



И.И. Закомолдин, М.Л. Хасанова,
Л.Н. Аксёнова, А.А. Сеницын

ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Учебно-методическое пособие

Челябинск
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Челябинский государственный педагогический университет»

**И.И. Закомолдин, М.Л. Хасанова,
Л.Н. Аксёнова, А.А. Сеницын**

ОФОРМЛЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Учебно-методическое пособие

Челябинск

2014

1

УДК 621.001.(021)

ББК 30. я 73

О 91

Закомолдин, И.И. Оформление конструкторской документации [Текст]: учебно-методическое пособие / И.И. Закомолдин, М.Л. Хасанова, Л.Н. Аксёнова, А.А. Сеницын. – Челябинск: Издательство Челябинского гос. пед. ун-та, 2014 – 112 с.

ISBN

Пособие разработано по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство и методика преподавания технических дисциплин». Направление подготовки профессионального обучения (по отраслям), бакалавра 051000. Профиль «Транспорт».

Данное пособие является основным руководством по оформлению графической и текстовой конструкторской документации при выполнении контрольной работы и курсового проекта по техническим дисциплинам. В качестве примера рассматривается контрольная работа по начертательной геометрии и инженерной графике.

Контрольную работу составляют основы проектирования резьбовых соединений зубчатых передач, выбор шпоночных и шлицевых (зубчатых) соединений. Дано изображение кинематических схем.

Пособие может быть полезно студентам при выполнении контрольных, курсовых работ и заданий по другим общеинженерным и специальным техническим дисциплинам.

Рецензенты: В.С. Кукис, доктор технических наук, профессор
В.А. Будим, кандидат технических наук, доцент

ISBN

© Закомолдин И.И., Хасанова М.Л., Аксёнова Л.Н., Сеницын А.А., 2014.

© Издательство Челябинского государственного педагогического университета, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	8
1.1. Общие указания	8
1.2. Цель и задачи курсового проекта	9
1.3. Структура задания	9
1.4. Исходные данные	10
1.5. Оформление технического задания	12
1.6. Объем курсовой работы	12
1.7. Содержание курсового проекта (КП) или курсовой работы (КР)	12
1.8. Требования к выполнению курсового проекта	13
1.9. Организация и методика выполнения курсовой работы	15
2. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	17
2.1. Проектные и рабочие конструкторские документы. Последовательность проектирования	17
2.2. Требования к оформлению текстовых документов – пояснительной записки (ПЗ)	20
2.2.1. Общие положения	20
2.2.2. Построение документа и порядок расположения страниц	21
2.2.3. Правила изложения текста документа	23
2.2.4. Оформление иллюстраций и приложений	25
2.2.5. Построение таблиц	27

2.2.6. Обозначение конструкторских документов	29
2.2.7. Техническое задание	31
2.2.8. Структура введения	31
2.2.9. Назначение, устройство и область применения ...	32
2.2.10. Принцип действия и работа зубчатой передачи	32
2.2.11. Заключение	32
2.2.12. Оформление библиографического описания	32
2.3. Требования к оформлению графических документов	33
2.3.1 Общие требования к выполнению графических работ	33
3. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ	39
3.1. Основные понятия и определения	39
3.2. Геометрические параметры зубчатых колёс, передач	48
3.2.1. Цилиндрические прямозубые и косозубые колёса	48
3.2.2. Конические прямозубые колёса	54
3.3. Алгоритм расчёта геометрических параметров зубчатых колёс	54
3.3.1. Цилиндрические прямозубые и косозубые колёса	56
3.3.2. Конические прямозубые колёса	56
3.4. Условные изображения и правила выполнения чертежей зубчатых колёс	62
4. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	68
4.1. Шпоночные соединения, выбор шпонок	68
4.2. Шлицевые (зубчатые) соединения и их выбор	72
4.3. Условные изображения и обозначения шпоночных и шлицевых соединений	76

5. ЧЕРТЕЖИ СХЕМ. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ	79
5.1. Схемы, основные понятия и определения	79
5.2. Общие требования к выполнению схем	80
5.3. Условные графические обозначения в схемах	81
5.4. Правила выполнения кинематических схем	82
ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ	87
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	90
ПРИЛОЖЕНИЕ А	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	94
ПРИЛОЖЕНИЕ В	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	102
ПРИЛОЖЕНИЕ И	103
ПРИЛОЖЕНИЕ К	104
ПРИЛОЖЕНИЕ Л	105
ПРИЛОЖЕНИЕ М	106
ПРИЛОЖЕНИЕ Н	110

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- АТ – автомобильная техника;
- ГОСТ – государственный стандарт;
- ГМ – гусеничная машина;
- ГРМ – газораспределительный механизм;
- К – коническая передача;
- КД – конструкторская документация;
- КП – курсовой проект;
- КР – контрольная работа;
- КШМ – кривошипно-шатунный механизм;
- ПЗ – пояснительная записка;
- ПК – персональный компьютер;
- РР – расчёты;
- ЦП – цилиндрическая прямозубая передача.

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика» является общеинженерная подготовка студентов. В процессе изучения данной дисциплины студенты знакомятся с *принципами, правилами, приёмами* отображения трехмерных объектов на плоскость (**прямая задача**), должны *научиться* мысленно, представлять *элементарные объекты* в пространстве по чертежу, т.е. *читать чертёж (обратная задача)*. Уметь использовать справочную литературу, государственные стандарты (ГОСТ) при решении конкретных технических задач.

Дисциплина в целом, КП и КР в частности, *формируют* также аккуратность, четкость, необходимые студентам при выполнении графических работ, *закладывают* основные правила оформления графических и текстовых документов, *формируют и прививают* культуру будущего преподавателя.

Контрольные и курсовые работы позволяют обобщить и закрепить полученные знания, познакомить с основами самостоятельного применения их при решении конкретной задачи, ознакомить с методами расчета и на их основе с правилами проектирования соединений, передачи и оформления пояснительной записки (ПЗ).

Выполнение КП позволяет обеспечить контроль степени освоения материала курса, выполнения элементарных графических работ, ознакомления со *справочной* литературой и *нормативной* документацией (стандартами).

Контрольная работа или КП разрабатывается на основании исходных данных (*технического задания*).

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1. Общие указания

В связи с тем, что темы КП или КР помещаются в учебно-методическом комплексе (УМК), утверждённым заведующим кафедрой, преподаватель выдаёт тему задания студентам на втором занятии. Между вторым и третьим занятиями студенты должны заполнить титульный лист (приложение Б) и утвердить задание у заведующего кафедрой. Сдаётся КР или КП за одну неделю до последнего занятия.

Получив задание, студент **должен** ознакомиться с введением, содержанием **первого** раздела пособия, в результате чего:

- уяснить цель и задачи, которые ставятся в КР или КП;
- разобраться с заданием КР или КП;
- на основе полученного варианта индивидуального задания выписать исходные данные и составить техническое задание.

- по чертежу зубчатой передачи разобраться с её устройством, порядком работы, принципом действия (при необходимости обратиться к подразделу 3.1);

- выявить объём и содержание КР или КП;
- перейти к разделу 3, 4, 5, т.е. к основным понятиям, определениям, алгоритму расчёта, которые помогут студентам решить поставленную задачу, т.е. рассчитать зубчатую передачу, выбрать шпонку и шлицы для соединения валов и зубчатых колёс, разобраться с чертежами, схемами;

- при решении вопросов, связанных с оформлением ПЗ и выполнением чертежей, необходимо выполнять требования, изложенные во втором разделе пособия.

1.2. Цель и задачи курсового проекта

Целью курсового проекта является *ознакомление* с методикой проектирования изделия, *формирование* начального навыка самостоятельного решения инженерной задачи – *проектирование* передачи, например, зубчатого зацепления, редуктора и т.п.

Кроме того, курсовой проект позволяет решить следующие основные **задачи**:

- познакомить студентов с зубчатыми передачами, шпоночными и шлицевыми (зубчатыми) соединениями, с правилами изображения их на чертеже, схемами и правилами выполнения кинематических схем;

- познакомить с правилами выполнения расчета, приемами проектирования передач и оформления текстовых конструкторских документов – пояснительной записки;

- расширить и закрепить знания по выполнению графических работ;

- сформировать первый самостоятельный опыт проектирования зубчатой передачи и защиты выполненной работы;

- осуществить контроль знаний правил, приёмов, умений пользоваться справочной литературой, стандартами и качеством выполнения графических работ студентами.

1.3. Структура задания

Контрольная работа или курсовой проект включают процесс проектирования передачи, редуктора и т.п., в состав которого входят:

- расчёт геометрических параметров зубчатых колёс;
- выбор вала и шпонки, шлицевого вала для зубчатых колёс на основе рассчитанных их геометрических параметров;
- разработка чертежа общего вида цилиндрической или конической зубчатой передачи, *чертежей* зубчатых колёс и валов;
- вычерчивание кинематической схемы зубчатой передачи **в исходных данных**, согласно правилам, изложенным в разделе 5.

1.4. Исходные данные

В качестве исходных данных на расчёт и проектирование зубчатой передачи заданы:

- номер варианта КР или КП;
- тип зубчатой передачи - цилиндрическая прямозубая (ЦП) или, например, коническая (К) передача;
- кинематическая схема цилиндрической (рис. 1.1) либо конической (рис. 1.2) передачи.

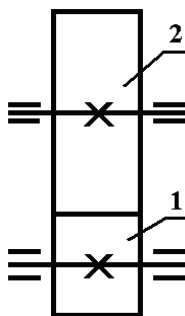


Рис. 1.1. Кинематическая схема цилиндрической передачи [3]

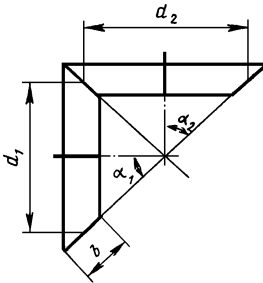


Рис. 1.2. Кинематическая схема конической передачи [3]

Таблица 1.1

Основные геометрические параметры зацепления

Вариант	Модуль m, мм	Число зубьев		Вариант	Модуль m, мм	Число зубьев	
		шестер- ни Z_1	колеса Z_2			шестер- ни Z_1	колеса Z_2
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	25	44	20	4	26	40
2	4	25	44	21	5	25	40
3	5	25	43	22	3	25	41
4	3	26	43	23	4	25	39
5	4	26	42	24	5	26	42
6	5	25	44	25	3	26	44
7	3	25	42	26	4	26	41
8	4	25	42	27	5	25	42
9	5	26	41	28	3	25	43
10	3	26	39	29	4	26	43
11	4	25	41	30	5	26	44
12	5	25	41	31	4	32	40
13	3	25	43	32	4	33	42
14	4	26	40	33	4	34	41
15	5	26	39	34	4	35	38
16	3	25	40	35	3	25	41
17	4	25	39	36	3	26	40
18	5	25	39	37	3	27	39
19	3	26	40	38	3	28	38

1.5. Оформление технического задания

Согласно типу зубчатой передачи и номеру варианта задания, которые выдаются преподавателем, студент выписывает из таблицы 1.1 значения модуля и чисел зубьев колёс зубчатой передачи.

Пример оформления технического задания дан в приложении А.

1.6. Объём курсовой работы

Курсовое проектирование «Оформление конструкторской документации» содержит:

- пояснительную записку;
- чертёж общего вида зубчатой передачи;
- чертежи зубчатых колёс и валов;
- кинематическую схему зубчатой передачи.

Пояснительная записка должна содержать 10–12 страниц расчётно-пояснительного текста с необходимым количеством схем и рисунков.

1.7. Содержание курсового проекта (КП) или курсовой работы (КР)

Согласно требованиям стандарта [ГОСТ 2.106] ПЗ должна включать следующие основные разделы:

- техническое задание (в учебных целях – просто задание);
- титульный лист (приложение Б);
- содержание;
- введение;

- основную часть, которая включает в данном случае назначение, устройство и область применения зубчатых передач, шпоночных и шлицевых соединений;
- принцип действия и работа зубчатой передачи;
- расчёт основных геометрических параметров зубчатой передачи;
- выбор шпоночных и шлицевых соединений;
- чертежи кинематических схем и правила их выполнения;
- заключение;
- библиографический список;
- приложения (при необходимости).

1.8. Требования к выполнению курсового проекта

Курсовой проект – вид учебно-проектировочной работы, результат исследования темы (проблемы), самостоятельное учебно-научное произведение студента. Курсовая работа должна показать готовность студентов квалифицированно решать поставленные в работе задачи, делать аргументированные выводы и обоснованные предложения по рассматриваемым проблемам.

В ходе осуществления курсового проектирования как определенного *вида учебно-проектировочной работы студентов* осваивается методика исследования, приобретает опыт анализа, проектирования и моделирования конкретной задачи.

Целями курсовой работы являются самостоятельное исследование комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной ситуации проектирования учебной

задачи, формирование умений самостоятельно разрабатывать тему работы, письменно излагать полученные результаты, формулировать выводы, предложения и рекомендации по решению проблемы, обозначенной в теме КР.

Актуальность тематики, практическая значимость курсовой работы и творческая самостоятельность при ее выполнении способствуют адаптации будущего специалиста к осуществлению профессиональной деятельности. В ряде случаев для выполнения курсовой работы необходимо собрать, систематизировать и обработать фактический материал, сделать выводы и высказать свою точку зрения на поставленную проблему.

Основные требования к курсовой работе:

- актуальность рассматриваемой проблемы для современной профессиональной школы;
- наличие теоретической и практико-ориентированной частей;
- соответствие названия работы ее содержанию, четкая целевая направленность работы;
- логическая последовательность изложения материала, базирующаяся на прочных теоретических знаниях по избранной теме;
- необходимая глубина исследования и убедительность аргументации;
- квалифицированный анализ источников, литературы, передового педагогического опыта и обоснование результатов работы;
- корректное и грамотное изложение материала;

- соответствие оформления работы определенным правилам и ГОСТам;

- соответствие объёма и содержания работы предъявляемым требованиям; наличие выводов после каждой главы.

