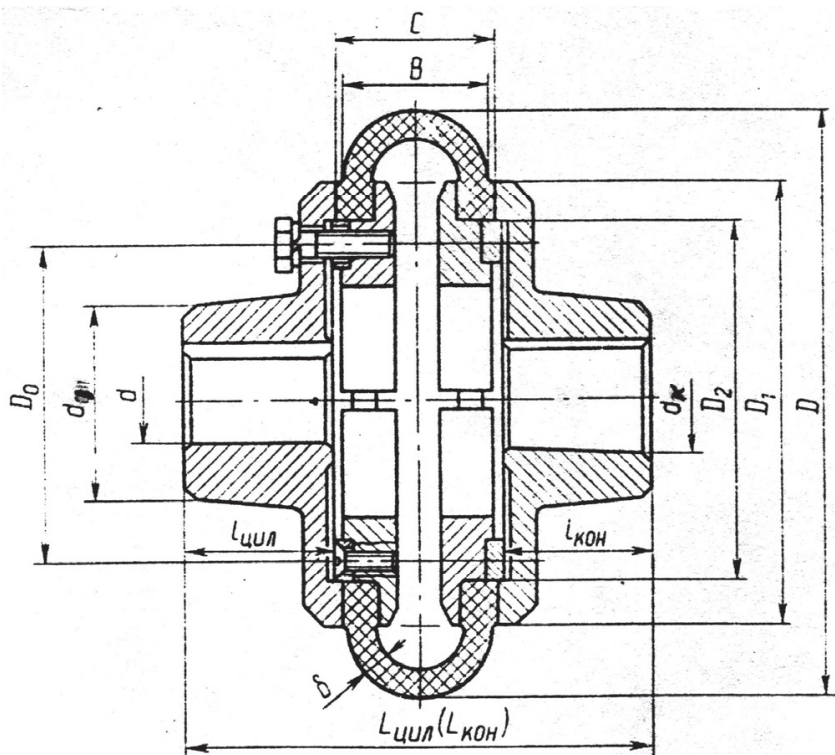


Рис. 3. Муфта упругая с торообразной оболочкой

Таблица 4

*Муфты зубчатые. Размеры, мм. ГОСТ 5006-83*

| Диаметр вала d,<br>не более | $T_p \cdot 10^{-3}$<br>Н·м | $n_{max}$ ,<br>мин-1 | A           | D        | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | L   | B   | l   | b   | Число зубьев, z |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------|----------|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|
|                             |                            |                      | не<br>менее | не более |                |                |     |     |     |     |                 |
| 40                          | 0,71                       | 6300                 | 49          | 170      | 110            | 55             | 115 | 34  | 55  | 12  | 30              |
| 50                          | 1,4                        | 5000                 | 75          | 185      | 125            | 70             | 145 | 34  | 70  | 15  | 38              |
| 60                          | 3,15                       | 4000                 | 95          | 220      | 150            | 90             | 170 | 40  | 85  | 20  | 40              |
| 75                          | 5,6                        | 3350                 | 125         | 250      | 175            | 110            | 215 | 40  | 105 | 25  | 48              |
| 90                          | 8                          | 2800                 | 145         | 290      | 200            | 130            | 235 | 50  | 115 | 25  | 56              |
| 105                         | 11,8                       | 2500                 | 160         | 320      | 230            | 140            | 255 | 50  | 125 | 30  | 48              |
| 120                         | 19                         | 2120                 | 185         | 350      | 260            | 170            | 285 | 50  | 140 | 35  | 56              |
| 140                         | 23,6                       | 1900                 | 210         | 380      | 290            | 190            | 325 | 50  | 160 | 35  | 62              |
| 160                         | 30                         | 1700                 | 220         | 430      | 330            | 210            | 335 | 50  | 165 | 35  | 46              |
| 180                         | 50                         | 1400                 | 245         | 490      | 350            | 260            | 365 | 50  | 180 | 40  | 56              |
| 220                         | 71                         | 1250                 | 280         | 545      | 445            | 300            | 405 | 60  | 200 | 45  | 48              |
| 250                         | 100                        | 1120                 | 350         | 590      | 490            | 340            | 485 | 60  | 240 | 50  | 54              |
| 280                         | 150                        | 1000                 | 375         | 680      | 555            | 380            | 555 | 70  | 260 | 60  | 48              |
| 320                         | 200                        | 900                  | 405         | 730      | 610            | 420            | 565 | 70  | 280 | 65  | 54              |
| 360                         | 250                        | 800                  | 480         | 780      | 660            | 480            | 645 | 70  | 320 | 70  | 58              |
| 400                         | 375                        | 710                  | 535         | 900      | 755            | 530            | 705 | 90  | 350 | 75  | 56              |
| 450                         | 560                        | 630                  | 625         | 1000     | 855            | 630            | 805 | 90  | 400 | 90  | 64              |
| 500                         | 750                        | 560                  | 710         | 1100     | 950            | 710            | 905 | 110 | 450 | 90  | 72              |
| 560                         | 1000                       | 500                  | 730         | 1250     | 1050           | 800            | 975 | 110 | 485 | 100 | 80              |

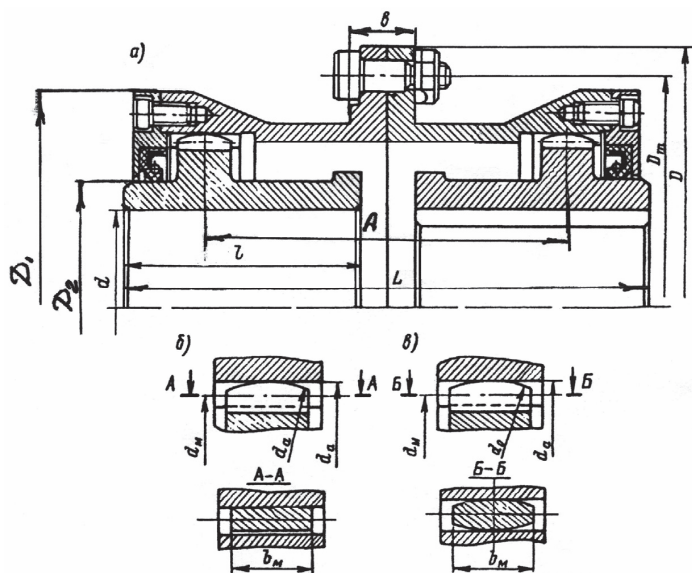


Рис. 4. Зубчатая муфта

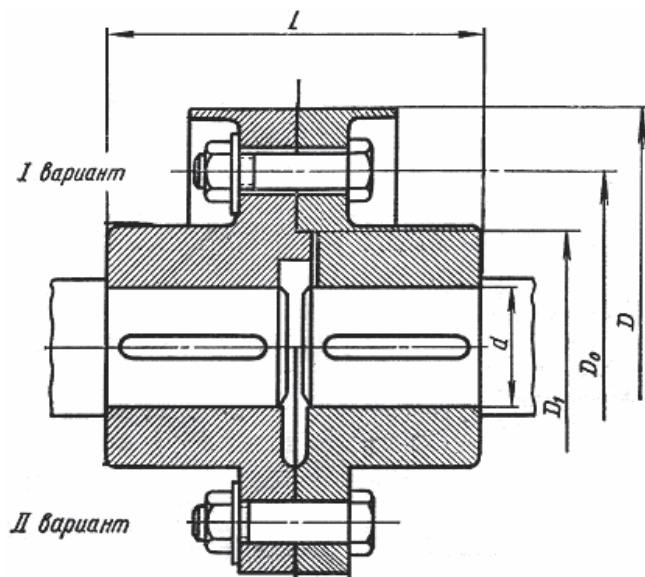


Рис. 5. Фланцевая муфта

Таблица 5

## Муфты фланцевые. Размеры, мм. ГОСТ 20761-80

| d                        |                       | T <sub>р</sub> ,<br>Н • м | D, не<br>более | l, не более,<br>для испол-<br>нения |                   | L, не более,<br>для испол-<br>нения |                   | D <sub>0</sub>    | d <sub>ст</sub>   | b              |
|--------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1-й ряд                  | 2-й ряд               |                           |                | 1                                   | 2                 | 1                                   | 2                 |                   |                   |                |
| 1                        | 2                     | 3                         | 4              | 5                                   | 6                 | 7                                   | 8                 | 9                 | 10                | 11             |
| 11; 12; 14<br>16; 18     | —                     | 16                        | 80             | 30<br>40                            | 25<br>28          | 63<br>84                            | 53<br>60          | 60<br>65          | 25<br>30          | 8<br>10        |
| 16; 18<br>20; 22         | 19<br>—               | 31,5                      | 90             | 40<br>50                            | 28<br>36          | 84<br>104                           | 60<br>76          | 75                | 38                | 12             |
| 20; 22<br>25; 28         | 24<br>—               | 63                        | 100            | 50<br>60                            | 36<br>42          | 104<br>124                          | 76<br>83          | 75<br>85          | 38<br>50          | 12<br>15       |
| 25; 28<br>30; 32; 35; 36 | —<br>—                | 125                       | 112            | 60<br>80                            | 42<br>58          | 124<br>170                          | 83<br>120         | 85                | 50                | 15             |
| 30; 32; 35; 36.<br>—     | —<br>38               | 160                       | 130            | 80                                  | 58                | 170                                 | 120               | 110               | 65                | 17             |
| 32; 35; 36<br>40; 45     | 38<br>42              | 250                       | 140            | 80<br>110                           | 58<br>82          | 170<br>230                          | 120<br>170        |                   | 65<br>80          | 17<br>20       |
| 35; 36.<br>40; 45; 50    | 38<br>42; 48          | 400                       | 150            | 80<br>110                           | 58<br>82          | 230<br>230                          | 170<br>170        | 120               | 65<br>90          | 20<br>22       |
| 45; 50; 55<br>60         | 48; 53; 56<br>—       | 630                       | 170            | 110<br>140                          | 82<br>105         | 230<br>290                          | 170<br>220        | 130               | 90                | 22             |
| 50; 55<br>60; 63; 70; 71 | 53; 56<br>—           | 1000                      | 180            | 110<br>140                          | 82<br>105         | 230<br>290                          | 170<br>220        | 140               | 90                | 22             |
| 60; 63; 70; 71.<br>80    | 65; 70<br>85          | 1600                      | 190            | 140<br>170                          | 105<br>130        | 290<br>350                          | 220<br>270        | 140<br>150        | 120               | 25             |
| 70; 71<br>80; 90<br>100  | 75<br>85; 95<br>—     | 2500                      | 224            | 140<br>170<br>210                   | 105<br>130<br>165 | 290<br>350<br>430                   | 220<br>270<br>340 | 150<br>180<br>180 | 120<br>160<br>170 | 25<br>28<br>32 |
| 80; 90<br>100; 110       | 85; 95<br>105         |                           |                | 170<br>210                          | 130<br>165        | 350<br>430                          | 270<br>340        | 200<br>325        | 160<br>190        | 30<br>36       |
| —<br>100; 110; 125<br>—  | 95<br>125; 105<br>130 | 6300                      | 280            | 170<br>210<br>250                   | 130<br>165<br>200 | 350<br>430<br>510                   | 270<br>340<br>410 | 225               | 190<br>210<br>210 | 36<br>38<br>38 |
| 110; 125<br>140<br>160   | 120<br>130; 150<br>—  |                           |                | 210<br>250<br>300                   | 165<br>200<br>240 | 430<br>510<br>610                   | 340<br>410<br>490 |                   | 210<br>220<br>220 | 38<br>40<br>40 |