1.9. Организация и методика выполнения курсовой работы

Тематика курсовых работ разрабатывается с учётом обязательного минимума содержания по курсу дисциплины с учётом рабочей учебной программы по дисциплине.

Этапами подготовки курсовой работы являются:

- выбор (получение) темы курсовой работы, согласование ее с научным руководителем, утверждение темы;

- сбор, изучение и анализ учебной и научной литературы в объеме, необходимом для исследования проблемы;

- организация и проведение исследовательской работы в рамках целей и задач; заявленных во введении, обработка полученных результатов.

- обобщение результатов исследования и обоснование выводов в заключительной части работы;

- окончательное оформление работы; научное и литературное редактирование;

- рецензирование работы;

- публичное выступление с результатами исследования (защита работы).

После анализа материалов по теме курсовой работы, постановки проблем и задач по ее проектированию, устного консультирования у педагога студенты самостоятельно

изучают литературу, источники, выполняют другие действия поискового характера. Инициатива, самостоятельность, творческий поиск проявляются в исследовательской деятельности наиболее полно. Методы учебной работы студентов перерастают в методы научного исследования.

Таким образом, курсовые работы студентов являются одной из форм отражения результатов исследования студентами проблемы (темы), доведенного до уровня авторской технологии как способа решения проблемы.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

2.1. Проектные и рабочие конструкторские документы. Последовательность проектирования

Проект – комплекс технических документов (расчёты, чертежи и т.д.), необходимых для изготовления изделия (механизма, машины и т.п.). [16].

К конструкторским документам (КД) относятся **графические** и **текстовые** документы, которые в отдельности или совокупности определяют состав, устройство изделия. Они содержат сведения, необходимые для разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта изделия.

В зависимости от стадии разработки конструкторские документы подразделяются на:

- проектные;
- рабочие (рабочая документация) [ГОСТ 2.102, ГОСТ 2.103].

К проектным документам относятся:

- техническое предложение;
- эскизный проект;
- технический проект.

Разработка проектной КД, обязательность выполнения стадий и этапов разработки устанавливается техническим заданием.

Технический проект – совокупность конструкторских документов, которые должны содержать окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и исходные данные для разработки

конструкторской документации. Утвержденный технический проект является основанием для разработки рабочей КД.

К рабочим КД относятся документы, содержащие сведения, необходимые для изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта изделия (всего 25 наименований), карты технического уровня и качества изделия.

В зависимости от комплектности конструкторских документов на изделие следует различать:

- *основной конструкторский документ;*
- *основной комплект конструкторских документов;*
- *полный комплект конструкторских документов.*

К основным рабочим конструкторским документам относят:

- *для детали – чертёж детали;*
- *для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификация.*

Чертёж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Спецификация – текстовый конструкторский документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями

(свинчиванием, клёпкой, пайкой, свариванием и т.п.).

Сборочный чертёж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля. К ним относят чертежи, по которым выполняют гидромонтаж и пневмомонтаж.

Чертёж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия.

Курсовой проект является техническим проектом, выполняемым в учебных целях для освоения метода проектирования изделия, обобщения накопленных знаний инженерных дисциплин и использования их для решения конкретных инженерных задач.

Решение задач осуществляется в следующей последовательности:

- проводится анализ существующих изделий (механизмов, машин-прототипов), выполняется при необходимости, т.е. в соответствии с заданием;

- выполняется расчёт геометрических параметров (прочностной, причем проектировочный или проверочный и т.п.);

- на основе расчёта выполняются проектные работы, т.е. разрабатывается конструкторская документация с учетом размеров, полученных расчетным путем;

- оформляется пояснительная записка.

Расчёты (код РР), ПЗ наряду с другими относятся к текстовым документам. В учебных целях данные документы допускается объединять в один –пояснительную записку.

Пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принцип действия разрабатываемого изделия, а также полученные (обоснованные) технические и технико-экономические решения при его разработке.

Расчёт – документ, содержащий расчёты параметров и величин, например, размерных цепей, расчёт на прочность и др.

2.2. Требования к оформлению текстовых документов – пояснительной записки (ПЗ)

2.2.1. Общие положения

ПЗ оформляется на стандартных либо на подготовленных формах, при этом используются стандартные листы белой писчей бумаги формата А4 (210x297 мм), или на развёрнутых листах тетради, обрезанных до размеров указанного формата. При этом основная надпись на листах (форма 2 и 2а приложения В) согласно ГОСТу 2.104 располагаются вдоль короткой стороны листа. Расположение внутренней рамки, размеры граф основных надписей и их заполнение показаны на формах 2 и 2а (приложение В). **Графы 19 – 25 в учебных целях допускается не вычерчивать**, если отсутствуют стандартные формы. Рамку, графы основных надписей выполняют карандашом толстой сплошной основной линией толщиной $s = 0,5 - 1,4$ мм [ГОСТ 2.303] либо с помощью компьютера.

ПЗ *заполняют* на одной стороне стандартного листа рукописным – *чертёжным шрифтом* по ГОСТу 2.304 с высотой букв не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко одним цветом – чёрной тушью, чернилами либо пастой чёрного или синего цвета. Допускается ПЗ заполнять машинописным (ГОСТ 13.1.002) способом либо с применением печатающих и графических (ГОСТ 2.004) устройств вывода персонального компьютера (ПК).

Расстояние от внутренней рамки формата [ГОСТ 2.105] до границ текста в начале и конце строк должно быть *не менее 3 мм*. Расстояние от верхней или нижней строки до верхней или нижней рамки должно быть *не менее 10 мм*.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным 5 ударам пишущей машинки (15 – 17 мм) (форма 1 и 2 приложения Г) или 1 на шкале горизонтальной прокрутки дисплея ПК при работе в графическом редакторе «Microsoft Word».

2.2.2. Построение документа и порядок расположения страниц

Текст ПЗ при необходимости разделяют на разделы, подразделы (ГОСТ 2.105). *Разделы* должны иметь *порядковые номера*, обозначенные *арабскими цифрами без точки* 1, 2, 3 и т.д. и записанные *с отступом абзаца*.

Подразделы должны иметь *нумерацию* в пределах каждого раздела. *Номер подраздела* состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой, например, 1.1, 2.1, соответственно, подраздел 1 раздела 1 и 2 и т.п. В конце номера подраздела точка не ставится. Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Разделы и подразделы могут иметь *пункты и подпункты*, внутри которых могут быть приведены *перечисления*. Например, 2.4 – пункт 4 раздела 2, 1.3.2 – пункт 2 подраздела 3 раздела 1, 1.2.3.4 – подпункт 4 пункта 3 подраздела 2 раз – дела 1 и т.д.

Разделы и подразделы должны иметь *заголовки*. *Переносы* слов в заголовках *не допускаются*.

Расстояние между названием (заголовком) раздела и текстом при выполнении документа должно быть равно:

- машинописным текстом 3–4 интервала;
- рукописным способом – 15 мм;

- с применением печатающих и графических устройств вывода персонального компьютера – 2 интервала.

Расстояние между заголовками раздела и подраздела, соответственно, 2 – интервала, рукописным способом – 8 мм.

Каждый раздел рекомендуется начинать с новой страницы.

Пояснительная записка [ГОСТ 2.106] должна иметь *титульный лист, первый или заглавный лист*, имеющий основную надпись по форме 2, последующие листы – с основной надписью по форме 2а.

Первой страницей ПЗ (номер страницы не указывается) является титульный лист.

После титульного листа на формате А4 без рамки и основной надписи (штампа) размещается *техническое задание*, включающее необходимые данные (исходные данные, чертеж или схему, в данном случае зубчатое зацепление) для выполнения работы.

На *следующей* странице, как правило, помещают содержание с указанием номеров и наименований разделов и подразделов, а также номеров листов (страниц). Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Текст содержания размещают *на первом (заглавном) листе*, т.е. с основной надписью по форме 2, а на последующих листах текстового документа – по форме 2а.

Введение пишется на следующем по порядку листе.

В конце текстового документа приводят список литературы, которая была использована при составлении ПЗ или другого текстового документа.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав этого документа, должна быть сквозная. Титульный лист и техническое задание на контрольную работу (курсовой проект) включается в общую нумерацию, но номер страницы на них не указывается. Номер страницы указывается в основной надписи.

2.2.3. Правила изложения текста документа

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте должно быть одинаковым с наименованием его в основном конструкторском документе. В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (имя прилагательное), а на втором – название изделия (имя существительное), при этом допускается употреблять сокращенное наименование изделия.

Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Текст ПЗ должен быть кратким, чётким и не допускать различных (двусмысленных) толкований. При изложении обязательных требований необходимо использовать слова: «*должен*», «*следует*», «*не следует*», «*необходимо*», «*не допускается*», «*запрещается*» и т.д.

При изложении других положений следует применять такие слова, как «*могут быть*», «*как правило*», «*при необходимости*», «*в случае*» и т.п.

В документах должны применяться научно-технические термины, обозначения, определения, установленные стандартами или общепринятые в научно-технической

литературе. Не допускается применять сокращение написания слов, кроме тех, которые установлены правилами орфографии, стандартами [ГОСТ 2.105, ГОСТ 2.316]. Перечень допускаемых сокращений слов, используемых в основных надписях, технических требованиях и таблицах на чертежах и спецификациях, помещен в приложение Д.

В тексте, кроме формул, таблиц и рисунков, не допускается применять:

– математический знак (-) перед отрицательным значением величины (следует писать слово «минус», например, минус 20°);

– знак Ø для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»);

– без числовых значений математические знаки, например, > (больше), < (меньше), = (равно) ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), ≠ (не равно), № (номер), % (проценты).

В формулах следует использовать символы, обозначения которых установлены стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснялись ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой, а символ определяемого параметра – перед формулой.

Пример. Плотность каждого образца ρ , кг/м³, определяют по формуле

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

где m – масса образца, кг; V – объем образца, м³.

Формулы *нумеруются* сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Одну формулу тоже нумеруют. Ссылки в тексте на формулу дают в скобках, указывая ее номер, например, в формуле (1). Допускается нумерация формул в пределах раздела. В данном случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенного точкой, например (2.1), где 2 – № раздела.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии записи обозначения с годом утверждения в конце текстового документа под рубрикой «ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ».

2.2.4. Оформление иллюстраций и приложений

Расчет в ПЗ должен сопровождаться расчетно-пояснительными схемами, рисунками, а при необходимости и таблицами. Количество иллюстраций должно быть необходимым и достаточным для пояснения текста. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается иллюстрации нумеровать в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка. Цифры номера разделены точкой. Например – рис. 3.2.

При ссылках на иллюстрации следует писать «в соответствии с рис. 3.2» при сквозной нумерации или «в соответствии с рис. 3.2» при нумерации в пределах раздела.

При необходимости, иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рис.» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают под рисунком, например: Рис. 1. – Детали прибора.

Материал, дополняющий текст документа, допускается помещать в приложениях. В приложениях можно помещать графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описание аппаратуры и приборов, алгоритмов и программ задач, решаемых с помощью ПК.

Приложение оформляют как продолжение документа на последующих его листах. Приложения могут быть *обязательными и информационными*. Информационные приложения могут быть *рекомендуемого или справочного* характера.

В тексте документа *на все приложения* должны быть даны ссылки. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием *посредине страницы* слова «Приложение» и его обозначения, а *под ним в скобках* для *обязательного* приложения пишут слово «обязательное», а для *информационного* – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Приложения *обозначают* заглавными (прописными) буквами русского алфавита, начиная с буквы А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять на листах формата А3, А3х4, А4х4, А2 и А1 [ГОСТ 2.301].

2.2.5. Построение таблиц

Название таблицы, при его наличии, должно отражать её содержание, быть точным, кратким, *название помещают* над таблицей (рис. 2.1). При переносе части таблицы на ту же или другую страницу название помещают только над первой её частью.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка. Цифры номера разделены точкой. Например: Таблица 2.3.

Таблица 2.3

Название таблицы

расположено в центре и ниже относительно слова
«Таблица 2.3»

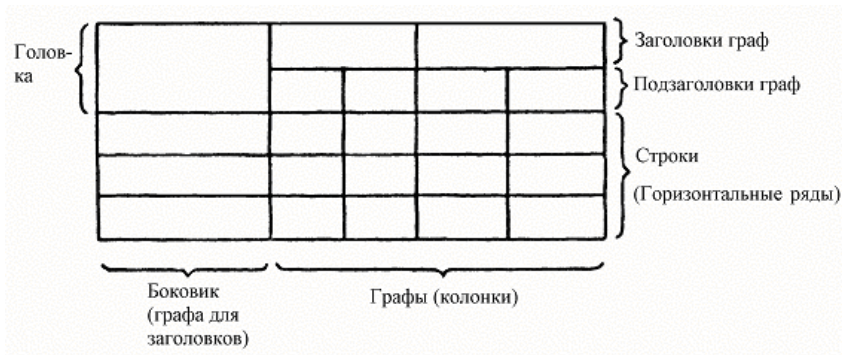


Рис. 2.1. Форма таблицы

Заголовки граф таблицы писать с прописной буквы, а их подзаголовки со строчной, если они составляют одно

предложение с заголовками граф. Если подзаголовки имеют самостоятельное значение, следует писать с прописной буквы. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе. В конце заголовков и подзаголовков точку не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости, допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Одноступенные заголовки боковика (без подчиненных подзаголовков) писать с красной строки, если в наборе большая часть заголовков образует несколько строк, либо от левого края с втяжкой вторых строк, если в наборе большая часть заголовков окажется однострочной. Цифровые колонки оформлять с выравниванием «по центру», а текстовые – с абзаца с выравниванием по «ширине колонки».

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

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

При делении таблицы на части допускается ее головку или бовик заменять соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово «Таблица» указывается один раз над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера (обозначения) таблицы.

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

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то её обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой её частью.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается. При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

2.2.6. Обозначение конструкторских документов

Конструкторский документ, входящий в курсовой проект, контрольную работу и т.п. должен иметь обозначение.

На основе требований стандарта [ГОСТ 2.201] и рекомендаций [7, 10, 12] в учебных целях принят принцип, по которому строится обозначение конструкторских документов (рис. 2.2).

Шифр проекта складывается из букв его названия:

КР – контрольная работа;
 КП – курсовой проект;
 ЛР – лабораторная работа;
 Кл Р – классная работа.

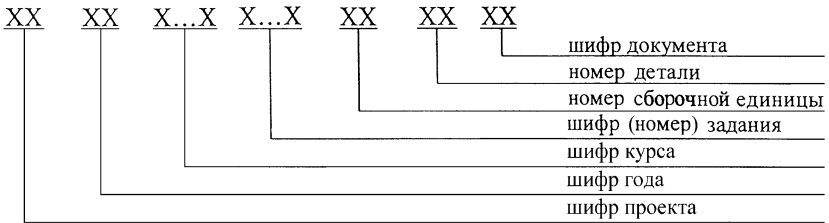


Рис. 2.2. Структура обозначения конструкторских документов [3]

Шифр года – две последние цифры порядкового номера года выполнения задания, например, 14 – означает 2014 год.

Шифр курса – первые буквы названия дисциплины (курса), например – НГ и ИГ – начертательная геометрия и инженерная графика, ПМ – прикладная механика и т.д.

Номер сборочной единицы, порядковый номер текущего контрольного задания или лабораторной работы, например, порядковый номер контрольной работы 02, номер сборочной единицы – 01.

Номер детали – порядковый номер детали, состоящий из двух цифр, например, 03, порядковый номер варианта КР, например, 11.

Шифр документа должен соответствовать коду конструкторского документа согласно ГОСТу 2.102 и ГОСТу 2.701. Например:

СБ – сборочный чертёж;

ВО – чертёж общего вида;

ПЗ – пояснительная записка;

РР – расчёты и т.д.

Пример обозначения пояснительной записки:

КР. 14. НГ и ИГ. 02. 11. ПЗ

ПЗ – пояснительная записка; вместо ПЗ в сборочной единице должны быть буквы «СБ», что означает сборочный чертёж.

Следовательно, обозначение чертежа сборочной единицы и детали будут иметь соответственно вид КР. 14. НГ и ИГ. 01. 03. СБ.

2.2.7. Техническое задание

В данном разделе пояснительной записки указывается шифр задания, заносятся исходные данные, т.е. заданные параметры, дается кинематическая схема, по которой необходимо спроектировать зубчатое зацепление (см. приложение А).

2.2.8. Структура введения

Во введении дать представление о зубчатых передачах, на базе положительных качеств, которыми они обладают, отметить их широкое распространение в машиностроении (автомобилях, тракторах и сельскохозяйственных машинах, станках), т.е. **актуальность темы**. Определить **цель** в результате проектирования механизма и для её достижения решить 3–4 **задачи**.

Объект и предмет исследования. Объект исследования всегда шире, чем его предмет. Например, при проектировании передачи в качестве **объекта** выступают подбор необходимой литературы для выполнения сравнительного

анализа передач (цилиндрических, конических, червячных и т.п.), выбор, разработка и оформление конструкторской документации. **Предметом** исследования является конкретно выбранная передача, её расчёт и проектирование с учетом взаимосвязей её деталей и обеспечением требований, предусмотренных заданием.

2.2.9. Назначение, устройство и область применения

В данном разделе студент дает определение зубчатой передачи, шпоночных и шлицевых соединений, поясняет назначение, описывает устройство разработанной передачи, указывая её основные детали. Кратко отмечает область, где используются зубчатая передача, шпоночные и шлицевые соединения.

2.2.10. Принцип действия и работа зубчатой передачи

В данном разделе необходимо отметить принцип (исходное положение теории), на котором основана передача вращательного движения зубчатых колёс. Описать порядок работы зубчатой передачи.

2.2.11. Заключение

В заключительной части следует кратко охарактеризовать объём выполненной работы и сделать вывод о достижении поставленной цели и выполнении задач.

2.2.12. Оформление библиографического описания

Согласно ГОСТам 7.1, 7.80, 7.82, 7.83 сведения о литературе должны включать: фамилию, инициалы автора, название источника, место издания, издательство, год издания,

количество страниц. Фамилию автора указывают в именительном падеже. Наименование города, где издан источник, писать полностью, за исключением двух городов: Москва (М) и Ленинград (Л).

Например, для книг.

Чекмарёв, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарёв, В.К. Осипов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2001. – 493 с.

Исерлис, Ю.Э. Системное проектирование двигателей внутреннего сгорания / Ю.Э. Иссерлис, В.В. Мирошников. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1981. – 255 с.

Для статей указывают фамилию, инициалы автора, название статьи, название журнала, год издания, номер страницы.

Бойко, В.В. Основы системного подхода к расчёту остовов дизелей методом суперэлементов / В.В. Бойко // Двигателестроение. – 1979.– № 8. – С. 15–16.

Согласно ГОСТу 7.1, литературные источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте или в алфавитном порядке и нумеровать арабскими цифрами с точкой (см. раздел «Библиографическое описание»).

2.3. Требования к оформлению графических документов

2.3.1. Общие требования к выполнению графических работ

ГОСТ 2.301 устанавливает основные и дополнительные форматы чертежей (приложение Е). Формат чертежа *определяется* размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией. Линии рамки чертежа *наносит* на расстоянии 5 мм

от внешней и выполняют сплошной основной линией. Для брошюровки чертежей оставляют у левого края листа (в пределах формата) свободное поле шириной 20 мм. Чертежи деталей и сборочных единиц можно выполнять с помощью компьютера согласно имеющимся программам «Компас», «Auto CAD», С++ и т.д.

Изображение изделия на чертеже выполняется в масштабе, установленном ГОСТ 2.302 (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Масштабы

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:250; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1 и т.д.

ГОСТ 2.303 устанавливает начертания и основные назначения линий на чертежах. Наименование, начертание, толщина линий по отношению к толщине основной линии и основные их назначения должны соответствовать требованиям, указанным в приложении Ж.

Чертёж общего вида на стадии технического проекта должен содержать:

- изображение изделий с их видами, разрезами, сечениями, при необходимости, выносными элементами, а также текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства *изделия*, взаимодействия его основных составных частей и принципа работы, основную надпись;

- наименование, а также обозначение тех *составных частей* изделия, для которых необходимо указать данные (технические характеристики, количество, указания о материале, принципе работы и др.);

- размеры (габаритные, установочные, присоединительные), которые помогают понять форму элементов детали;

- схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;

- технические характеристики изделия.

Форму, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф чертежей и схем устанавливает ГОСТ 2.104 по форме 1. Форма, размеры и содержание основной надписи чертежей и схем даны в приложение 9.

Сборочный или чертёж общего вида зубчатой передачи и чертежи деталей разместить на листе ватмана в *выбранном* масштабе и *по размерам*, полученным в результате расчета основных геометрических параметров.

Чертёж детали - должен содержать изображение (виды, разрезы, сечения, выносные элементы), и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Под другими данными понимаются:

- необходимые размеры и их предельные отклонения;

- требования к шероховатости поверхностей;

- допуски форм и расположения поверхностей;

- сведения о материале, термической обработке, покрытиях, которые деталь должна иметь перед сборкой;

- технические требования, основную надпись и т.п.

Рабочий чертёж зубчатого колеса выполняют на *выбранном* формате, *в принятом* масштабе, *по размерам*, полученным *в результате* расчета.

Чертежи выполняют в соответствии с требованиями ГОСТа 2.109, ГОСТа 2.402, ГОСТа 2.403, ГОСТа 2.405, ГОСТа 2.409.

Прежде чем начать выполнять чертёж детали, необходимо провести *подготовительный*, а затем и *основной* этапы.

Подготовительный этап:

- выявить назначение детали;
- ознакомиться с конструкцией (формой) детали (*структурный анализ*), для чего мысленно расчленить её на простейшие элементы, установив форму поверхности каждого элемента, его положение, рабочее положение детали;
- выбрать положение детали для изображения главного вида, используя основной критерий – главное изображение несет *максимально возможную* информацию о внешней и внутренней форме и размерах детали;
- выбрать положение детали для изображения главного вида, используя основной критерий – главное изображение несет *максимально возможную* информацию о внешней и внутренней форме и размерах детали;
- определить необходимое число изображений – видов, разрезов, сечений и выносных элементов (ГОСТ 2.305), используя основной критерий.

Перейти к основному этапу:

- определить габаритные размеры, задавшись масштабом, выбрать формат и выполнить рациональную планировку поля (компоновку) чертежа;
- после вычерчивания детали нанести размеры (ГОСТ 3.307);
- обозначить шероховатость поверхностей (ГОСТ 2.309);

- составить технические требования (ГОСТ 2.316) на изготовление детали, разместив их пронумерованные пункты над основной надписью [2, 3, 4, 13, 14].

Технические требования рекомендуется излагать в последовательности, рассмотренной выше. Текст технических требований должен быть кратким, точным и без сокращения слов. Заголовок «Технические требования» не пишется.

Технические требования (ГОСТ 2.310) должны содержать сведения:

- о качестве поверхностей, литейных уклонах, размерах стенок, радиусов при наличии заготовки, изготовленной методом литья (например, «Литейные уклоны 2°» «Неуказанные литейные радиусы 6 мм»);

- о термической и термохимической обработке поверхностей деталей, где указывают вид и глубину термообработки, твердость, например, «229–285 НВ»;

- о покрытии поверхностей («Покрытие лакокрасочное наружных необрабатываемых поверхностей – система 2, внутренних поверхностей – система 5 по ГОСТу 6572»);

- о дополнительных указаниях (например, «Размер для справок»).

Чертежи курсовой работы (проекта) брошюруются вместе с ПЗ и размещаются в конце ПЗ после раздела «Библиографический список».

Способы складывания листов чертежей устанавливаются ГОСТом 2.501. Листы чертежей всех форматов следует складывать изображением наружу таким образом, чтобы основная надпись располагалась на лицевой стороне сложенного листа в правом нижнем углу.

Листы чертежей всех форматов следует складывать «гармоникой» сначала вдоль линий, перпендикулярных основной надписи, а затем вдоль линий, параллельных ей, до формата А4 размером 210х297 мм.

Примеры складывания горизонтально и вертикально расположенного листа чертежа формата А1, для последующей укладки в папки и брошюровки, приведены в приложении И.

Отверстия для брошюровки должны быть с левой стороны листа.

Кинематическую схему зацепления выполняют без соблюдения масштаба (ГОСТ 2.701, ГОСТ 2.703, ГОСТ 2.770) и размещают в разделе «Техническое задание», т.к. она несёт необходимую информацию для расчета и разработки зубчатой передачи.

3. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

3.1. Основные понятия и определения

Развитие науки и техники неразрывно связано с созданием новых различных *машин*. Целью создания машин является повышение производительности, облегчение физического, умственного труда человека.

Машина – это устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации. Машины могут быть:

- энергетические (двигатели);
- рабочие (станки и транспортные машины);
- информационные (контрольно-управляющие, вычислительные);
- кибернетические (имитируют механические, физиологические и биологические процессы, присущие человеку).

Механизм – это система тел, предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел. Механизмы по функциональному назначению могут быть:

- передаточные;
- исполнительные;
- механизмы двигателей и преобразователей;
- механизмы управления, контроля и регулирования и т.п.

Любой механизм состоит из отдельных деталей (тел). Одни из них *неподвижные*, например блок двигателя, рама автомобиля, другие *подвижные*, например, коленчатый вал двигателя, шатун, поршень и т.д.

Каждая подвижная деталь или группа деталей, жестко связанных между собой, носит название **подвижного звена механизма**, например, коленчатый вал, шатун в сборе, поршень в сборе и т.п.

Все неподвижные детали образуют одну жесткую неподвижную систему тел, называемую **неподвижным звеном, или стойкой**. Следовательно, в каждом механизме имеется одно неподвижное звено и одно или несколько подвижных звеньев.

Подвижное соединение двух соприкасающихся звеньев называют **кинематической парой** [1], например, коренные подшипники – коленчатый вал, коленчатый вал – шатун, шатун – поршень и т.д.

Всякая машина (станок, автомобиль, трактор и т.д.) имеют в своем составе двигатель (Д) и рабочий орган (РО) или исполнительный механизм, которые связаны между собой передаточным механизмом (ПМ), рис. 3.1.



Рис. 3.1. Схема машины

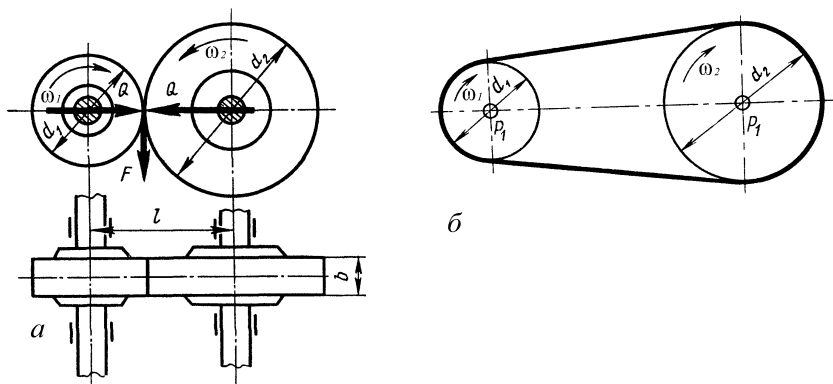
В зависимости от способа передачи энергии в машиностроении применяют *механические, электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные передачи*.

Передача – это механизм, преобразующий параметры движения (направление, вид движения, скорость, вращающий момент и т.п.) двигателя при передаче к рабочим органам машины.

Она служит для согласования режимов работы двигателя и рабочего органа.

Классификация механических передач. В зависимости от способа передачи движения (силового «замыкания») [5, 8, 9] механическую передачу разделяют на две основные группы:

- передачи, основанные на использовании *трения* (рис. 3.2);
- передачи, основанные на использовании *зацепления* (рис. 3.3).