## Приложение 6

### Электродвигатели серии АИР исполнения ИМ 1081

Таблица 1

Основные параметры. Размеры, мм

| Тип двигателя | Число полюсов | Основные размеры |          |             |       |       |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
|---------------|---------------|------------------|----------|-------------|-------|-------|----------|-------------|-------------|----------|----------|-----|----------|----------|--|--|--|--|--|
|               |               | $d_1$            | $\ell_1$ | $\ell_{30}$ | $b_1$ | $h_1$ | $d_{30}$ | $\ell_{10}$ | $\ell_{31}$ | $d_{10}$ | $b_{10}$ | $h$ | $h_{10}$ | $h_{31}$ |  |  |  |  |  |
| 71A,B         | 2, 4,<br>6, 8 | 19               | 40       | 273         | 6     | 6     | 170      | 90          | 45          | 7        | 112      | 71  | 9        | 188      |  |  |  |  |  |
| 80A           |               | 22               | 50       | 297         |       |       | 190      | 100         | 50          | 10       | 125      | 80  | 10       | 205      |  |  |  |  |  |
| 80B           |               |                  |          | 312         | 8     | 7     | 210      | 125         | 56          |          | 140      | 90  | 11       | 225      |  |  |  |  |  |
| 90L           |               | 24               |          | 337         |       |       | 240      | 112         | 63          |          | 160      | 100 | 12       | 247      |  |  |  |  |  |
| 100S          |               | 28               |          | 360         |       |       |          |             |             |          | 190      | 112 |          | 285      |  |  |  |  |  |
| 100L          |               |                  |          | 391         |       |       |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
| 112M          | 2,4,<br>6,8   | 32               | 80       | 435         | 10    | 8     | 246      | 140         | 70          | 12       | 190      | 112 | 13       | 325      |  |  |  |  |  |
| 132S          | 4,6,<br>8     | 38               |          | 460         |       |       | 288      |             |             |          | 216      | 132 |          |          |  |  |  |  |  |
| 132M          | 2,4,<br>6,8   |                  |          | 498         |       |       |          |             |             |          | 15       | 254 | 160      | 18       |  |  |  |  |  |
| 160S          | 2             | 42               | 110      | 630         | 12    | 9     | 334      | 178         | 108         |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
|               | 4,6,<br>8     | 48               |          |             | 14    |       |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
| 160M          | 2             | 42               |          |             | 12    |       |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
|               | 4,6,<br>8     | 48               |          |             | 14    |       |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
| 180S          | 2             | 48               |          | 630         | 14    | 9     | 375      | 203         | 121         |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
|               | 4             | 55               |          |             | 16    | 10    |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
| 180M          | 2             | 48               |          |             | 14    | 9     |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |
|               | 4,6,<br>8     | 55               |          |             | 16    | 10    |          |             |             |          |          |     |          |          |  |  |  |  |  |

Таблица 2

## Технические данные электродвигателей серии АИР

| Мощность<br>(кВт) | Синхронная частота вращения вала двигателя, мин <sup>-1</sup> |                                                  |       |             |                                                  |       |                    |                                                  |       |                    |                                                  |       |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|-------------|--------------------------------------------------|-------|--------------------|--------------------------------------------------|-------|--------------------|--------------------------------------------------|-------|
|                   | 3000                                                          |                                                  |       | 1500        |                                                  |       | 1000               |                                                  |       | 750                |                                                  |       |
|                   | Типо-размер                                                   | Асин-хронная частота вращения, мин <sup>-1</sup> | М Н·м | Типо-размер | Асин-хронная частота вращения, мин <sup>-1</sup> | М Н·м | Типо-размер        | Асин-хронная частота вращения, мин <sup>-1</sup> | М Н·м | Типо-размер        | Асин-хронная частота вращения, мин <sup>-1</sup> | М Н·м |
| 0,75              | 71A2                                                          | 2820                                             | 2,2   | 71B4        | 1350                                             | 2,2   | 80A6               | 920                                              | 2,2   | 90LS8              | 705                                              | 2,2   |
| 1,1               | 71B2                                                          | 2805                                             | 2,2   | 80A4        | 1395                                             | 2,2   | 80B6               | 920                                              | 2,2   | 90LB8              | 715                                              | 2,2   |
| 1,5               | 80A2                                                          | 2850                                             | 2,2   | 80B4        | 1395                                             | 2,2   | 90L6               | 925                                              | 2,2   | 100L8              | 702                                              | 2,2   |
| 2,2               | 80B2                                                          | 2850                                             | 2,2   | 90L4        | 1395                                             | 2,2   | 100L6              | 945                                              | 2,2   | 112MA <sub>8</sub> | 709                                              | 2,2   |
| 3                 | 90L2                                                          | 2850                                             | 2,2   | 100S4       | 1410                                             | 2,2   | 112MA <sub>6</sub> | 950                                              | 2,2   | 112MB8             | 709                                              | 2,2   |
| 4                 | 100S2                                                         | 2850                                             | 2,2   | 100L4       | 1410                                             | 2,2   | 112MB6             | 950                                              | 2,2   | 132S8              | 716                                              | 2,2   |
| 5,5               | 100L2                                                         | 2850                                             | 2,2   | 112M4       | 1432                                             | 2,2   | 132S6              | 960                                              | 2,2   | 132M8              | 712                                              | 2,2   |
| 7,5               | 112M2                                                         | 2895                                             | 2,2   | 132S4       | 1440                                             | 2,2   | 132M6              | 960                                              | 2,2   | 160S8              | 727                                              | 2,4   |
| 11                | 132M2                                                         | 2910                                             | 2,2   | 132M4       | 1447                                             | 2,2   | 160S6              | 970                                              | 2,5   | 160M8              | 727                                              | 2,4   |
| 15                | 160S2                                                         | 2910                                             | 2,7   | 160S4       | 1455                                             | 2,9   | 160M6              | 970                                              | 2,6   | 180M8              | 731                                              | 2,2   |
| 18,5              | 160M2                                                         | 2910                                             | 2,7   | 160M4       | 1455                                             | 2,9   | 180M6              | 980                                              | 2,4   | -                  | -                                                | -     |
| 22                | 180S2                                                         | 2919                                             | 2,7   | 180S4       | 1462                                             | 2,4   | -                  | -                                                | -     | -                  | -                                                | -     |
| 30                | 180M2                                                         | 2925                                             | 2,7   | 180M4       | 1470                                             | 2,7   | -                  | -                                                | -     | -                  | -                                                | -     |

Примечание. Пример условного обозначения двигателя: «Двигатель АИР 100L2 ТУ 16-525.564-84».

Примечание. Пример условного обозначения двигателя: «Двигатель АИР 100L2 ТУ 16-525.564-84».



### **Значение символов в условных обозначениях**

А — род двигателя — асинхронный;

И — двигатель выполнен новой серией;

Р — привязка мощности и установочных размеров по табл. 1, т. е. основного исполнения с одним цилиндрическим концом, шпонкой нормальной точности;

Цифра, стоящая за обозначением АИР, обозначает высоту  $h$  от основания до оси вращения;

Буквы А, В обозначают длину сердечника статора;

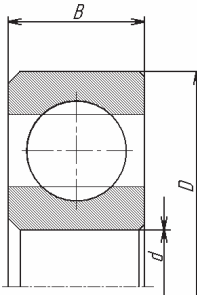
Буквы S, M или L обозначают установочные размеры на длине станины;

Цифры 2, 4, 6, 8 обозначают число полюсов.

## Приложение 7

Таблица 1

*Подшипники шариковые радиальные однорядные (ГОСТ 8338-75)*

|  |       |       |       |       |                     |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------------------------------------|
| Обозначение подшипника                                                            | d, мм | D, мм | B, мм | C, мм | C <sub>0</sub> , кН | n <sub>max</sub> , мин <sup>-1</sup> |
| Легкая серия                                                                      |       |       |       |       |                     |                                      |
| 204                                                                               | 20    | 47    | 14    | 12,7  | 6,2                 | 18000                                |
| 205                                                                               | 25    | 52    | 15    | 14,0  | 6,95                | 15000                                |
| 206                                                                               | 30    | 62    | 16    | 19,5  | 10,0                | 13000                                |
| 207                                                                               | 35    | 72    | 17    | 25,5  | 13,7                | 11000                                |
| 208                                                                               | 40    | 80    | 18    | 32,0  | 17,8                | 10000                                |
| 209                                                                               | 45    | 85    | 19    | 33,2  | 18,6                | 9000                                 |
| 210                                                                               | 50    | 90    | 20    | 35,1  | 19,8                | 8500                                 |
| 211                                                                               | 55    | 100   | 21    | 43,6  | 25,5                | 7500                                 |
| 212                                                                               | 60    | 110   | 22    | 52,0  | 31,0                | 7000                                 |
| 213                                                                               | 65    | 120   | 23    | 56,0  | 34,0                | 6300                                 |
| 214                                                                               | 70    | 125   | 24    | 61,8  | 37,5                | 6000                                 |
| 215                                                                               | 75    | 130   | 25    | 66,3  | 41,0                | 5600                                 |
| 216                                                                               | 80    | 140   | 26    | 70,2  | 45,0                | 5300                                 |
| 217                                                                               | 85    | 150   | 28    | 83,2  | 53,0                | 5000                                 |
| 218                                                                               | 90    | 160   | 30    | 95,6  | 62,0                | 4500                                 |
| Средняя серия                                                                     |       |       |       |       |                     |                                      |
| 304                                                                               | 20    | 52    | 15    | 15,9  | 7,8                 | 16000                                |
| 305                                                                               | 25    | 62    | 17    | 22,5  | 11,4                | 14000                                |
| 306                                                                               | 30    | 72    | 19    | 28,1  | 14,6                | 11000                                |
| 307                                                                               | 35    | 80    | 21    | 33,2  | 18,0                | 10000                                |
| 308                                                                               | 40    | 90    | 23    | 41,0  | 22,4                | 9000                                 |
| 309                                                                               | 45    | 100   | 25    | 52,7  | 30,0                | 8000                                 |
| 310                                                                               | 50    | 110   | 27    | 61,8  | 36,0                | 7500                                 |
| 311                                                                               | 55    | 120   | 29    | 71,6  | 41,5                | 6700                                 |
| 312                                                                               | 60    | 130   | 31    | 81,9  | 48,0                | 6000                                 |
| 313                                                                               | 65    | 140   | 33    | 92,3  | 56,0                | 5600                                 |
| 314                                                                               | 70    | 150   | 35    | 104,0 | 63,0                | 5300                                 |
| 315                                                                               | 75    | 160   | 37    | 112,0 | 72,5                | 5000                                 |

Продолжение табл. 1

|               |    |     |    |       |       |       |
|---------------|----|-----|----|-------|-------|-------|
| 316           | 80 | 170 | 39 | 124,0 | 80,0  | 4500  |
| 317           | 85 | 180 | 41 | 133,0 | 90,0  | 4000  |
| 318           | 90 | 190 | 43 | 143,0 | 99,0  | 3000  |
| Тяжелая серия |    |     |    |       |       |       |
| 405           | 25 | 80  | 21 | 36,4  | 20,4  | 11000 |
| 406           | 30 | 90  | 23 | 47,0  | 26,7  | 10000 |
| 407           | 35 | 100 | 25 | 55,3  | 31,0  | 8500  |
| 408           | 40 | 110 | 27 | 63,7  | 36,5  | 8000  |
| 409           | 45 | 120 | 29 | 76,1  | 45,5  | 7000  |
| 410           | 50 | 130 | 31 | 87,1  | 52,0  | 6300  |
| 411           | 55 | 140 | 33 | 100,0 | 63,0  | 6000  |
| 412           | 60 | 150 | 35 | 108,0 | 70,0  | 5600  |
| 413           | 65 | 160 | 37 | 119,0 | 78,1  | 5300  |
| 414           | 70 | 180 | 42 | 143,0 | 105,0 | 4500  |
| 415           | 75 | 200 | 48 | 163,0 | 125,0 | 4000  |
| 416           | 80 | 210 | 52 | 174,0 | 135,0 | 3800  |

**Примечание.** Пример обозначения подшипника 209: «Подшипник 209 ГОСТ 8338-75»

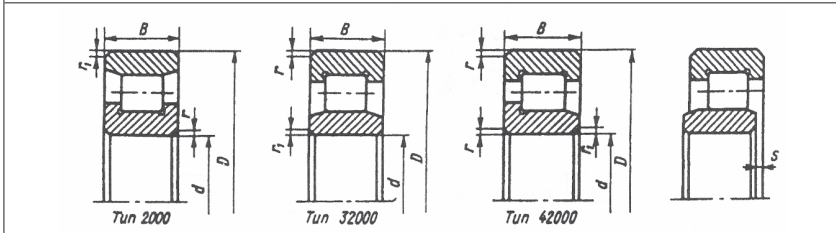


Таблица 2

*Подшипники роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами (ГОСТ 8328-75)*

| Обозначение  |       |       | Размеры, мм |     |    |     |                |     | Грузоподъемность, кН |                |
|--------------|-------|-------|-------------|-----|----|-----|----------------|-----|----------------------|----------------|
|              |       |       | d           | D   | B  | r   | r <sub>1</sub> | s*  | C <sub>1</sub>       | C <sub>0</sub> |
| Легкая серия |       |       |             |     |    |     |                |     |                      |                |
| 2204         | 32204 | 42204 | 20          | 47  | 14 | 1,5 | 1              | 1,0 | 14,7                 | 7,35           |
| 2205         | 32205 | 42205 | 25          | 52  | 15 | 1,5 | 1              | 1,1 | 16,8                 | 8,8            |
| 2206         | 32206 | 42206 | 30          | 62  | 16 | 1,5 | 1              | 1,0 | 22,4                 | 12,0           |
| 2207         | 32207 | 42207 | 35          | 72  | 17 | 2   | 1              | 1,1 | 31,9                 | 17,6           |
| 2208         | 32208 | 42208 | 40          | 80  | 18 | 2   | 2              | 1,3 | 41,8                 | 24,0           |
| 2209         | 32209 | 42209 | 45          | 85  | 19 | 2   | 2              | 1,2 | 44,0                 | 25,5           |
| 2210         | 32210 | 42210 | 50          | 90  | 20 | 2   | 2              | 1,2 | 45,7                 | 27,5           |
| 2211         | 32211 | 42211 | 55          | 100 | 21 | 2,5 | 2,5            | 1,6 | 56,1                 | 34,0           |

Продолжение табл. 2

|               |       |       |    |     |    |     |     |     |       |       |
|---------------|-------|-------|----|-----|----|-----|-----|-----|-------|-------|
| 2212          | 32212 | 42212 | 60 | 110 | 22 | 2,5 | 2,5 | 1,4 | 64,4  | 43,0  |
| 2213          | 32213 | 42213 | 65 | 120 | 23 | 2,5 | 2,5 | 1,3 | 76,5  | 51,0  |
| 2214          | 32214 | 42214 | 70 | 125 | 24 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | 79,2  | 51,0  |
| 2215          | 32215 | 42215 | 75 | 130 | 25 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | 91,3  | 63,0  |
| 2216          | 32216 | 42216 | 80 | 140 | 26 | 3,0 | 3,0 | 0,8 | 106,8 | 68,0  |
| Средняя серия |       |       |    |     |    |     |     |     |       |       |
| 2304          | 32304 | 42304 | 20 | 52  | 15 | 2   | 2   | 1,0 | 20,5  | 10,4  |
| 2305          | 32305 | 42305 | 25 | 62  | 17 | 2   | 2   | 1,3 | 28,6  | 15,0  |
| 2306          | 32306 | 42306 | 30 | 72  | 19 | 2   | 2   | 1,3 | 36,9  | 20,0  |
| 2307          | 32307 | 42307 | 35 | 80  | 21 | 2,5 | 2   | 1,3 | 44,6  | 27,0  |
| 2308          | 32308 | 42308 | 40 | 90  | 23 | 5,5 | 2,5 | 1,1 | 56,1  | 32,5  |
| 2309          | 32309 | 42309 | 45 | 100 | 25 | 2,5 | 2,5 | 1,1 | 72,1  | 41,5  |
| 2310          | 32310 | 42310 | 50 | 110 | 27 | 3   | 3   | 1,6 | 88,0  | 52,0  |
| 2311          | 32311 | 42311 | 55 | 120 | 29 | 3   | 3   | 1,7 | 102,0 | 67,0  |
| 2312          | 32312 | 42312 | 60 | 130 | 31 | 3,5 | 3,5 | 2,4 | 123,0 | 76,5  |
| 2313          | 32313 | 42313 | 65 | 140 | 33 | 3,5 | 3,5 | 2,5 | 138,0 | 85,0  |
| 2314          | 32314 | 42314 | 70 | 150 | 35 | 3,5 | 3,5 | 2,3 | 151,0 | 102,0 |
| 2315          | 32315 | 42315 | 75 | 160 | 37 | 3,5 | 3,5 | 2,4 | 183,0 | 125,0 |
| 2316          | 32316 | 42316 | 80 | 170 | 39 | 3,5 | 3,5 | 2,3 | 190,0 | 125,0 |

**Примечания.**

1.  $s^*$  – допустимое осевое смещение колец из среднего положения.
2. Пример обозначения 2207: «Подшипник 2207 ГОСТ 8328-75»

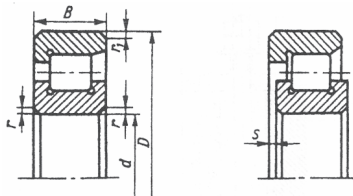


Таблица 3

*Подшипники роликовые радиальные с короткими цилиндрическими роликами с одним бортом на наружном кольце (ГОСТ 8328-75)*

| Обозначения  | Размеры, мм |    |    |     |                |                | Грузоподъемность, кН |                |
|--------------|-------------|----|----|-----|----------------|----------------|----------------------|----------------|
|              | d           | D  | B  | r   | r <sub>1</sub> | s <sup>*</sup> | C <sub>1</sub>       | C <sub>0</sub> |
| Легкая серия |             |    |    |     |                |                |                      |                |
| 12204        | 20          | 47 | 14 | 1,5 | 1              | 1              | 14,7                 | 7,35           |
| 12205        | 25          | 52 | 15 | 1,5 | 1              | 1,1            | 16,8                 | 8,8            |
| 12206        | 30          | 62 | 16 | 1,5 | 1              | 1,0            | 22,4                 | 12,0           |