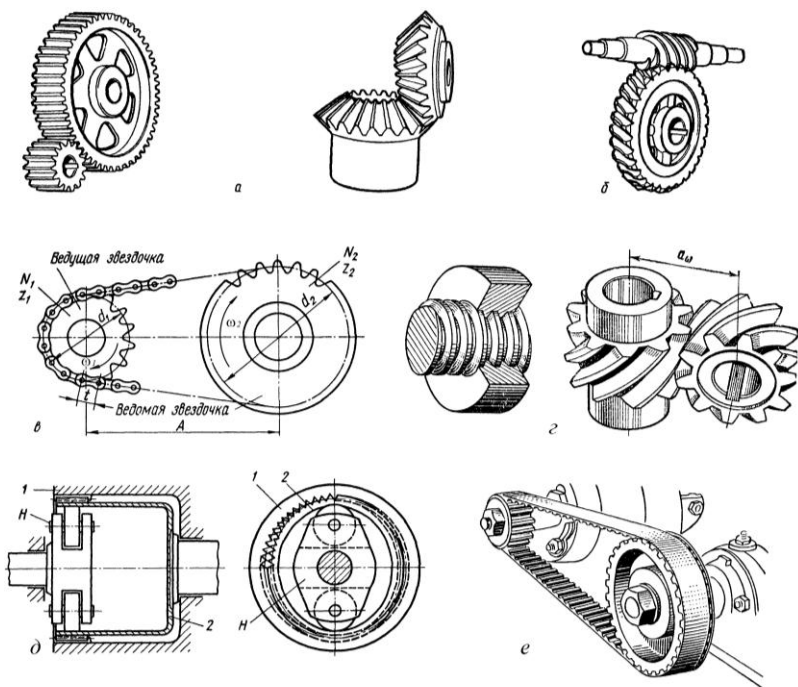
а – фрикционные б – ременные

Рис. 3.2. Передачи, основанные на использовании трения [5-12, 17]

К ним относятся: зубчатые, червячные, цепные, винтовые, волновые, ременные с зубчатым ремнём.

В зависимости от способа соединения ведущего и ведомого *звеньев* различают:

- передачи непосредственного контакта (фрикционные, зубчатые, червячные и др.);
- передачи гибкой связью (ременные, цепные).



а – зубчатые (цилиндрические, конические); б – червячные;
 в – цепные; г – винтовые; д – волновые; е – ременные
 с зубчатым ремнём

Рис. 3.3. Передачи, основанные на использовании зацепления [5–12, 17].

В зависимости от *принципа действия* (физического закона, на котором основано преобразование движения) различают передачи, действующие по принципу:

- рычага (зубчатые передачи, фрикционные, ременные, цепные и т.п.);
- движения тела по наклонной поверхности (винтовые, червячные);

– деформирования (волновые).

Цепная передача состоит из ведущей и ведомой звёздочек, которые охватывает цепь.

Волновые передачи содержат водило h с двумя роликами, свободно вращающимися на осях, неподвижное жёсткое зубчатое колесо (рис. 3.3 д) с внутренними зубьями и вращающееся гибкое колесо 2 с наружными зубьями. Жёсткое зубчатое колесо соединено с корпусом передачи [5].

Ремённые передачи состоят из ведущего и ведомого шкивов, охватываемых ремнём.

Одним из основных видов механических передач является зубчатая передача.

Зубчатая передача – это механизм, преобразующий движение с помощью последовательно зацепляющихся зубьев колёс. Термины, определения и обозначения, используемые в зубчатых передачах, регламентированы ГОСТом 16530 и ГОСТом 16531.

Устройство простейшей зубчатой передачи представляет собой трехзвенный механизм, состоящий из *стойки* (неподвижное звено) и *двух колёс* с зубьями (подвижные звенья), с помощью которых они сцепляются между собой, образуя кинематическую пару (рис. 3.4) [1].

Работа. Вращение *ведущего* колеса w_1 преобразуется во вращение *ведомого* w_2 путем нажатия зубьев первого на зубья второго.

Меньшее зубчатое колесо передачи называют **шестернёй**, *большее* – **колесом**. Если число зубьев колёс *одинаковое*, то *ведущим* зубчатым колесом является **шестерня**. Принято параметрам *шестерни* приписывать индекс 1, а параметрам *колеса* – 2 [5, 7]. Термин «зубчатое колесо» является общим.

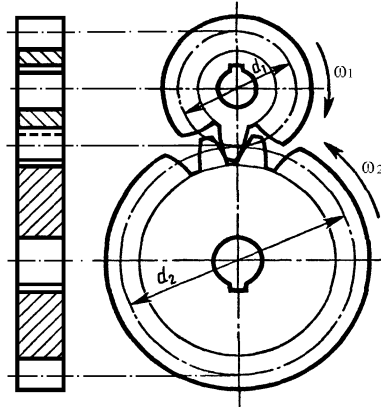


Рис. 3.4. Зубчатая передача [5-12, 17]

Принцип действия. Преобразование движения в зубчатых передачах основано на зацеплении пары зубчатых колёс и осуществляется по **принципу рычага**, длиной которого является *радиус начальной окружности* зубчатых колёс.

Классификация зубчатых передач построена по *геометрическим и функциональным* признакам [7, 11].

В зависимости от *расположения осей* валов различают передачи (рис. 3.5):

- *цилиндрические* (параллельные оси);
- *конические* (оси пересекаются);
- *гиперболоидные* (червячные, винтовые, гипоидные и др. передачи, у которых оси перекрещиваются).

В зависимости от взаимного расположения колёс различают передачи (рис. 3.6):

- *с внешним зацеплением;*
- *с внутренним зацеплением.*

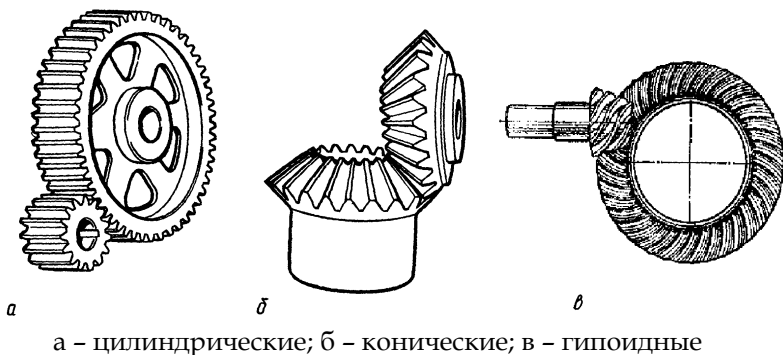


Рис. 3.5. Вид передач в зависимости от расположения осей валов [5–12,17]

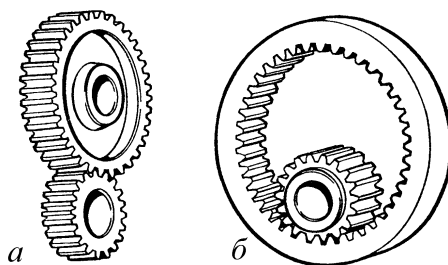


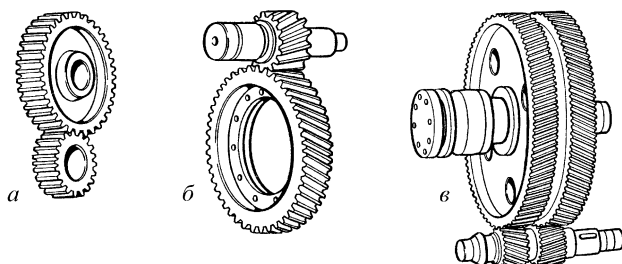
Рис. 3.6. Передачи [5–12,17]

В зависимости от формы и расположения зубьев колеса передачи могут быть (рис. 3.7):

- *прямозубыми;*
- *косозубыми;*
- *шевронными;*
- *с круговыми, (рис. 3.5 в) тангенциальными, винтовыми зубьями, например, у конических колёс бывают зубья прямые*

(ГОСТ 19324), косые и круговые (ГОСТ 19325, ГОСТ 19326)
(рис. 3.8);

– арочными.



а – прямые; б – косые; в – шевронные

Рис. 3.7. Форма и расположение зубьев цилиндрических колёс
[5–12,17]

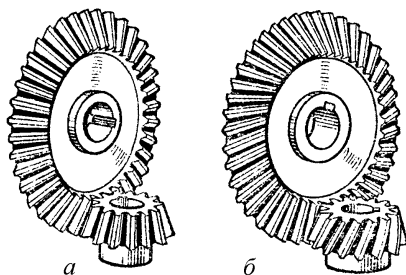


Рис. 3.8. Форма зубьев конических колёс

Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот, существует *реечная* передача (рис. 3.9), которая является частным случаем цилиндрической.

Рейка – это цилиндрическое колесо, диаметр которого увеличен до бесконечности.

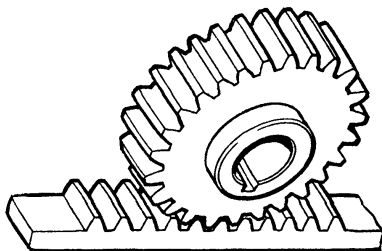


Рис. 3.9. Реечная передача [3]

Благодаря своим достоинствам зубчатые передачи широко используются в машиностроении, приборостроении. Их используют не только в виде пары колёс, но и в более сложных сочетаниях, образующих многоступенчатые передачи. Например, в автомобильной технике, гусеничных, дорожных, сельскохозяйственных машинах зубчатые передачи используют в:

- коробках передач;
- раздаточных коробках;
- главных передачах и дифференциалах;
- бортовых передачах;
- приводах кривошипно-шатунного (КШМ), газораспределительного (ГРМ) механизмов, агрегатов систем тепловых двигателей и т.п.

Косозубые и шевронные передачи используют при передаче больших вращающих моментов, большой мощности.

Коническую передачу используют там, где конструкция узлов, машин требует изменения направления осей валов под углом. Наиболее широкое распространение получили передачи с углом расположения осей валов $\Sigma = 90^\circ$. Конические передачи широко применяются в главных

передачах автомобилей, гусеничных машин (ГМ), механизме газораспределения двигателя В-46, устанавливаемого на ГМ, дифференциалах автомобильной техники (АТ).

Главные передачи имеют конические колеса с круговыми (криволинейными) зубьями. 3.2.

3.2. Геометрические параметры зубчатых колёс, передач

3.2.1. Цилиндрические прямозубые и косозубые колёса

Основные геометрические параметры зубчатых колёс, зацепления и их обозначение показаны на рис. 3.10.

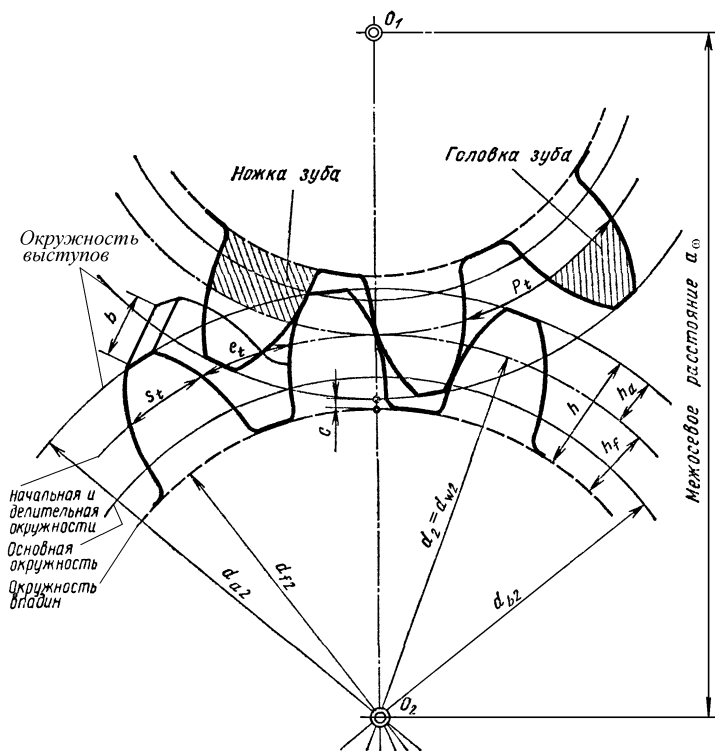


Рис. 3.10. Основные геометрические параметры зубчатых колёс

Делительный – это диаметр окружности d , по которой обкатывается инструмент при нарезании зубьев.

С одной стороны длина делительной окружности прямозубого колеса $d = pd$, а с другой – $d = pz$. Здесь d – диаметр делительной окружности; p – делительный окружной шаг зубьев; z – число зубьев. Из равенства двух рассмотренных соотношений выразим диаметр делительной окружности

$$d = pz/p = mz, \quad (3.1)$$

где m – отношение p/p названо окружным модулем.

Модуль – это часть длины диаметра делительной окружности, приходящейся на один зуб. Модуль является основной характеристикой размеров зубьев колёс [5, 6, 8, 9], имеет размерность длины в мм.

Делительный окружной шаг – расстояние между одноименными профилями соседних зубьев, замеренное по дуге делительной окружности.

Основная – окружность диаметром d_b , от которой начинается эвольвентный профиль зуба.

Начальная – окружность диаметром d_w , по которой при вращении зубчатые колёса перекатываются друг по другу без скольжения.

У передач начальные и делительные диаметры, как правило, совпадают, т.е. $d_w = d$.

У цилиндрических прямозубых колёс зубья расположены параллельно оси вращения.

В отличие от прямозубых, зубья косозубых и шевронных колёс располагаются не по образующей делительного цилиндра (не параллельно оси), а составляет с ней некоторый угол β (рис. 3.11). Значение угла β для косозубых колёс принимают равное 8–20°, а для шевронных колёс – 25–40°.

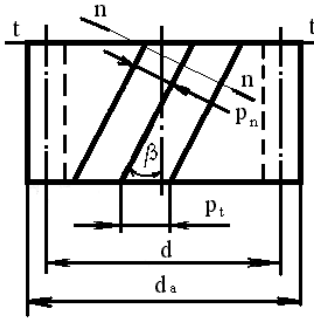


Рис. 3.11. Параметры косозубой передачи

В нормальном сечении $n-n$ профиль зуба совпадает с профилем прямого зуба. Модуль в нормальном сечении m_n стандартизован, он является исходной величиной при расчетах геометрических параметров. *Нормальный модуль* соответствует модулю прямого зуба (ГОСТ 9563).

$$m_n = m = p_n / \pi, \quad (3.2)$$

где p_n – нормальный шаг зубьев, мм.