Продолжение табл. 3

|                                                                      |    |     |    |     |     |     |       |       |
|----------------------------------------------------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|-------|-------|
| 12207                                                                | 35 | 72  | 17 | 2   | 1   | 1,1 | 31,9  | 17,0  |
| 12208                                                                | 40 | 80  | 18 | 2   | 2   | 1,3 | 41,8  | 24,0  |
| 12209                                                                | 45 | 85  | 19 | 2   | 2   | 1,2 | 44,0  | 25,5  |
| 12210                                                                | 50 | 90  | 20 | 2   | 2   | 1,2 | 45,7  | 27,5  |
| 12211                                                                | 55 | 100 | 21 | 2,5 | 2   | 1,6 | 56,1  | 34,0  |
| 12212                                                                | 60 | 110 | 22 | 2,5 | 2,5 | 1,4 | 64,4  | 43,0  |
| 12213                                                                | 65 | 120 | 23 | 2,5 | 2,5 | 1,3 | 76,5  | 51,0  |
| 12214                                                                | 70 | 125 | 24 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | 79,2  | 51,0  |
| 12215                                                                | 75 | 130 | 25 | 2,5 | 2,5 | 1,2 | 91,3  | 63,0  |
| 12216                                                                | 80 | 140 | 26 | 3,0 | 3,0 | 0,8 | 106,0 | 68,0  |
| Средняя серия                                                        |    |     |    |     |     |     |       |       |
| 12304                                                                | 20 | 52  | 15 | 2   | 2   | 1,0 | 20,5  | 10,4  |
| 12305                                                                | 25 | 62  | 17 | 2   | 2   | 1,3 | 28,6  | 15,0  |
| 12306                                                                | 30 | 72  | 19 | 2   | 2   | 1,3 | 36,9  | 20,0  |
| 12307                                                                | 35 | 80  | 21 | 2,5 | 2   | 1,3 | 44,6  | 27,0  |
| 12308                                                                | 40 | 90  | 23 | 2,5 | 2,5 | 1   | 56,1  | 32,5  |
| 12309                                                                | 45 | 100 | 25 | 2,5 | 2,5 | 1,1 | 72,1  | 41,5  |
| 12310                                                                | 50 | 110 | 27 | 3   | 3   | 1,6 | 88,0  | 52,0  |
| 12311                                                                | 55 | 120 | 29 | 3   | 3   | 1,7 | 102,0 | 67,0  |
| 12312                                                                | 60 | 130 | 31 | 3,5 | 3,5 | 2,4 | 123,0 | 76,5  |
| 12313                                                                | 65 | 140 | 33 | 3,5 | 3,5 | 2,5 | 138,0 | 85,0  |
| 12314                                                                | 70 | 150 | 35 | 3,5 | 3,5 | 2,3 | 151,0 | 102,0 |
| 12315                                                                | 75 | 160 | 37 | 3,5 | 3,5 | 2,4 | 183,0 | 125,0 |
| 12316                                                                | 80 | 170 | 39 | 3,5 | 3,5 | 2,3 | 190,0 | 125,0 |
| Примечания.                                                          |    |     |    |     |     |     |       |       |
| s* – допустимое осевое смещение колец из среднего положения.         |    |     |    |     |     |     |       |       |
| Пример обозначения подшипника 12207: «Подшипник 12207 ГОСТ 8328-75». |    |     |    |     |     |     |       |       |

## Шпонки призматические

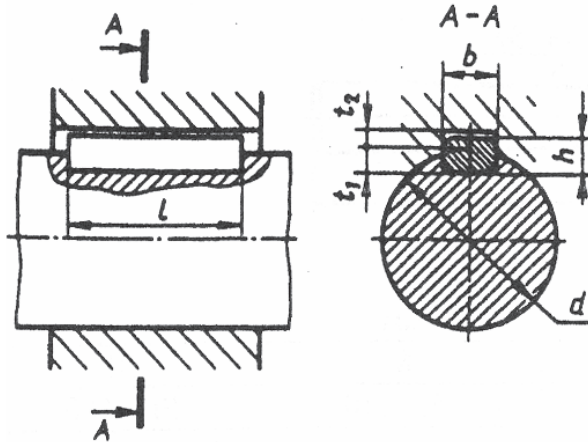


Рис. 1. Шпонки призматические ГОСТ 233360-78

Таблица 1

### Основные параметры. Размеры, мм

| Диаметр вала, d | Сечение шпонки |    | Фаска у шпонки S | Глубина паза |               | Длина, $\ell$ |
|-----------------|----------------|----|------------------|--------------|---------------|---------------|
|                 | b              | h  |                  | Вала, t      | Ступицы $t_2$ |               |
| Св. 12 до 17    | 5              | 5  | 0,25-0,4         | 3            | 2,3           | 10–56         |
| »17»22          | 6              | 6  |                  | 3,5          | 2,8           | 14–70         |
| »22»30          | 8              | 7  |                  | 4            | 3,3           | 18–90         |
| »30»38          | 10             | 8  | 0,4-0,6          | 5            | 3,3           | 22–110        |
| »38»44          | 12             | 8  |                  | 5            | 3,3           | 28–140        |
| »44»50          | 14             | 9  |                  | 5,5          | 3,8           | 36–160        |
| »50»58          | 16             | 10 |                  | 6            | 4,3           | 45–180        |
| »58»65          | 18             | 11 |                  | 7            | 4,4           | 59–200        |
| »65»75          | 20             | 12 | 0,6-0,8          | 7,5          | 4,9           | 56–220        |
| »75»85          | 22             | 14 |                  | 9            | 5,4           | 63–220        |
| »85»95          | 25             | 14 |                  | 9            | 5,4           | 70–280        |

#### Примечания.

- Длину  $\ell$ (мм) призматической шпонки выбирают из ряда: 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200.
- Пример обозначения шпонки с размерами b = 18 мм, h = 11 мм,  $\ell$  = 80 мм:  
«Шпонка 18×11×80 ГОСТ 23360-78».

Конструкции отдушин

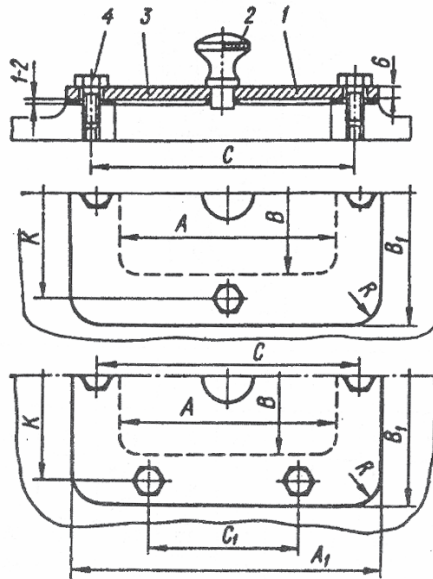


Рис. 1. Крышка смотрового отверстия редуктора:

1 – крышка, 2 – ручка-отдушина, 3 – прокладка (картон), 4 – винт

Таблица 1

Основные параметры. Размеры, мм

| A   | B   | A <sub>1</sub> | B <sub>1</sub> | C   | C <sub>1</sub> | K   | R  | Размер винта | Число винтов |
|-----|-----|----------------|----------------|-----|----------------|-----|----|--------------|--------------|
| 100 | 75  | 150            | 100            | 125 | —              | 100 | 12 | M8×22        | 4            |
| 150 | 100 | 190            | 140            | 175 | —              | 120 | 12 | M8×22        | 4            |
| 200 | 150 | 200            | 200            | 230 | 130            | 180 | 15 | M10×22       | 6            |

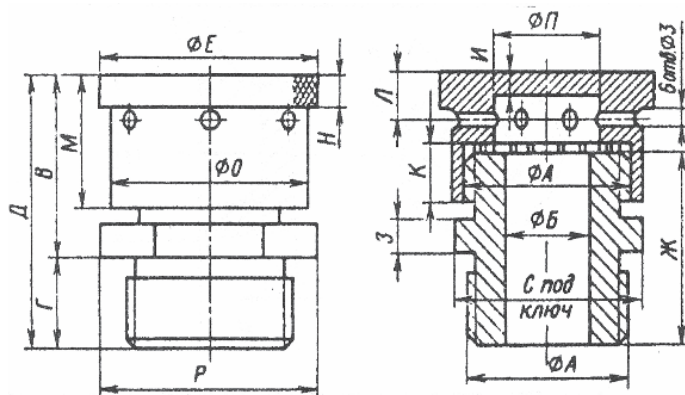


Рис. 2. Отдушина колпачковая

Таблица 2

Основные параметры. Размеры, мм

| А     | Б  | В   | Г  | Д   | Е  | Ж  | З  | И | К  | Л  | М  | Н  | О  | П  | Р  | С  |
|-------|----|-----|----|-----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| M27×2 | 15 | ~30 | 15 | ~45 | 36 | 32 | 6  | 4 | 10 | 8  | 22 | 6  | 32 | 18 | 36 | 32 |
| M48×3 | 35 | ~45 | 25 | ~70 | 62 | 52 | 10 | 5 | 15 | 13 | 52 | 10 | 56 | 36 | 62 | 55 |

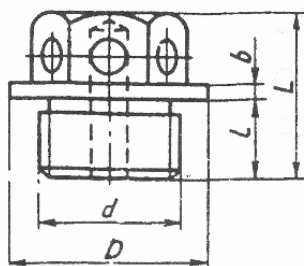


Рис. 3.  
Пробка-отдушина

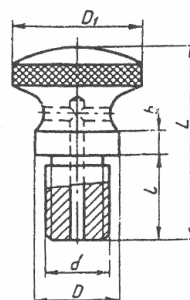


Рис. 4.  
Ручка-отдушина

Таблица 3

Основные параметры, мм

| d       | D  | l  | b | L  |
|---------|----|----|---|----|
| M16×1,5 | 25 | 10 | 3 | 35 |
| M27×1,5 | 40 | 18 | 5 | 40 |

Таблица 4

Основные параметры, мм

| d        | D <sub>1</sub> | l  | b  | L  | В   |
|----------|----------------|----|----|----|-----|
| M12×1,75 | 20             | 32 | 40 | 12 | 5,5 |
| M16×2    | 25             | 40 | 50 | 16 | 7   |



## Конструкции маслоуказателей

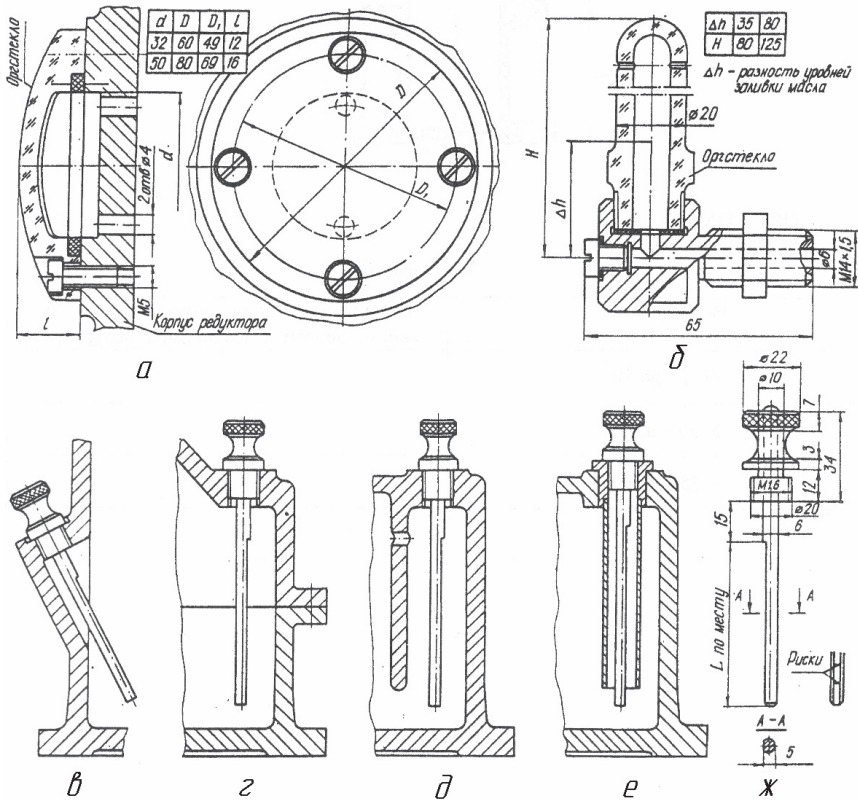


Рис. 1. Маслоуказатели:

а - фонарный; б - трубчатый; в, г, д, е - жезловый (в, г - без чехла, д - в камере корпуса, е - в чехле); ж - ориентировочные размеры маслоуказателя.

Конструкции д, е позволяют контролировать уровень масла во время работы.

# Приложение 11

## Стандартные изделия

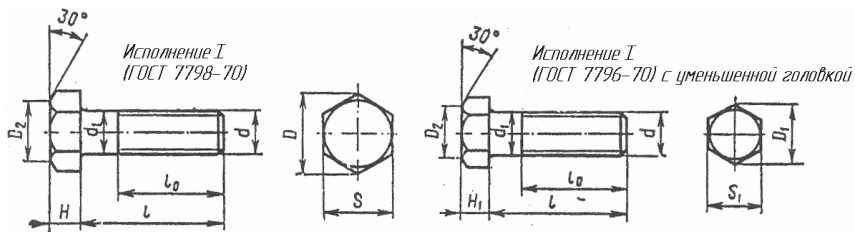


Рис. 1. Болты с шестигранной головкой (класс точности В)

### Основные размеры, мм

Таблица 1

| d  | Шаг резьбы |        | S  | S <sub>1</sub> | H   | H <sub>1</sub> | D        | D <sub>1</sub> | Длина резьбы $\ell_0$                                                     |
|----|------------|--------|----|----------------|-----|----------------|----------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|
|    | крупный    | мелкий |    |                |     |                | Не менее |                |                                                                           |
| 6  | 1,0        | —      | 10 | —              | 4,0 | —              | 10,9     | —              | $\ell_0 = \ell$ при $\ell \leq 25$<br>$\ell_0 = 22$<br>при $\ell \geq 30$ |
| 8  | 1,25       | 1,0    | 13 | 12             | 5,5 | 5              | 14,2     | 13,1           | $\ell_0 = \ell$ при $\ell \leq 25$<br>$\ell_0 = 22$<br>при $\ell \geq 30$ |
| 10 | 1,5        | 1,25   | 17 | 14             | 7,0 | 6              | 18,7     | 15,3           | $\ell_0 = \ell$ при $\ell \leq 30$<br>$\ell_0 = 26$<br>при $\ell \geq 35$ |
| 12 | 1,75       | 1,25   | 19 | 17             | 8,0 | 7              | 20,9     | 18,7           | $\ell_0 = \ell$ при $\ell \leq 30$<br>$\ell_0 = 30$<br>при $\ell \geq 35$ |
| 16 | 2,0        | 1,5    | 24 | 22             | 10  | 9              | 26,2     | 23,9           | $\ell_0 = \ell$ при $\ell \leq 30$<br>$\ell_0 = 30$<br>при $\ell \geq 35$ |
| 20 | 2,5        | 1,5    | 30 | 27             | 13  | 11             | 33,0     | 29,6           | $\ell_0 = \ell$ при $\ell \leq 40$<br>$\ell_0 = 38$<br>при $\ell \geq 45$ |
| 24 | 3,0        | 2,0    | 36 | 32             | 15  | 13             | 39,6     | 35,0           | $\ell_0 = \ell$ при $\ell \leq 50$<br>$\ell_0 = 46$<br>при $\ell \geq 55$ |

### Примечания.

1. В порядке понижения точности изготовления различают болты классов точности А, В, С.

2. Пример условного обозначения болта диаметром резьбы  $d = 12$  мм, длиной  $\ell = 60$  мм, класса прочности 5.8 с крупным шагом резьбы без покрытия с полем допуска 6g:

**Болт М12-6g×60.58. ГОСТ 7798-70.**

То же из легированной стали 35Х класса прочности 8.8 с мелким шагом резьбы:

**Болт М12×1,25-6g×60.88. 35Х ГОСТ 7798-70.**

3. Класс прочности болтов обозначен двумя числами. Первое число, умноженное на 100, определяет минимальное значение  $\sigma_B$  (МПа), второе число, деленное на 10, соответствует примерному значению  $\sigma_T / \sigma_B$ ; произведение чисел, умноженное на 10, дает  $\sigma_T$  (МПа).

### Исполнение 1

### Исполнение 2

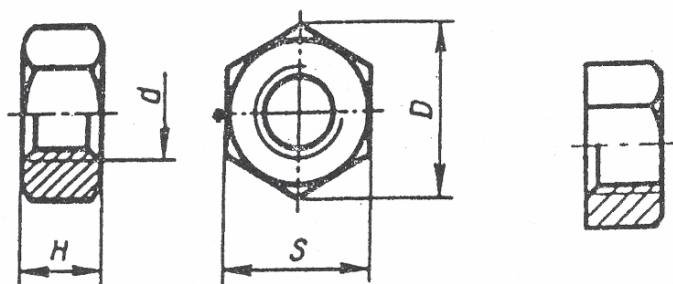


Рис. 2. Гайки шестигранные класса точности В (ГОСТ 5915-70)

Таблица 2

Основные размеры, мм

| d | M6   | M8   | M10  | M16  | M20  | M24  |
|---|------|------|------|------|------|------|
| S | 10   | 13   | 17   | 24   | 30   | 36   |
| D | 10,9 | 14,2 | 18,7 | 26,2 | 33,0 | 39,6 |
| H | 5,2  | 6,8  | 8,4  | 14,8 | 18,0 | 21,5 |

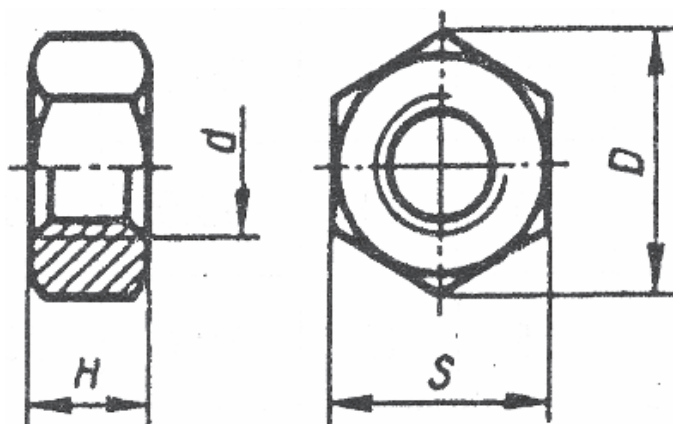


Рис. 3. Гайки шестигранные с уменьшенным размером «под ключ» класса точности В

Таблица 3

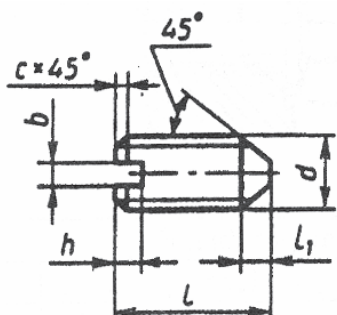
*Основные размеры, мм*

|   |      |      |      |      |      |    |
|---|------|------|------|------|------|----|
| d | 8    | 10   | 12   | 16   | 20   | 24 |
| S | 12   | 14   | 17   | 22   | 27   | 32 |
| D | 13,1 | 15,3 | 18,7 | 23,9 | 29,6 | 35 |
| H | 6,5  | 8    | 10   | 13   | 16   | 19 |

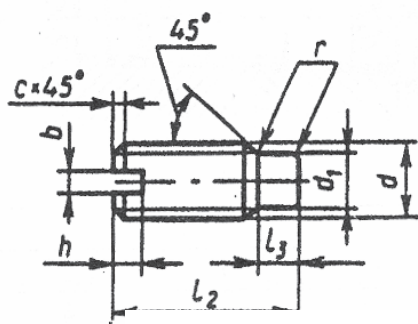
Пример Условного обозначения гайки с диаметром резьбы  $d = 12$  мм, крупным шагом и полем допуска резьбы 6Н, класса прочности 5:

**«Гайка М12-6Н.5 ГОСТ 15521-70».**

Класс прочности гаек с номинальной высотой, равной или более  $0,8 d$ , обозначает число, которое при умножении на 100 дает величину напряжения от испытательной нагрузки в МПа и указывает наибольший класс прочности болтов, с которыми они могут сопрягаться в соединении.