В торцовом сечении $t-t$ параметры косога зуба изменяются в зависимости от угла β . Значение угла обычно принимают $10 - 12^\circ$. Торцовый модуль зацепления связан с нормальным m_n соотношением

$$m_t = m_n / \cos \beta. \quad (3.3)$$

Окружной (торцовый) шаг

$$p_t = p_n / \cos \beta. \quad (3.4)$$

Делительный диаметр

$$d = m_t z = m_n z / \cos \beta. \quad (3.5)$$

Делительная окружность делит зуб на головку h_a и ножку h_f . Ножка зуба выше головки на величину радиального зазора, необходимого для исключения заклинивания при работе передачи.

Окружность выступов – окружность, проходящая через вершины зубьев.

Окружность впадин – окружность, проходящая через основания зубьев.

Диаметр выступов (вершин) d_a и впадин d_f зубьев

$$d_a = d + 2m_n, \quad (3.6)$$

$$d_f = d - 2,5m_n. \quad (3.7)$$

Межосевое расстояние

$$a_w = 0,5(d_{w1} + d_{w2}) = 0,5 m_t(z_1 + z_2) = 0,5 (m_n / \cos\beta) (z_1 + z_2). \quad (3.8)$$

Если отсутствует необходимость в точном значении межосевого расстояния, его округляют до ближайшего значения по ГОСТу 6636 (приложение К). Принимая $z_1 + z_2 = z_\Sigma$, получим

$$m_n = 2a \cos\beta / z_\Sigma. \quad (3.9)$$

Высота зуба

$$h = 2,25m_n. \quad (3.10)$$

Высота головки h_a и ножки h_f зуба

$$h_a = m_n. \quad (3.11)$$

$$h_f = 1,25 m_n. \quad (3.12)$$

Толщина зуба s_t по делительной окружности равна ширине впадины e_t

$$s_t = e_t = p/2 = \pi m_n / 2. \quad (3.13)$$

Прямозубую передачу можно рассматривать как частный случай косозубой передачи, у которой угол наклона зубьев $\beta = 0$ и, следовательно, $m_t = m_n = m$, $p = p_n = p_t$.

Ширина зубчатого венца колеса при твёрдости рабочих поверхностей зубьев \leq HB350 определяется

$$b_2 = \psi_{ba} a, \quad (3.14)$$

где ψ_{ba} – коэффициент ширины венца зубчатого колеса относительно межосевого расстояния. При симметричном

расположении зубчатых колёс относительно опор и при любой твёрдости их материала $\psi_{ba} = 0,315; 0,4; 0,5$ [5, 8, 10]. При твёрдости рабочих поверхностей зубьев $> \text{HB}350$ ширина венца шестерни равна ширине венца колеса, т.е. $b_1 = b_2$. Для индивидуального и мелкосерийного производства, мало- и средненагруженных зубчатых колёс рекомендуется использовать материалы с твёрдостью рабочей поверхности зубьев $\leq \text{HB}350$.

Ширина торца зубчатого венца S определится из выражения

$$S = 2,5m + 2, \quad (3.15)$$

тогда диаметр выточки d_s определится по формуле

$$d_s = d_f - 2S. \quad (3.16)$$

Конструктивное решение формы зубчатых колёс.

С целью уменьшения объёма точной механической обработки и снижения массы на дисках колёс с диаметром выступов $d_a > 80$ мм выполняют выточки – фаски f_1 , (рис. 3.12) [7], глубина которых рекомендуется $\delta = 1-2$ мм, а значения выбирают из таблицы 3.1.

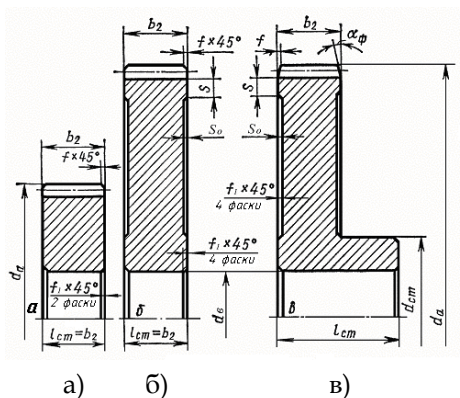


Рис. 3.12. Простейшие формы цилиндрических колёс

Таблица 3.1

Значение фасок

d_b , мм	Свыше 15 до 20	Свыше 20 до 30	Свыше 30 до 40	Свыше 40 до 50	Свыше 50 до 80	Свыше 80 до 120
f_1 , мм	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5

При массовом и крупносерийном производстве заготовки зубчатых колёс выполняют штамповкой.

Длину посадочного отверстия колеса $l_{ст}$ желательно принимать равной ширине венца b . Длину ступицы согласуют также с расчётами соединения (шпоночного, шлицевого или с натягом) и с диаметром посадочного на вал отверстия или диаметром вала d_b

$$l_{ст}=(0,8 - 1,5) d_b. \quad (3.17)$$

Диаметр вала d_b определяют из условия обеспечения его прочности при работе. В связи с тем, что силы, действующие на вал, неизвестны, следует условно выбрать в пределах 18–30 мм, или по уравнению

$$d_b=(0,2 - 0,3) d. \quad (3.18)$$

Диаметр ступени вала $d_n \geq d_b + 2t_3 + 0,5$, здесь $t_3 = 2-3$ мм – высота плечика при переходе от меньшего диаметра к большему (рис. 4.1).

Диаметр ступицы

$$d_{ст}=1,5 d_b+10 \text{ мм}. \quad (3.19)$$

Значение диаметра вала и ступицы согласовать с размерами, рекомендуемыми ГОСТ 6636.

Размеры фасок на торцах зубчатого венца определяют по формуле

$$f = (0,6 - 0,7)m \quad (3.20)$$

с округлением до стандартного значения (табл. 3.1). На прямозубых зубчатых колёсах фаску выполняют под углом $\alpha_f=45^\circ$, на косозубых колесах при твёрдости рабочих поверхностей зубьев меньше HB350 под углом $\alpha_f=45^\circ$ (рис. 3.12, а, б), а при твердости больше HB350 – $\alpha_f = 15^\circ$ (рис. 3.12, в).

Фаски на торцах ступицы и углах обода f_1 выбирают из таблицы 3.1 в зависимости от диаметра посадочного отверстия.

3.2.2. Конические прямозубые колёса

К о н с т р у к ц и я. В отличие от цилиндрических, у конических колёс зубья расположены на конической поверхности.

Г е о м е т р и я п е р е д а ч и . В отличие от цилиндрических колёс, имеющих начальные и делительные цилиндры, в конических колёсах вводятся понятия **н а ч а л ь н ы й и д е л и т е л ь н ы й к о н у с ы с** углами (рис. 3.13), ГОСТ 19325-73.

3.3. Алгоритм расчёта геометрических параметров зубчатых колёс

С учётом возможности выполнения расчёта параметров зубчатых цилиндрических колёс на персональном компьютере, целесообразнее алгоритм представить, например, в форме таблицы табл. 3.2.

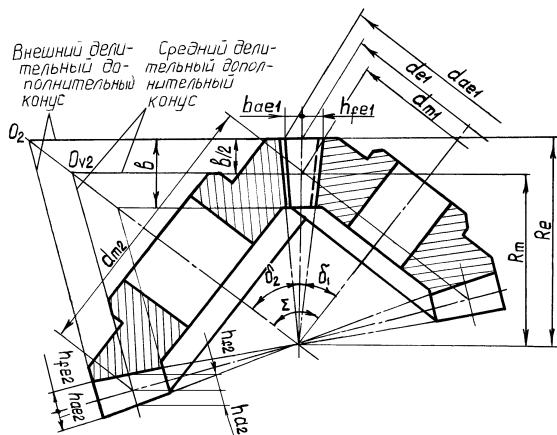


Рис. 3.13. Основные геометрические параметры конических колёс и зацеплений

Таблица 3.2

Параметры колёс и зацепления

Параметр			Расчетные формулы
наименование	обозначен.	един. измерения	
1	2	3	4
Параметры колёс			
Диаметр делительной окружности: - шестерни; - колеса	d	мм	$d_1 = m_n z_1$ $d_2 = m_n z_2$
Межосевое расстояние	aw	мм	$aw = 0,5(d_1 + d_2) = 0,5 m_t(z_1 + z_2) = 0,5 (m_n / \cos\beta) (z_1 + z_2)$
Диаметр выступов зубьев: - шестерни; - колеса	d_a	мм	$d_{a1} = d_1 + 2m_n$ $d_{a2} = d_2 + 2m_n$
Диаметр впадин зубьев: - шестерни; - колеса	d_f	мм	$d_{f1} = d_1 - 2(c+m)$ $d_{f2} = d_2 - 2(c+m)$

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4
Диаметр вала	d_B	мм	$d_{B1}=0,2d_1, d_{B2} = 0,2d_2$
Диаметр ступени вала	d_{Π}	мм	$d_{\Pi} \geq d_B + 2t_3 + 0,5$ (см. рис. 4.1)
Параметры зуба			
Высота зуба	h	мм	$h=h_a+h_f=2,25m$
Высота головки зуба	h_a	мм	$h_a=m_n$
Высота ножки зуба	h_f	мм	$h_f=1,25m_n$
Толщина зуба по делительной окружности	s_t	мм	$s_t = p/2=\pi m_n/2$
Ширина впадины	e_t	мм	$e_t = p/2=\pi m_n/2$
Радиальный зазор между зубьями	c	мм	$c = h_f-h_a=0,25m_n$
Параметры зубчатого венца, диска и ступицы колёс			
Ширина зубчатого венца: - шестерни; - колеса	b	мм	$b_1 = b_2+(25) \text{ мм},$ $b_2 = \psi_{ba} a$
Ширина торца зубчатого венца	S	мм	$S = 2,5m+2 \text{ мм}$
Длина ступицы: - шестерни; - колеса	l_{CT}	мм	$l_{CT1} = (0,8-1,5) d_{B1}$ $l_{CT2} = (0,8-1,5) d_{B2}$
Диаметр ступицы: - шестерни; - колеса	d_{CT}	мм	$d_{CT1} = 1,5 d_{B1}+10 \text{ мм.}$ $d_{CT2} = 1,5 d_{B2}+10 \text{ мм.}$
Фаски на торцах зубчатого венца	f	мм	$f=(0,6-0,7)m$
Фаски на торцах ступицы и углах обода	f_1	мм	f_1 - по табл. 3.1

3.3.1. Цилиндрические прямозубые и косозубые колёса

3.3.2. Конические прямозубые колёса

Дополнительным называют такой конус, образующие которого перпендикулярны образующим делительного, а осевая линия совпадает с осевой конического колеса.

Сечение зубьев дополнительным конусом называют торцовыми. Различают *внешнее, среднее и внутреннее торцовые сечения*. Зубчатый венец конического колеса ограничивается внешним и внутренним торцовыми сечениями.

Размеры, относящиеся к внешнему торцовому сечению, имеют индекс «е», а к среднему – «m».

Размеры на внешнем торцовом сечении удобнее для измерения. В связи с этим их используют в расчётах и указывают на чертежах. Размеры в среднем сечении используют при силовых расчётах. Для конических зубчатых колёс в качестве стандартного (расчётного) принимают внешний окружной делительный модуль m_e – для прямозубых колёс (ГОСТ 16202-81).

Рассматриваем параметры только конических прямозубых передач при межосевом угле $\Sigma = \alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$ с зубьями формы (рис. 3.14).

Диаметр длительной окружности колёс:

$$d_{e1} = m_e z_1, d_{e2} = m_e z_2. \quad (3.21)$$

Внешнее конусное расстояние – это длина образующей R_e делительного конуса от вершины до образующей внешнего делительного дополнительного конуса (**главный размер конической передачи**)

$$R_e = 0,5m_e \sqrt{z_1^2 z_2^2} = 0,5d_{e2} \sqrt{u^2 \frac{1}{u}}. \quad (3.22)$$

Внешние диаметры вершин d_{ae} и впадин d_{fe}

$$d_{ae} = d_e + 2 h_{ae} \cos \delta, \quad (3.23)$$

$$d_{fe} = d_e - 2 h_{fe} \cos \delta. \quad (3.24)$$

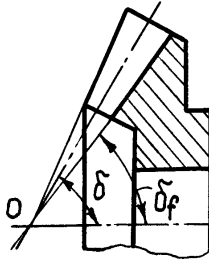


Рис. 3.14. Схема изменения высоты зуба по длине

Внешняя высота головки h_{ae} и ножки h_{fe} зуба

$$h_{ae} = m_e, \quad (3.25)$$

$$h_{fe} = h_e - h_{ae} = 1,2 m_e. \quad (3.26)$$

Внешняя высота зуба конического колеса

$$h_e = 2 m_e + c, \quad (3.27)$$

где $c = 0,2 m_e$ - величина зазора, мм.

Ширина зубчатого венца колеса [5,8,9]

$$b \leq 0,3 R_e = K_{be} R_e, \quad (3.28)$$

где K_{be} - коэффициент ширины зубчатого венца относительно внешнего конусного расстояния. Меньшие значения ($K_{be} = 0,285$) принимают для материалов с твердостью боковых поверхностей зубьев $>350\text{НВ}$.