ГОСТ 1476-93



ГОСТ 1478-93

Рис. 4. Винты установочные с прямым шлицем класса точности А и В:  
с коническим кольцом (ГОСТ 1476-93);  
с цилиндрическим концом (ГОСТ 1478-93)

Таблица 4

Основные размеры, мм

| Общие размеры<br>(ГОСТ 1476-93 и ГОСТ 1478-93) |     |     |     | С коническим<br>концом |         | С цилиндрическим концом |          |          |          |
|------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------|---------|-------------------------|----------|----------|----------|
| d                                              | b   | h   | c   | $\ell_1$               | $\ell$  | $d_1$                   | $r \leq$ | $\ell_3$ | $\ell_2$ |
| 5                                              | 0,8 | 1,8 | 1,0 | --                     | 8...25  | 3,5                     | 0,3      | 2,5      | 8...25   |
| 6                                              | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 2,5                    | 8...30  | 4,5                     | 0,4      | 3,0      | 10...35  |
| 8                                              | 1,2 | 2,5 | 1,6 | 3,0                    | 10...40 | 6,0                     | 0,4      | 4,0      | 12...40  |
| 10                                             | 1,6 | 3,0 | 1,6 | 4,0                    | 12...50 | 7,5                     | 0,5      | 4,5      | 12...50  |
| 12                                             | 2,0 | 3,5 | 1,6 | 5,0                    | 12...50 | 9,0                     | 0,6      | 5,0      | 16...50  |

**Примечания.**

Пример условного обозначения винта класса точности В диаметром резьбы  $d = 6$  мм, с крупным шагом резьбы, полем допуска  $6g$ , длиной  $\ell = 10$  мм, класса прочности 14Н без покрытия:

**Винт В М16-6g×10.14Н ГОСТ 1476-93.**

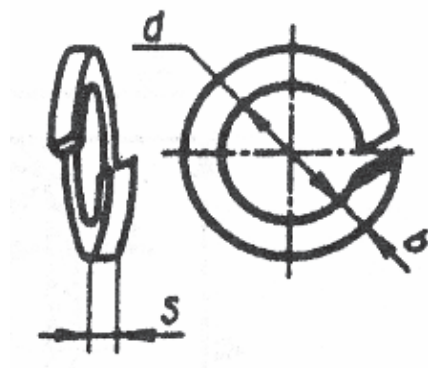


Рис. 5. Шайбы пружинные (ГОСТ 6402-70)

Таблица 5

*Основные размеры, мм*

| Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки | d    | S = b | Номинальный диаметр резьбы болта, винта, шпильки | d    | S = b |
|--------------------------------------------------|------|-------|--------------------------------------------------|------|-------|
| 6                                                | 6,1  | 1,4   | 16                                               | 16,3 | 3,5   |
| 8                                                | 8,2  | 2,0   | 20                                               | 20,5 | 4,5   |
| 10                                               | 10,2 | 2,5   | 24                                               | 14,5 | 5,5   |
| 12                                               | 12,2 | 3,0   |                                                  |      |       |

Пример условного обозначения пружинной шайбы для болта, винта, шпильки диаметром резьбы 12 мм из стали 65Г:

**«Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70».**

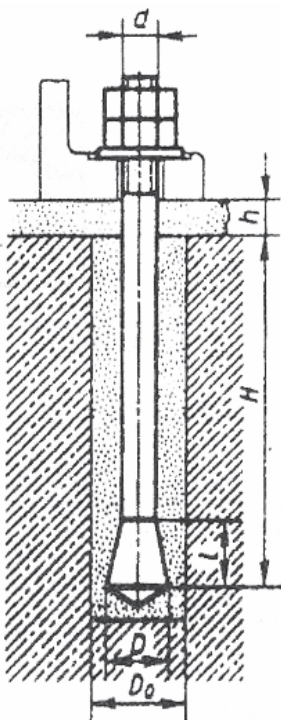


Рис. 6. Болты фундаментные с коническим концом ГОСТ 24379-80.  
Тип 6, исполнение 2

Таблица 6

*Основные размеры, мм*

| D   | D  | $\ell$ | H         | D <sub>0</sub> |
|-----|----|--------|-----------|----------------|
| M16 | 26 | 28     | 150...200 | 30...40        |
| M20 | 32 | 34     | 200...250 | 40...50        |
| M24 | 39 | 41     | 250...300 | 50...60        |

Пример условного обозначения болта типа 6, исполнение 2 с диаметром резьбы  $d = 24$ , длиной 330 мм:

**«Болт 6.2. M24×330 ГОСТ 24379».**

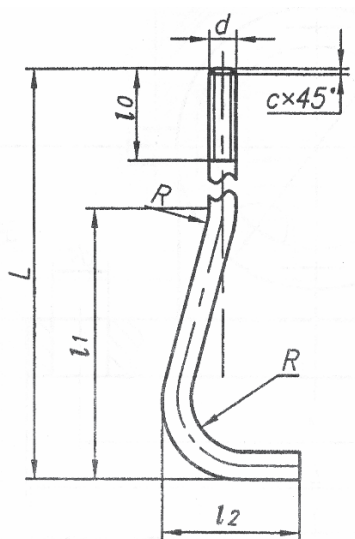


Рис. 7. Болты фундаментные изогнутые (ГОСТ 24379-80).  
Тип 1, исполнение 2

Таблица 7

*Основные размеры, мм*

| d   | L                 | $\ell_0$ | $\ell_1$ | $\ell_2$ | R  | c   |
|-----|-------------------|----------|----------|----------|----|-----|
| M16 | 300<br>400        | 90       | 130      | 60       | 16 | 2   |
| M20 | 400<br>500        | 100      | 160      | 80       | 20 | 2,5 |
| M24 | 500<br>600        | 110      | 200      | 100      | 24 |     |
| M30 | 600<br>710<br>800 | 120      | 250      | 120      | 30 |     |

Пример условного обозначения болта типа 1, исполнения 2, диаметром резьбы  $d = 20$  мм, длиной  $L = 500$  мм, из стали ВСт3пс2:

**«Болт 1.2.M20×500. ВСт3пс2 ГОСТ 24379.1-81»**



## Приложение 12

### Клиновые ремни общего назначения ГОСТ 1284.1-89

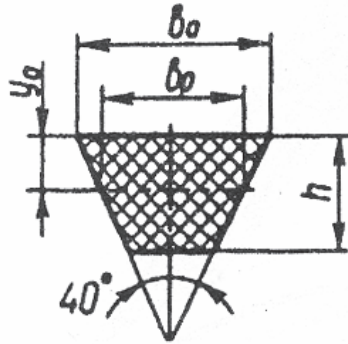


Таблица 1

Основные размеры, мм

| Основные размеры, мм                  | Нормальное сечение по ГОСТ 1284-80 |            |             |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------|-------------|
|                                       | 0                                  | A          | B           |
| $b_0$                                 | 8.5                                | 11         | 14          |
| $b_0$                                 | 10                                 | 13         | 17          |
| $y_0$                                 | 2.1                                | 2.8        | 4.0         |
| $h$                                   | 6                                  | 8          | 10.5        |
| Площадь сечения $A$ , мм <sup>2</sup> | 47                                 | 81         | 138         |
| Предельное значение $\ell$ , мм       | 400...2500                         | 560...4000 | 800...63000 |

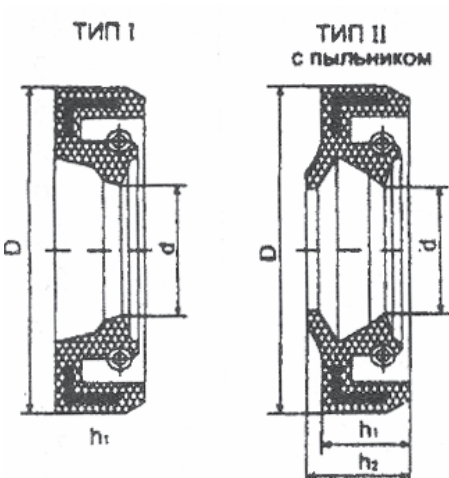
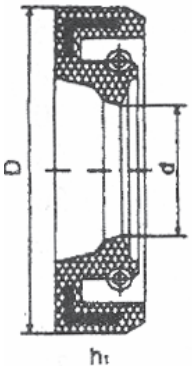
#### Примечания.

- $\ell$  — расчетная длина ремня на уровне нейтральной линии.
  - Стандартный ряд длин  $\ell$  в мм 400, 450, 500, 560, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000.
- Пример условного обозначения ремня сечения A с расчетной длиной 800 мм:

**«Ремень A-800 ГОСТ 1284.1-89»**

## Приложение 13

### Манжеты резиновые армированные (ГОСТ 8752-79)

|                      | d, мм                    | D, мм            | H <sub>1</sub> , мм | h <sub>2</sub> , мм |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                                                       | 15, 16,<br>17,<br>18, 19 | 30,<br>32,<br>35 | 7                   | -                   |
| <b>ТИП I</b><br><br> | 20, 21, 22               | 40               | 10                  | 14                  |
|                                                                                                       | 24                       | 41               |                     |                     |
|                                                                                                       | 25                       | 42               |                     |                     |
|                                                                                                       | 26                       | 45               |                     |                     |
|                                                                                                       | 28                       | 47               |                     |                     |
|                                                                                                       | 30, 32                   | 52               |                     |                     |
|                                                                                                       | 35, 36, 38               | 58               |                     |                     |
|                                                                                                       | 40                       | 60               |                     |                     |
|                                                                                                       | 42                       | 62               |                     |                     |
|                                                                                                       | 45                       | 65               |                     |                     |
|                                                                                                       | 48, 50                   | 70               |                     |                     |
|                                                                                                       | 52                       | 75               |                     |                     |
|                                                                                                       | 55, 56, 58               | 80               | 12                  | 16                  |
|                                                                                                       | 60                       | 85               |                     |                     |
|                                                                                                       | 63, 65                   | 90               |                     |                     |
|                                                                                                       | 70, 71                   | 95               |                     |                     |
|                                                                                                       | 75                       | 100              |                     |                     |
|                                                                                                       | 80                       | 105              |                     |                     |
|                                                                                                       | 85                       | 110              |                     |                     |
|                                                                                                       | 90, 95                   | 120              |                     |                     |
|                                                                                                       | 100                      | 125              |                     |                     |
|                                                                                                       | 105                      | 130              |                     |                     |