Угол делительного конуса

$$\text{tg } \delta_1 = z_1/z_2, \text{tg } \delta_2 = 90 - \delta_1. \quad (3.29)$$

Номинальное значение d_e , b и других параметров устанавливает ГОСТ 12289. Соотношения размеров в среднем и внешнем торцовых сечениях:

$$R_e = R_m + 0,5b, d_e = d_m R_e/R_m = d_m + b \sin \delta, \quad (3.30)$$

$$m_e = m_m R_e/R_m = m_m + b \sin \delta/z. \quad (3.31)$$

Конструктивные формы зубчатых конических колёс. Зубчатые колеса с внешним диаметром вершин зубьев $d_{ae} = 120$ мм рекомендуется выполнять согласно рисунку 3.15. При угле делительного конуса $\delta \leq 30^\circ$ колеса выполняют согласно рисунку 3.15, а, а при угле $\delta \geq 45^\circ$ – по рис. 3.15, б. Можно использовать ту или другую конструкцию колеса при угле делительного конуса $30^\circ < \delta < 45^\circ$

При внешнем диаметре вершин зубьев $d_{ae} \leq 120$ мм форму зубчатых конических колес рекомендуют выполнять согласно рис. 3.16.

Для единичного и мелкосерийного производства рекомендуется использовать форму колес, представленных на рис. 3.16, а, а при серийном производстве (примерно больше 100 шт. в год) – по рис. 3.16, б, при этом значение толщины обода колеса δ_o рекомендуется определять по формуле:

$$\delta_o = 2,5m_{te} + 2 \text{ мм}, \quad (3.32)$$

$$\delta_1 = m_{te}. \quad (3.33)$$

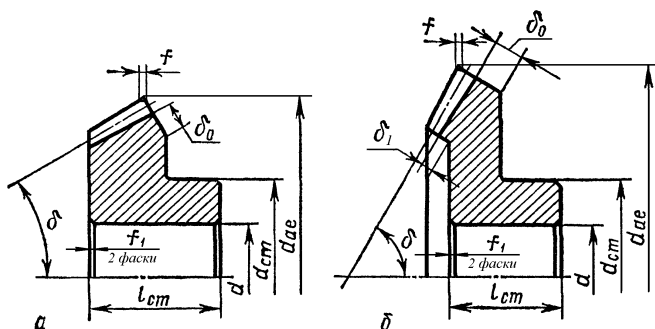


Рис. 3.15. Конструктивная форма конических зубчатых колёс [7]

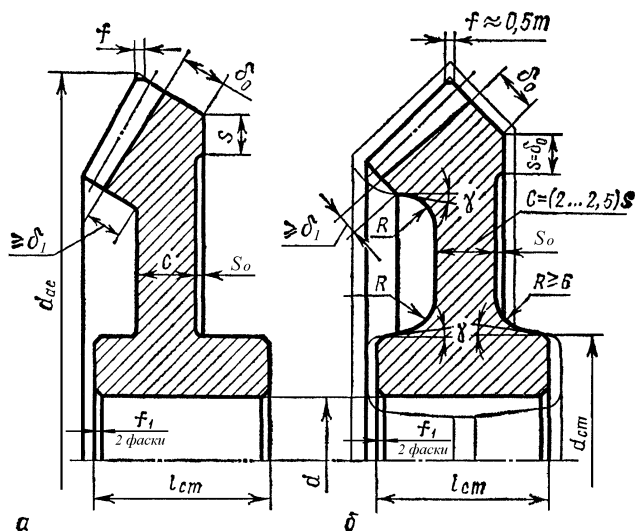


Рис. 3.16. Конструктивная форма конических зубчатых колёс

С целью обеспечения свободной выемки заготовки колес из штампа значение штамповочных уклонов принимают равными 7° , а радиусов скругления – R больше или равно 6 мм.

При внешнем диаметре d_{ae} 180 мм с целью экономии материалов конические зубчатые колёса целесообразно изготавливать составными [7].

Расчёт, как и для цилиндрических колёс, удобнее вести в форме таблицы. Алгоритм расчёта геометрических параметров колёс помещён в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Параметры колёс и зацепления

Параметр			Расчётные формулы
наименование	обозначен.	един. измерения	
1	2	3	4
Параметры конических колёс			
Диаметр делительной окружности: - шестерни; - колеса	d_e	мм	$d_{e1} = m_e z_1$ $d_{e2} = m_e z_2$
Внешнее конусное расстояние	R_e	мм	$R_e = 0,5 m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
Диаметр выступов зубьев: - шестерни; - колеса	d_{ae}	мм	$d_{ae1} = d_{e1} + 2 h_{ae} \cos \delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2 h_{ae} \cos \delta_2$
Диаметр впадин зубьев: - шестерни; - колеса	d_{fe}	мм	$d_{fe1} = d_{e1} - 2 h_{fe} \cos \delta$ $d_{fe2} = d_{e2} - 2 h_{fe} \cos \delta$
Диаметр вала	d_v	мм	$d_{v1} = 0,2 d_1, d_{v2} = 0,2 d_2$
Параметры зуба			
Внешняя высота зуба	h_e	мм	$h_e = 2 m_e + c$
Внешняя высота головки зуба	h_{ae}	мм	$h_{ae} = m_e$
Внешняя высота ножки зуба	h_{fe}	мм	$h_{fe} = h_e h_{ae} = 1,2 m_e$
Толщина зуба по делительной окружности	s_{te}	мм	$s_{te} = p/2 = \pi m_e/2$
Ширина впадины	e_{te}	мм	$e_{te} = p/2 = \pi m_e/2$
Радиальный зазор между зубьями	c	мм	$c = 0,2 m_e$
Параметры зубчатого венца, диска и ступицы колес			
Ширина зубчатого венца: - шестерни; - колеса	b	мм	$b \leq 0,3 R_e = K_{be}$ $R_e = 0,285 R_e$

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4
Угол делительного конуса: - шестерни; - колеса	δ	град.	$\operatorname{tg} \delta_1 = z_1 / z_2 \delta \leq 30^\circ$ $\operatorname{tg} \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$
Ширина торца зубчатого венца	S	мм	$S = 2,5m_n + 2$ мм
Длина ступицы: - шестерни; - колеса	$l_{\text{ст}}$	мм	$l_{\text{ст}1} = (0,8-1,5) d_{\text{в}1}$ $l_{\text{ст}2} = (0,8-1,5) d_{\text{в}2}$
Диаметр ступицы: - шестерни; - колеса	$d_{\text{ст}}$	мм	$d_{\text{ст}1} = 1,5 d_{\text{в}1} + 10$ мм. $d_{\text{ст}2} = 1,5 d_{\text{в}2} + 10$ мм.
Фаски на торцах зубчатого венца	f	мм	$f = (0,6-0,7)m$
Фаски на торцах ступицы и углах обода	f_1	мм	f_1 - по табл. 3.2
Размер конструктивного элемента	δ_o	мм	$\delta_o = 2,5m_{\text{тe}} + 2$ мм
Размер конструктивного элемента	δ_1	мм	$\delta_1 = m_{\text{тe}}$

3.4. Условные изображения и правила выполнения чертежей зубчатых колёс

На чертеже зубчатые колёса, рейки, червяки и звёздочки цепных передач изображаются условно согласно ГОСТу 2.402, ГОСТу 2.403, ГОСТу 2.405.

Наиболее подробно мы рассмотрим только цилиндрические и конические зубчатые передачи. Для выявления формы зубчатого колеса достаточно одного изображения. Но в случае наличия шпоночного или шлицевого посадочного отверстия в ступице для соединения с валом, допускается дополнительно изображать согласно ГОСТу 2.305 только контур отверстия (приложение М).

Зубья зубчатых колёс вычерчивают только в осевых разрезах, условно совмещая их с секущей плоскостью, при этом их показывают не рассечёнными (рис. 3.17).

При необходимости *профиль зуба* показывают на ограниченном участке изображения колёса (рис. 3.17 б), либо используют выносной элемент. *Окружности и образующие поверхности выступов* зубьев вычерчивают сплошными основными линиями, в том числе и в зоне зацепления (рис. 3.17 в, г), *делительные окружности* показывают штрихпунктирной линией, *окружность и образующую поверхности впадин* зубьев на видах не показывают или изображают тонкой сплошной линией (рис. 3.17 в).

В разрезах и сечениях *образующую поверхность впадин зубьев* изображают сплошной основной линией.

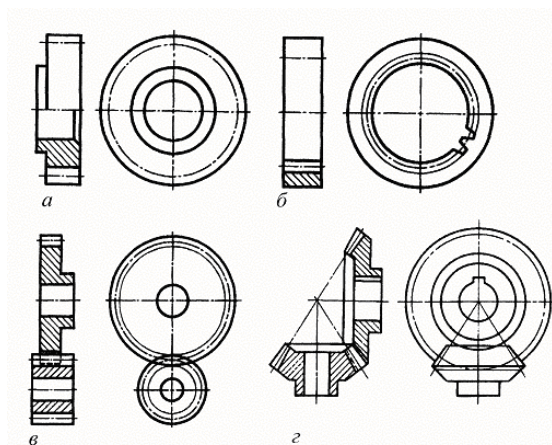
При прохождении секущей плоскости через оси обоих зубчатых колёс, находящихся в зацеплении, на разрезе в зоне зацепления зуб ведущего колеса (предпочтительно) показывают расположенным перед зубом ведомого колеса. В данном случае *образующую поверхность выступов* ведомого колеса показывают основной пунктирной линией (рис. 3.17 в, г).

Если необходимо показать *направление зубьев* зубчатого колеса, то на изображении поверхности колеса, как правило, вблизи оси, наносят три сплошные тонкие параллельные линии с соответствующим наклоном (рис. 3.18).

На чертежах зубчатых колёс (рис. 3.19 и 3.20), выполненных на формате А3, наносят необходимые для их изготовления следующие размеры:

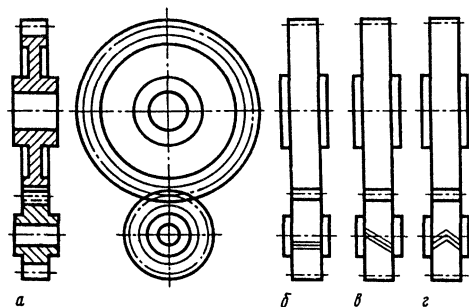
- диаметр окружности вершин зубьев d_a ;
- ширину зубчатого венца b ;
- размеры фасок на торцевых кромках цилиндра вершин зубьев;

- шероховатость боковых поверхностей зубьев и т.п.
 Остальные размеры наносят в зависимости от конструкции зубчатых колёс.



а - цилиндрическое колесо; б - изображение профиля зуба;
 в, г - цилиндрическая и коническая передача

Рис. 3.17. Условное изображение зубчатых колёс их элементов и передач [3,8]



а - зацепление; б - прямозубое; в - косозубое; г - шевронное

Рис. 3.18. Правило нанесения направления зубьев цилиндрических колёс

Кроме размеров, на чертежах наносят значение шероховатости, твёрдости, вид покрытия (оцинкование, воронение, омеднение, покраска и т.п.) элементов поверхностей.

Кроме того указывают класс точности, предельные отклонения элементов, поверхностей, допуск расположения поверхностей (параллельность, перпендикулярность), допуск формы поверхности (плоскостность и др.). Остальные размеры наносят в зависимости от конструкции зубчатого колеса.

В правом верхнем углу чертежа помещают таблицу параметров, которая состоит из трёх частей, разделённых друг от друга сплошными основными линиями:

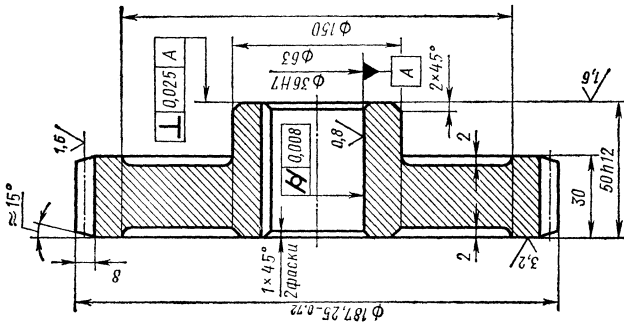
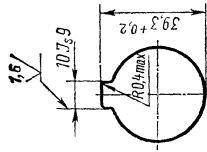
первая часть – основные данные (для изготовления);

вторая часть – данные для контроля;

третья часть – справочные данные. Неиспользованные графы таблицы исключают или прочёркивают.

6.3 \sqrt{M}

Модуль	т	з
Число зубьев	Z	58
Угол наклона	β	16°20'
Направление линии зуба		правое
Нормальный исходный модуль		ГОСТ 13755-68
Коэффициент смещения	X	0
Степень точности		8-B
Делительный диаметр	d	181,25



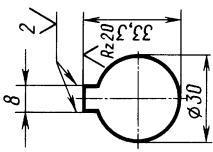
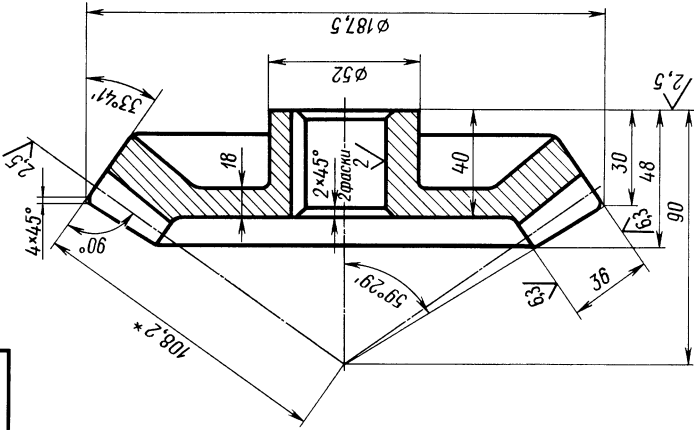
1. НВ 269...302.
2. Радиусы скруглений 1,6 мм тах.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий +t, валов -t, остальных ±t/2 среднего класса точности по СТ СЭВ 302-76.

Изм.	Дата	Исполн.	Провер.	Утверд.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

Колесо
зубчатое

Сталь 40 × ГОСТ 4543-71

КР.02.НГ.ИГ.01.08.001



1. Неуказанные радиусы 2 мм.
2.* Размер для справок

А (✓)

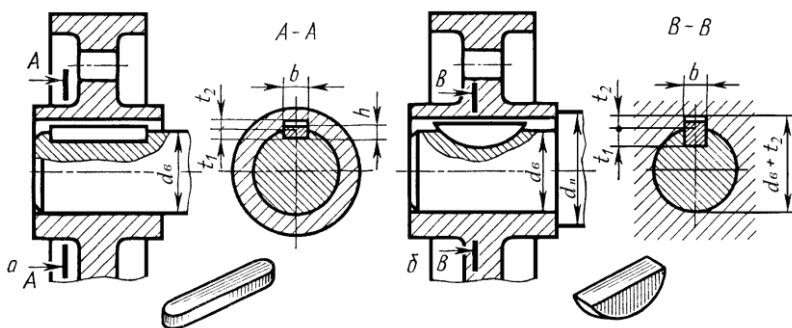
Внешний окружной модуль	me	6
Число зубьев	Z	30
Тип зуба		Прямой
Исходный контур		ГОСТ 13754-81
Корректировка смещения исходного контура	Xe	0
Угол делительного конуса	delta	56°19'
Угол конуса впадин	delta_f	52°31'
Степень точности по ГОСТ 1758-81		Ст 8-7-X

КР.02.НГ.ИГ.01.08.001		Имя	Место	Дата
КОЛЕСО		Уч		
ЗУБЧАТОЕ		Дата		
Страна 45 ГОСТ 16868		Лист	1	Издание 1
ЧВАИИ 14.3				

4. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

4.1. Шпоночные соединения, выбор шпонок

Шпонка представляет собой стальную деталь, вставляемую в пазы вала и ступицы, служит для соединения деталей: зубчатого колеса, звездочки, шкива и т.п. с осью или валом и передачи вращающего момента (рис. 4.1).



а–призматической; б–сегментной

Рис. 4.1. Соединение шпонкой [7–9]

Все виды шпонок д (рис. 4.2) делятся на:

- призматические (ГОСТ 23360);
- клиновые (ГОСТ 24068), [3];
- сегментные (ГОСТ 24071);
- цилиндрические шпонки (разновидности призматической).

Торцы призматических и клиновых шпонок могут быть скругленными или без скругления, т.е. плоскими.

Призматические шпонки наиболее широко применяются в соединениях общего машиностроения. Они в основном используются для передачи больших вращающих моментов. Призматическая шпонка установлена на валике педали муфты сцепления КраЗ-255Б.

Наиболее широкое распространение в механизмах автомобилей и гусеничных машин получили сегментные шпоночные соединения. С помощью сегментных шпонок, например, закрепляют зубчатые колёса на носке коленчатого вала, привода распределительного вала, вала водяного, масляного насосов на двигателе ЯМЗ-238А. Сегментные шпонки установлены на валах коробки передач автомобилей ЗИЛ-130, и т.п.

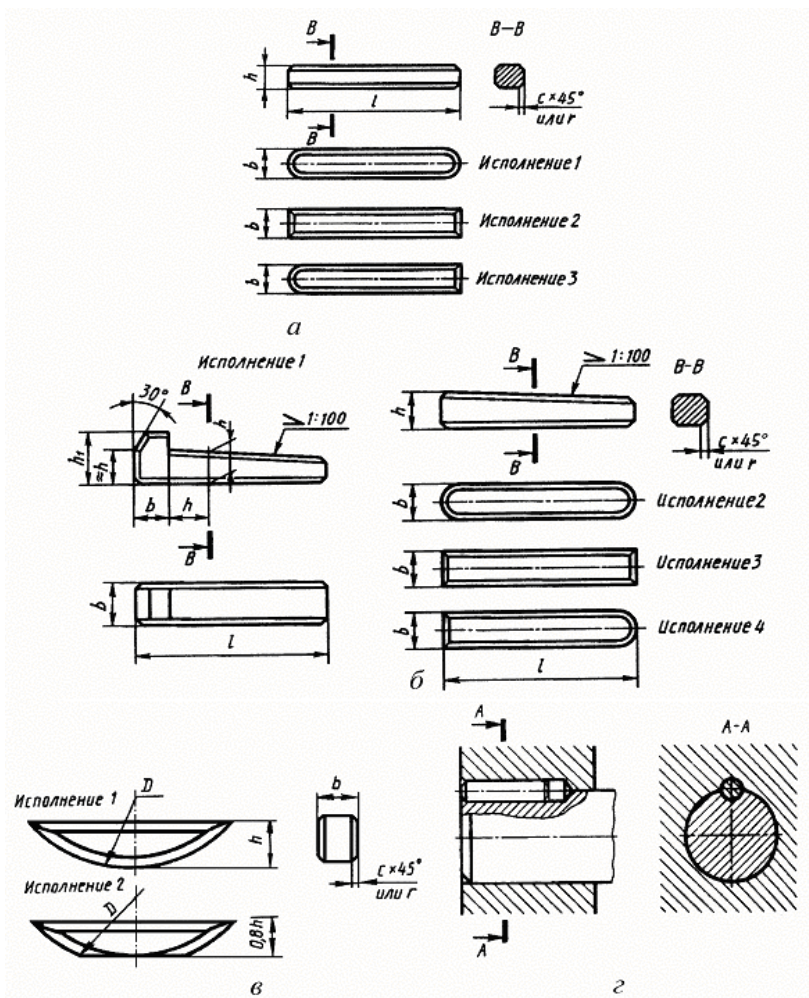
Клиновые шпонки из-за ряда недостатков практически не применяют. Недостатками клиновых шпонок являются:

- более сложная технология изготовления из-за уклона, который равен 1:100;
- возникающий дисбаланс и, как следствие, вибрация вала из-за смещения осей вала и ступицы.

Размеры шпонок и шпоночных пазов выбирают по таблицам ГОСТа в зависимости от диаметра вала [15] (табл. 4.1 и табл. 4.2).

Длина шпонки выбирается в зависимости от передаваемых усилий, т.е. это – расчётная величина и должна быть на 8–10 мм короче длины ступицы [7, с. 71]. Фаска или радиус на шпонке $s = r = 0,25-0,4$ для диаметра вала $d_b = 12-30$ мм и $s = r = 0,4-0,6$ для диаметра вала $d_b = 30-65$ мм.

Фаска или радиус на шпонке $c = r = 0,16-0,25$ для диаметра вала $d_b = 12-18$ мм и $c = r = 0,25-0,4$ для диаметра вала $d_b = 18-40$ мм.



а – призматические; б – клиновые; в – сегментные;
г – цилиндрические

Рис. 4.2. Тип шпонок [7-9]

Таблица 4.1

Размеры призматических шпонок и пазов (ГОСТ 23360-78), мм

Диаметр вала	Размеры шпонки		Шпоночный паз		Интервалы длин шпонок	
			вал	втулка	от	до
d_b	b	h	t_1	t_2	l^*	
Св.12...17	5	5	3	2,3	10	56
Св.17...22	6	6	3,5	2,8	14	70
Св. 22...30	8	7	4	3,3	18	90
Св. 30...38	10	8	5	3,3	22	110
Св. 38...44	12	8	5	3,3	28	140
Св. 44...50	14	9	5,5	3,8	36	160
Св. 50...58	16	10	6	4,3	45	180

❖ Длина шпонки l должна выбираться из ряда чисел: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70 и т.д.

Таблица 4.2

Размеры сегментных шпонок и пазов (ГОСТ 24071-80)

Диаметр вала	Размеры шпонки			Шпоночный паз	
				вал	втулка
d_b	b	h	D	t_1	t_2
Св. 12 до 15	3	5	13	3,8	1,4
Св. 15 до 18	3	6,5	16	5,3	1,4
Св. 18 до 20	4	6,5	16	5	1,8
Св. 20 до 22	4	7,5	19	6	1,8
Св. 22 до 25	5	6,5	16	4,5	2,3
Св. 25 до 28	5	7,5	19	5,5	2,3
Св. 28 до 32	5	9	22	7	2,3
Св. 32 до 36	6	9	22	6,5	2,8
Св. 36 до 40	6	10	25	7,5	2,8
Св. 40	8	11	28	8	3,3

4.2. Шлицевые (зубчатые) соединения и их выбор

Шлицевые соединения условно можно рассматривать как многошпоночные, у которых шпонки выполнены за одно целое с валом. **Шлицевое (зубчатое) соединение вала со ступицей детали** (колеса, шкива, звездочки и т.п.) образуется с помощью выступов, выполненных за одно целое с валом, и соответствующей формы пазов в отверстии ступицы.

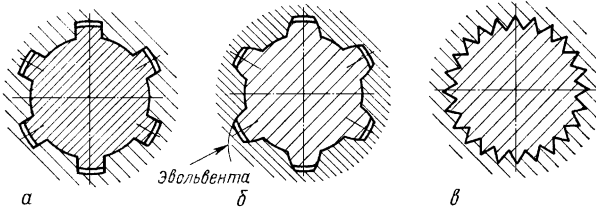
Выступы называют **шлицами** (зубьями). В отверстии ступицы детали, соединяемой с валом, изготавливают соответствующей формы пазы. В зависимости от формы профиля зубьев соединения бывают с прямобочными, эвольвентными и треугольными шлицами (рис. 4.3).

Шлицевые (зубчатые) соединения *служат для:*

- соединения деталей (зубчатых колес, шкивов и т.п.) с валом;
- передачи вращающего момента;
- обеспечения, при необходимости, осевого перемещения деталей по валу (например, в коробке передач автомобиля).

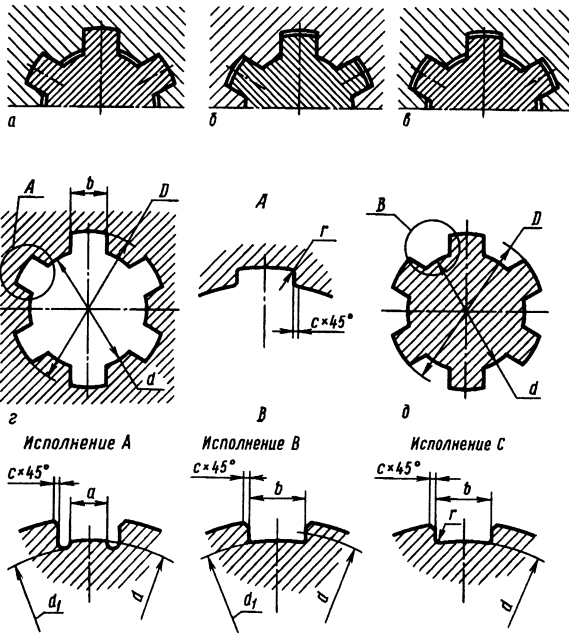
Основным их достоинством является обеспечение передачи большей мощности и более точного центрирования осей вала и ступицы.

Наиболее распространены *прямобочные* шлицевые соединения (ГОСТ 1139). Их применяют с центрированием ступицы по наружному D , внутреннему d диаметру и боковым сторонам b шлицев (рис. 4.4).



а – с прямобочными; б – с эвольвентными;
в – с треугольными шлицами

Рис. 4.3. Шлицевое соединение [9]



а – по наружному диаметру; б – по внутреннему диаметру;
в – по боковым поверхностям; г, д – по конструктивным
исполнениям их элементов

Рис. 4.4. Прямобочное шлицевое соединение с центрированием [9]

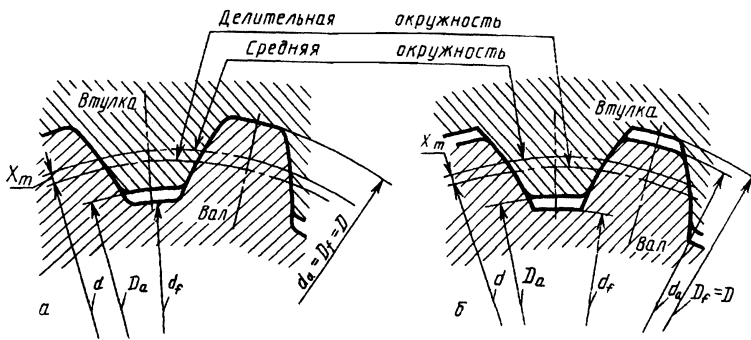
Форма шлицевого отверстия в поперечном сечении ступицы при любом способе центрирования выполняется одинаково (рис. 4.4, г). Форма шлицевого вала в поперечном сечении имеет исполнение А или С при центрировании по d и исполнение В при центрировании по D или b .

В зависимости от размера и количества шлицев существует три серии соединений:

- легкая для неподвижных или слабонагруженных соединений;
- средняя для средненагруженных соединений;
- тяжелая для подвижных нагруженных соединений.

Эвольвентное шлицевое соединение (ГОСТ 6033) различают с центрированием ступицы по наружному диаметру D (рис. 4.5, а) и по боковым сторонам s (рис. 4.5, б) шлицев.

Треугольное шлицевое соединение применяют только с центрированием по боковым поверхностям (рис. 4.6).



а - по наружному диаметру;
б - по боковым поверхностям зубьев

Рис. 4.5. Эвольвентное шлицевое соединение с центрированием [9]

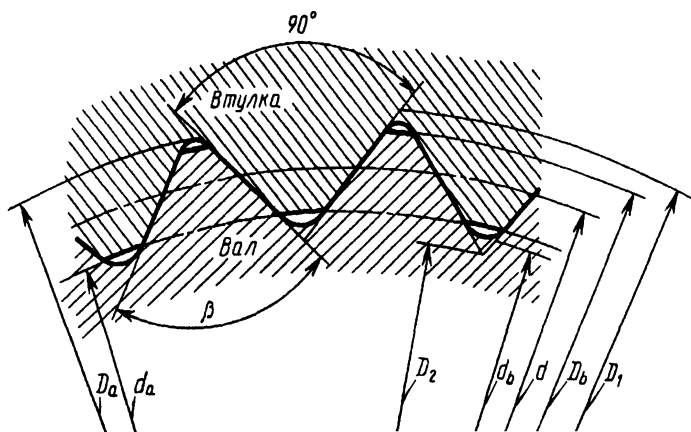


Рис. 4.6. Треугольное шлицевое соединение с центрированием по боковым поверхностям [9]

Основные размеры прямобочных шлицевых соединений *выбирают* по ГОСТу 1139 в зависимости от серии и наружного диаметра вала [12] (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Параметры прямобочных шлицевых соединений

Число зубьев	d	D	b	d_{1min}	c	R_{max}
Легкая серия						
6	23	26	6	22,1	0,3	0,2
	26	30	6	24,6		
	28	32	7	26,7		
8	32	36	6	30,4	0,4	0,3
	36	40	7	34,5		
	42	46	8	40,4		
	46	50	9	44,6		

4.3. Условные изображения и обозначения шпоночных и шлицевых соединений

Шпонки. Чертежи *шпоночных соединений* выполняют по общим правилам. В продольных разрезах все шпонки показывают не рассечёнными. В поперечных разрезах шпонка штрихуется согласно ГОСТу 2.306. В связи с тем, что у шпонок рабочими являются боковые поверхности, для обеспечения сборки существует зазор между ступицей и шпонкой. Зазор составляет десятые доли миллиметра, но на чертеже он *показывается*.