Пример условного обозначения манжеты типа I для вала диаметром d=40 мм с наружным диаметром D = 60 мм:

**«Манжета 1-40×60 ГОСТ 8752-79»**

# Приложение 14

Таблица 1

## Поля допусков отверстий и валов по ЕСДП

| Поле допуска<br>по системе ОСТ<br>НОМИНАЛЫ<br>Е РАЗМЕРЫ,<br>мм | Валы          |       |       |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |       |     |     | Отв                   |      | ВАЛЫ |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------|---------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-------|-----|-----|-----------------------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                                                | Д1            | С1=В1 | П1    | Н1  | Т1  | Г1  |     | Пр11 | Пр21 | А1  | Х1   | Д   | С=В | П     | Н   | Т   | Г                     |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | поля допусков |       |       |     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |       |     |     | предельные отклонения |      |      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | g5            | h5    | js5   | k5  | m5  | n5  | p5  | r5   | s5   | H5  | h6   | h6  | js6 | k6    | m6  | n6  | p6                    | r6   | s6   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ОТ 1 ДО 3                                                      | -2            | 0     | +2,0  | +4  | +6  | +8  | +10 | +14  | +18  | +6  | -6   | -2  | 0   | +3,0  | +6  | +8  | +10                   | +12  | +16  | +20  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 3 ДО 6                                                     | -6            | -4    | -2,0  | 0   | +2  | +4  | +6  | +10  | +14  | 0   | -12  | -8  | -6  | -3,0  | 0   | +2  | +4                    | +6   | +10  | +14  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -4            | 0     | +2,5  | +6  | +9  | +13 | +17 | +20  | +24  | +8  | -10  | -4  | 0   | +4,0  | +9  | +12 | +16                   | +20  | +23  | +27  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 36 ДО 10                                                   | -9            | -5    | -2,5  | 0   | +4  | +8  | +12 | +15  | +19  | 0   | -18  | -12 | -8  | -4,0  | +1  | +4  | +8                    | +12  | +15  | +19  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -5            | 0     | +3,0  | +7  | +12 | +16 | +21 | +25  | +29  | +9  | -13  | -5  | 0   | +4,5  | +10 | +15 | +19                   | +24  | +28  | +32  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 10 ДО 14                                                   | -11           | -6    | -3,0  | +1  | +6  | +10 | +15 | +19  | +23  | 0   | -22  | -14 | -9  | -4,5  | +1  | +6  | +10                   | +15  | +19  | +23  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -6            | 0     | +4,0  | +9  | +15 | +20 | +25 | +31  | +36  | +11 | -16  | -6  | 0   | +5,5  | +12 | +18 | +23                   | +19  | +34  | +39  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 14 ДО 18                                                   | -14           | -8    | -4,0  | +1  | +7  | +12 | +18 | +23  | +28  | 0   | -27  | -17 | -11 | -5,5  | +1  | +7  | +12                   | +18  | +23  | +28  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -7            | 0     | +4,5  | +11 | +17 | +24 | +31 | +37  | +44  | +13 | -20  | -7  | 0   | +6,5  | +15 | +21 | +28                   | +35  | +41  | +48  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 24 ДО 30                                                   | -16           | -9    | -4,5  | +2  | +8  | +15 | +22 | +28  | +35  | 0   | -33  | -20 | -13 | -6,5  | +2  | +8  | +15                   | +22  | +28  | +35  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -9            | 0     | +5,5  | +13 | +20 | +28 | +37 | +45  | +54  | +16 | -25  | -9  | 0   | +8,0  | +18 | +25 | +33                   | +42  | +50  | +59  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 30 ДО 40                                                   | -20           | -11   | -5,5  | +2  | +9  | +17 | +26 | +34  | +43  | 0   | -41  | -25 | -16 | -8,0  | +2  | +9  | +17                   | +26  | +34  | +43  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -10           | 0     | +6,5  | +15 | +24 | +33 | +45 | +54  | +66  | +19 | -30  | -10 | 0   | +9,5  | +21 | +30 | +39                   | +51  | +61  | +72  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 40 ДО 50                                                   | -23           | -13   | -6,5  | +2  | +11 | +20 | +32 | +43  | +59  | 0   | -49  | -29 | -19 | -9,5  | +2  | +11 | +20                   | +32  | +43  | +59  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -12           | 0     | +7,5  | +18 | +28 | +38 | +52 | +61  | +71  | +22 | -36  | -12 | 0   | +11,0 | +25 | +35 | +45                   | +59  | +51  | +71  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 80 ДО 100                                                  | -27           | -15   | -7,5  | +3  | +13 | +23 | +37 | +54  | +79  | 0   | -58  | -34 | -22 | -11,0 | +3  | +13 | +23                   | +37  | +54  | +79  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                |               |       |       |     |     |     |     | +81  | +110 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +88  | +117 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 100 ДО 120                                                 |               |       |       |     |     |     |     | +63  | +92  |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +93  | +133 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -14           | 0     | +9,0  | +21 | +33 | +45 | +61 | +89  | +118 | -25 | -43  | -14 | 0   | +12,5 | +28 | +40 | +52                   | +68  | +90  | +125 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 120 ДО 140                                                 | -32           | -18   | -9,0  | +3  | +15 | +27 | +43 | +65  | +100 | 0   | -68  | -39 | -25 | -12,5 | +3  | +15 | +27                   | +43  | +65  | +100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                |               |       |       |     |     |     |     | +86  | +126 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +93  | +133 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 140 ДО 180                                                 |               |       |       |     |     |     |     | +68  | +108 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +68  | +108 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                |               |       |       |     |     |     |     | +97  | +142 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +106 | +151 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 180 ДО 200                                                 |               |       |       |     |     |     |     | +77  | +122 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +77  | +122 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -15           | 0     | +10   | +24 | +37 | +51 | +70 | +100 | +150 | +29 | -50  | -15 | 0   | +14,5 | +33 | +46 | +60                   | +79  | +109 | +159 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 200 ДО 225                                                 | -35           | -20   | -10   | +4  | +17 | +31 | +50 | +80  | +130 | 0   | -79  | -44 | -29 | -14,5 | +4  | +17 | +31                   | +50  | +80  | +130 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                |               |       |       |     |     |     |     | +104 | +160 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +113 | +169 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 225 ДО 250                                                 |               |       |       |     |     |     |     | +84  | +148 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +84  | +140 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                |               |       |       |     |     |     |     | +117 | +181 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +126 | +190 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 250 ДО 280                                                 | -17           | 0     | +11,5 | +27 | +43 | +57 | +79 | +94  | +158 | +32 | -56  | -17 | 0   | +16,0 | +36 | +52 | +66                   | +88  | +94  | +158 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -40           | -23   | -11,5 | +4  | +20 | +34 | +56 | +121 | +193 | 0   | -88  | -49 | -32 | -16,0 | +4  | +20 | +34                   | +56  | +130 | +202 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 280 ДО 315                                                 |               |       |       |     |     |     |     | +98  | +170 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +98  | +170 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                |               |       |       |     |     |     |     | +133 | +215 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +144 | +226 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 315 ДО 355                                                 | -18           | 0     | +12,5 | +29 | +46 | +62 | +87 | +108 | +190 | +36 | -62  | -18 | 0   | +18,0 | +40 | +57 | +73                   | +98  | +108 | +190 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -43           | -25   | -12,5 | +4  | +21 | +37 | +62 | +139 | +233 | 0   | -98  | -54 | -36 | -18,0 | +4  | +21 | +37                   | +62  | +150 | +244 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 355 ДО 400                                                 |               |       |       |     |     |     |     | +114 | +208 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +114 | +208 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                |               |       |       |     |     |     |     | +153 | +259 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +166 | +272 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 400 ДО 450                                                 | -20           | 0     | +13,5 | +32 | +50 | +67 | +95 | +126 | +232 | +40 | -68  | -20 | 0   | +20,0 | +45 | +63 | +80                   | +108 | +126 | +232 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                | -47           | -27   | -13,5 | +5  | +23 | +40 | +68 | +159 | +279 | 0   | -108 | -60 | -40 | -20,0 | +5  | +23 | +40                   | +68  | +172 | +292 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Св. 450 ДО 500                                                 |               |       |       |     |     |     |     | +133 | +252 |     |      |     |     |       |     |     |                       |      | +132 | +252 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Продолжение табл. 1

| Поле допуска по системе ОСТ НОМИНАЛЬНЫ Е РАЗМЕРЫ, мм | ВАЛЫ     |              |                   |                 |                 |                 |                 |             |                |              | ВАЛЫ            |              |              |                 |                   |          |            |              |              |                |
|------------------------------------------------------|----------|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------|----------|------------|--------------|--------------|----------------|
|                                                      | ОТВ      |              |                   |                 |                 |                 |                 |             |                |              | ОТВ             |              |              |                 |                   |          |            |              |              |                |
|                                                      | А        |              |                   |                 |                 |                 |                 |             |                |              | А <sub>2а</sub> |              |              |                 |                   |          |            |              |              |                |
|                                                      |          | Х            | С <sub>2а-В</sub> | П <sub>2а</sub> | Н <sub>2а</sub> | Т <sub>2а</sub> | Г <sub>2а</sub> | Пр12а       | Г <sub>р</sub> |              | ТХ              | Ш            | Л            | Х <sub>2а</sub> | С <sub>3-В3</sub> | Пр22а    |            |              |              |                |
| поля допусков                                        |          |              |                   |                 |                 |                 |                 |             |                |              |                 |              |              |                 |                   |          |            |              |              |                |
| предельные отклонения                                |          |              |                   |                 |                 |                 |                 |             |                |              |                 |              |              |                 |                   |          |            |              |              |                |
| Н7                                                   | е7       | f7           | h7                | js7             | k7              | m7              | n7              | s7          | u7             | H6           | с8              | d8           | e8           | fg              | h8                | js8*     | u8         | x8           | z8           |                |
| ОТ 1 ДО 3                                            | +10<br>0 | -14<br>-24   | -6<br>-16         | 0<br>-10        | +5<br>-5        | +10<br>0        | -               | +14<br>+4   | +24<br>+14     | +28<br>+18   | -14<br>-74      | -20<br>-34   | -14<br>-28   | -6<br>-20       | 0<br>-14          | +7<br>-7 | +32<br>+18 | +34<br>+20   | +40<br>+26   |                |
| Св. 3 ДО 6                                           | +12<br>0 | -20<br>-32   | -10<br>-22        | 0<br>-12        | +6<br>-6        | +13<br>+1       | +4              | +16<br>+8   | +20<br>+19     | +35<br>+23   | -16<br>0        | -70<br>-88   | -30<br>-48   | -20<br>-38      | -10<br>-28        | 0<br>-18 | +9<br>+7   | +41<br>+23   | +46<br>+28   | +53<br>+35     |
| Св. 36 ДО 10                                         | +15<br>0 | -23<br>-40   | -13<br>-28        | 0<br>-15        | +7<br>-7        | +16<br>+1       | +21<br>6        | +25<br>+10  | +38<br>+23     | +43<br>+28   | -22<br>0        | -80<br>-102  | -40<br>-62   | -25<br>-47      | -13<br>-35        | 0<br>-22 | +11<br>-11 | +50<br>+28   | +56<br>+34   | +64<br>+42     |
| Св. 10 ДО 14                                         | +16<br>0 | -32<br>-50   | -16<br>-34        | 0<br>-18        | +9<br>-9        | +19<br>+1       | +25<br>+7       | +30<br>+12  | +46<br>+28     | +51<br>+33   | +27<br>0        | -95<br>-122  | -50<br>-77   | -32<br>-59      | -16<br>-43        | 0<br>-27 | +13<br>-13 | +60<br>+33   | +40<br>+72   | +50<br>+60     |
| Св. 14 ДО 18                                         | +18<br>0 | -32<br>-50   | -16<br>-34        | 0<br>-18        | +9<br>-9        | +19<br>+1       | +25<br>+7       | +30<br>+12  | +46<br>+28     | +51<br>+33   | +27<br>0        | -95<br>-122  | -50<br>-77   | -32<br>-59      | -16<br>-43        | 0<br>-27 | +13<br>-13 | +60<br>+33   | +40<br>+72   | +50<br>+60     |
| Св. 18 ДО 24                                         | +21<br>0 | -40<br>-61   | -20<br>-41        | 0<br>-21        | +10<br>-10      | +23<br>+2       | +29<br>+8       | +36<br>+15  | +56<br>+35     | +41<br>+69   | +33<br>0        | -110<br>-143 | -65<br>-98   | -40<br>-73      | -20<br>-53        | 0<br>-33 | +16<br>-16 | +41<br>+81   | +54<br>+97   | +73<br>+121    |
| Св. 24 ДО 30                                         | +25<br>0 | -50<br>-75   | -25<br>-50        | 0<br>-25        | +12<br>-12      | +27<br>+2       | +34<br>+9       | +42<br>+17  | +68<br>+43     | +60<br>+95   | +39<br>+17      | -150<br>-139 | -80<br>-119  | -50<br>-89      | -25<br>-64        | 0<br>-39 | +19<br>-19 | +60<br>+109  | +80<br>+136  | +112<br>+175   |
| Св. 40 ДО 50                                         | +30<br>0 | -60<br>-90   | -30<br>-60        | 0<br>-30        | +15<br>-15      | +32<br>+2       | +41<br>+11      | +50<br>+20  | +53<br>+89     | +87<br>+132  | +46<br>0        | -186<br>-180 | -100<br>-174 | -60<br>-106     | -30<br>-76        | 0<br>-46 | +23<br>-23 | +87<br>+148  | +122<br>+192 | +172<br>+256   |
| Св. 65 ДО 80                                         | +35<br>0 | -72<br>-107  | -36<br>-71        | 0<br>-35        | +17<br>-17      | +38<br>+3       | +48<br>+13      | +58<br>+23  | +71<br>+114    | +124<br>+179 | +54<br>0        | -224<br>-234 | -120<br>-174 | -72<br>-126     | -36<br>-90        | 0<br>-54 | +27<br>-27 | +124<br>+198 | +178<br>+264 | +258<br>+364   |
| Св. 100 ДО 120                                       | +40<br>0 | -85<br>-125  | -43<br>-83        | 0<br>-40        | +20<br>-20      | +43<br>+3       | +55<br>+15      | +67<br>+27  | +140<br>+100   | +230<br>+190 | +63<br>0        | -210<br>-273 | -145<br>-208 | -85<br>-148     | -43<br>-106       | 0<br>-63 | +31<br>-31 | +253<br>+190 | +343<br>+280 | +478<br>+415   |
| Св. 140 ДО 160                                       | +46<br>0 | -100<br>-146 | -50<br>-96        | 0<br>-46        | +23<br>-23      | +50<br>+4       | +63<br>+17      | +77<br>+31  | +176<br>+130   | +304<br>+258 | +72<br>0        | -260<br>-332 | -170<br>-242 | -100<br>-172    | -50<br>-122       | 0<br>-72 | +36<br>-36 | +330<br>+258 | +457<br>+385 | +647<br>+575   |
| Св. 200 ДО 225                                       | +52<br>0 | -110<br>-162 | -56<br>-108       | 0<br>-52        | +26<br>-26      | +56<br>+4       | +72<br>+20      | +86<br>+34  | +158<br>+222   | +315<br>+420 | +81<br>0        | -381<br>-411 | -190<br>-271 | -110<br>-191    | -56<br>-137       | 0<br>-81 | +40<br>-40 | +315<br>+431 | +475<br>+606 | +710<br>+871   |
| Св. 250 ДО 280                                       | +57<br>0 | -125<br>-182 | -62<br>-119       | 0<br>-57        | +28<br>-28      | +61<br>+4       | +78<br>+21      | +94<br>+37  | +190<br>+265   | +390<br>+492 | +89<br>0        | -449<br>-489 | -210<br>-299 | -125<br>-214    | -62<br>-151       | 0<br>-89 | +44<br>-44 | +390<br>+524 | +590<br>+749 | +900<br>+1089  |
| Св. 315 ДО 355                                       | +63<br>0 | -135<br>-198 | -68<br>-131       | 0<br>-63        | +31<br>-31      | +68<br>+5       | +86<br>+23      | +103<br>+40 | +232<br>+315   | +490<br>+605 | +97<br>0        | -537<br>-480 | -230<br>-327 | -135<br>-232    | -68<br>-165       | 0<br>-97 | +48<br>-48 | +587<br>+637 | +837<br>+917 | +1197<br>+1347 |
| Св. 400 ДО 450                                       | +63<br>0 | -135<br>-198 | -68<br>-131       | 0<br>-63        | +31<br>-31      | +68<br>+5       | +86<br>+23      | +103<br>+40 | +232<br>+315   | +490<br>+605 | +97<br>0        | -537<br>-480 | -230<br>-327 | -135<br>-232    | -68<br>-165       | 0<br>-97 | +48<br>-48 | +587<br>+637 | +837<br>+917 | +1197<br>+1347 |
| Св. 450 ДО 500                                       | +63<br>0 | -135<br>-198 | -68<br>-131       | 0<br>-63        | +31<br>-31      | +68<br>+5       | +86<br>+23      | +103<br>+40 | +232<br>+315   | +490<br>+605 | +97<br>0        | -537<br>-480 | -230<br>-327 | -135<br>-232    | -68<br>-165       | 0<br>-97 | +48<br>-48 | +587<br>+637 | +837<br>+917 | +1197<br>+1347 |

|    |    |                            |      |     |                              |    |     |                              |                                |
|----|----|----------------------------|------|-----|------------------------------|----|-----|------------------------------|--------------------------------|
| Пр | п6 | ОТ 1 ДО 80                 | Пр30 | п28 | Св. 18 ДО 100                | ХЗ | п9  | ОТ 1 ДО 50                   | Предпочтительные поля допусков |
|    | п6 | Св. 80 ДО 500              |      | п30 | Св. 100 ДО 500               |    | п9  | Св. 50 ДО 500                |                                |
| Пн | п6 | ОТ 3 ДО 80                 | Пр30 | п30 | Св. 6 ДО 50                  | Лн | п11 | Св. 18 ДО 120                |                                |
|    | п6 | ОТ 1 ДО 3<br>Св. 80 ДО 500 |      | п30 | Св. 50 ДО 500<br>Св. 3 ДО 65 |    | п11 | ОТ 1 ДО 18<br>Св. 120 ДО 500 |                                |

7

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                                      | 3  |
| 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ                                     | 4  |
| 1.1. Общие сведения                                                           | 4  |
| 1.2. Тематика курсового проектирования                                        | 4  |
| 2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ                                         | 7  |
| 2.1. Общие сведения                                                           | 7  |
| 2.2. Стадии разработки курсового проекта                                      | 7  |
| 3. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА                                  | 10 |
| 3.1. Объём и содержание расчетно-пояснительной записки                        | 10 |
| 3.2. Графическое оформление чертежей                                          | 12 |
| 3.3. Спецификация чертежей                                                    | 14 |
| 3.4. Чертеж общего вида привода                                               | 17 |
| 3.5. Чертеж сборочной единицы                                                 | 18 |
| 3.6. Чертежи деталей                                                          | 21 |
| 3.7. Чертежи сварных соединений                                               | 49 |
| 3.8. Оформление расчетно-пояснительной записки                                | 52 |
| 3.9. Обозначение документов                                                   | 53 |
| 4. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИХ УПРОЧНЕНИЯ<br>ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН              | 54 |
| 4.1. Общие сведения                                                           | 54 |
| 4.2. Рекомендации по выбору материалов и упрочняющей<br>термической обработки | 55 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК                                                      | 62 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ                                                                    | 63 |

Учебное издание

*Николай Степанович ЧЕРНОВ*

ДЕТАЛИ МАШИН  
И ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие  
по выполнению курсового проекта

Редактор *И.В. Шевченко*  
Технический редактор *З.М. Малявина*  
Компьютерная вёрстка *И.И. Шишкиной*  
Дизайн обложки *И.И. Шишкиной*

Подписано в печать 01.07.2008. Формат 60х84/16.  
Печать оперативная. Усл. п. л. 6,5. Уч.-изд. л. 6,04.  
Тираж 300 экз. Заказ № 1-54-08.

Тольяттинский государственный университет  
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