Условные обозначения шпонок установлены стандартами и включают:

- наименование;
- вариант исполнения, кроме исполнения 1;
- размер ширины b , высоты h и длины l ;
- номер стандарта, по которому выбраны размеры.

Выбранную шпонку при записи в спецификацию, при необходимости, на чертежах сборочных единиц, на чертежах общего вида обозначают в соответствии с требованием стандарта.

Примеры условного обозначения. Призматическая шпонка исполнения 1 с размерами по ГОСТу 23360-78 $b = 10$ мм, $h = 7$ мм, $l = 28$ мм.

Шпонка 10x7x28 ГОСТ 23360-78.

Те же размеры, исполнение 2.

Шпонка 2 – 10x7x28 ГОСТ 23360-78.

Пример условного обозначения. Сегментная шпонка исполнения 2 с размерами по ГОСТу 24071-80, $b \times h = 5 \times 5,2$ мм.

Шпонка 2 – 5x5,2 ГОСТ 24071-80.

Шлицы прямобочные. ГОСТ 2.409 устанавливает условное изображение шлицевых (зубчатых) валов, отверстий и их соединений, правила выполнения элементов соединений на чертежах зубчатых валов, отверстий.

Окружности и образующие поверхностей выступов *зубьев вала* и *отверстия* выполняют сплошными основными линиями (рис. 4.7).

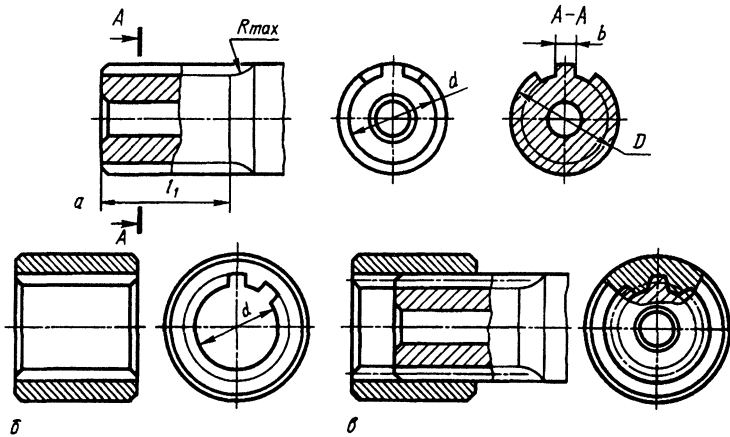
Окружности и образующие поверхностей впадин на изображениях *зубчатого вала* и *отверстия* показывают сплошными тонкими линиями, при этом сплошная тонкая линия поверхности впадин на проекции *пересекает* линию границы фаски.

Образующие поверхности впадин на продольных разрезах вала и отверстия показывают сплошными основными линиями.

Проекцию вала и отверстия на плоскость, перпендикулярную его оси, а также *в поперечных разрезах и сечениях* окружности впадин показывают сплошными тонкими линиями.

Изображения на плоскости, *перпендикулярной оси зубчатого вала и отверстия*, вычерчивают профиль одного зуба и двух впадин, при этом фаски на конце зубчатого венца и в отверстии не показывают.

Число и размеры поперечного сечения шлицев принимают в зависимости от диаметра вала по соответствующим стандартам. *Длина шлицев* определяется расчётом на прочность и согласуется с длиной ступицы колеса.



а – вал; б – втулка; в – соединение

Рис. 4.7. Условное изображение шлицевых соединений и их деталей [9]

На чертеже вала или отверстия выполняется условное обозначение шлицевого (зубчатого) соединения.

Примеры условного обозначения прямобочного шлицевого соединения.

Втулка при центрировании по внутреннему диаметру d

$$D - 6x32H7x36H12x6D9,$$

где d – вид центрирования;

6 – число зубьев;

32 – внутренний диаметр с полем допуска H7;

36 – наружный диаметр с полем допуска H12;

6 – ширина зуба с полем допуска D9.

То же для вала

$$d - 6x32f7x36a11x6f8,$$

где $f7$, $a11$, $f8$ – поля допусков размеров d , D и b соответственно.

То же для соединения $d - 6x32H7/f7x36H12/a11x6D9/f8$.

5. ЧЕРТЕЖИ СХЕМ.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ

5.1. Схемы, основные понятия и определения

Схема – *графический конструкторский документ, на котором в виде условных изображений или обозначений показаны составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними* [ГОСТ 2.102]. ГОСТ 2.701 устанавливает *виды и типы* схем.

В зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия, схемы подразделяются на виды, которым присвоены соответствующие буквенные обозначения:

Электрические – Э;

Гидравлические – Г;

Пневматические – П;

газовые (кроме пневматических) – Х;

кинематические – К;

вакуумные – В;

оптические – Л;

энергетические – Р;

деления – Е;

комбинированные – С.

Элемент схемы – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на составные части, имеющие самостоятельное функциональное значение (муфта, резистор).

Линия взаимосвязи – отрезок линии на схеме, показывающий связь между функциональными частями изделия.

Функциональная часть – элемент, оборудование или функциональная группа.

Функциональная группа – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в одну конструкцию.

Типы схем и соответствующие им цифровые обозначения установлены в зависимости от основного назначения схемы:

- структурные – 1;
- функциональные – 2;
- принципиальные полные для электрических схем – 3;
- соединений (монтажные) – 4;
- подключения – 5;
- общие – 6;
- расположения – 7;
- объединённые – 0.

Например, схема электрическая принципиальная имеет код ЭЗ; схема структурная кинематическая – К1 и т.д.

Структурная – схема, определяющая функциональные основные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Они служат для общего ознакомления с изделием, определяют взаимосвязь его составных частей и их назначение.

Функциональная – схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных цепях или изделии в целом.

Принципиальная (полная) – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая, как правило, детальное представление о принципах работы изделия.

5.2. Общие требования к выполнению схем

Элементы схемы вычерчиваются без соблюдения масштаба. Толщина линий связи выбирается в пределах от 0,2 до 1,0 мм, рекомендуемая толщина 0,3–0,5 мм. Размеры

графических элементов, а также толщина их линий должны быть одинаковыми на всех схемах данного изделия. Толщина линий графических обозначений на схемах и линий связи должна быть одинаковой.

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- условные графические обозначения, установленные стандартами ЕСКД, например, в схемах кинематики, по ГОСТу 2.770;

- упрощённые внешние очертания, в том числе аксонометрические;

- в виде прямоугольников;

- не стандартизованные условные графические обозначения, с пояснительными надписями на схеме.

На схемах допускается помещать различные технические данные, определяемые типом и видом схемы. Эти сведения помещают либо около графических обозначений (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле чертежа. Например, около графических обозначений элементов и устройств помещают номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания и т.п.

5.3. Условные графические обозначения в схемах

Элементы условных графических обозначений в кинематических схемах устанавливает ГОСТ 2.770 (рис. 5.1), в гидравлических и пневматических схемах – ГОСТ 2.780 и т.д.

5.4. Правила выполнения кинематических схем

Общие требования к выполнению кинематических схем регламентированы стандартами ГОСТ 2.701, ГОСТ 2.703 и ГОСТ 2.770.

В зависимости от основного назначения, кинематические схемы подразделяются на следующие типы: принципиальные, структурные, функциональные.

Принципиальная кинематическая схема представляет собой совокупность кинематических элементов и их соединений, предназначенных для осуществления регулирования, управления и контроля заданных движений исполнительных органов (рис. 5.2).

На схеме показывают кинематические связи (механические и не механические), предусмотренные внутри исполнительных органов, между отдельными парами, цепями и группами, а также связи с источником движения (двигателем).

На принципиальной кинематической схеме изображают следующие основные элементы:

- валы, оси, стержни, шатуны, кривошипы и т.п. – сплошными основными линиями толщиной $s = 0,5-1,4$ мм (ГОСТ 2.303);
- зубчатые колёса, червяки, шкивы, кулачки и другие элементы в виде упрощённых внешних очертаний – сплошной линией толщиной $s/2$;
- контур изделия, в который вписана схема или её часть – сплошной тонкой линией толщиной $s/3$;
- кинематические связи между сопряженными парами звеньев, вычерченных отдельно – штриховыми линиями толщиной $s/2$ и т.д.

Наименование	Обозначение	Назначение
Кулачки: барабанные, цилиндрические, вращающиеся		Для осуществления криволинейного движения
1. Вал, ось, стержень и п.п.		Для поддержания вращающихся деталей: зубчатых колес, шкивов, роликов и п.п. и для передачи крутящего момента (вал)
2. Подшипники скольжения и качения на валу (без уточнения типа): а) роликовые; б) упорные		Для поддержания вращающегося вала или оси
3. Подшипники скольжения радиальные		
4. Подшипники качения: а) роликовые; б) радиально-упорные		
5. Муфта. Общее обозначение без уточнения типа Муфта упругая Муфта сцепления (управляемая). Общее обозначение		
6. Тормоз. Общее обозначение		Для снижения скорости вращения вала или прекращения его вращения
7. Маховик на валу		Для сообщения вращения валу или винту вручную
8. Храповой зубчатый механизм с наружным зацеплением		Для осуществления периодического вращения в одном направлении
9. Передача ремнём без уточнения типа ремня		Для передачи вращения от одного вала к другому при значительном расстоянии между ними
10. Передача цепью. Общее обозначение без уточнения типа цепи		
11. Пружины: а) цилиндрические сжатия; б) цилиндрические растяжения		Для создания усилия, действующего на какую-либо деталь
12. Передачи зубчатые цилиндрические: а) внешнее зацепление (общее обозначение без уточнения типа зубьев); б) внутреннее зацепление		Для передачи вращения от одного вала к другому: а) при параллельных валах б) при пересекающихся валах
13. Передачи зубчатые с пересекающимися валами и конические (общее обозначение без уточнения типа зубьев)		в) при скрещивающихся валах
14. Передачи с цилиндрическим червяком (скрещивающиеся валы)		в) при скрещивающихся валах
15. Передачи зубчатые реечные (общее обозначение без уточнения типа зубьев)		Для преобразования вращательного движения в поступательное или наоборот

Рис. 5.1. Условные графические обозначения в схемах кинематики [3]

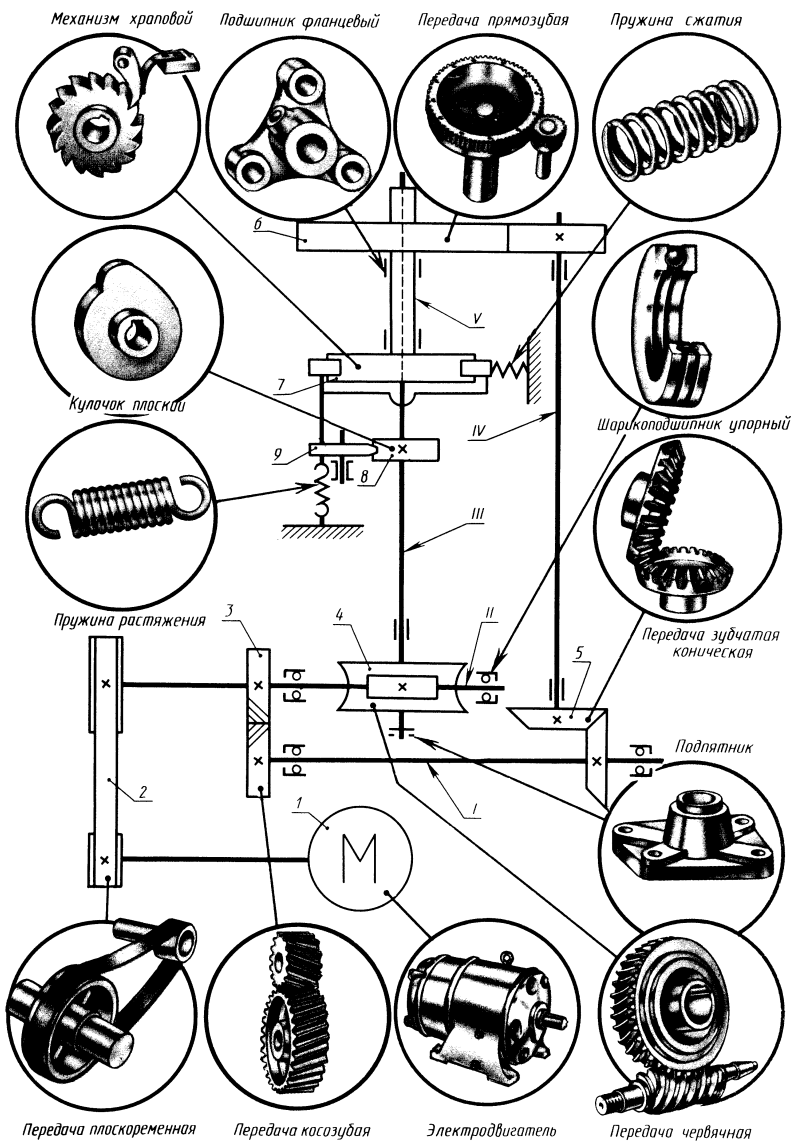


Рис. 5.2. Кинематическая схема привода автомата с цанговыми зажимами [3]

На принципиальной схеме изделия указывают:

- наименование каждой кинематической группы элементов с учетом её основного функционального назначения (например, суппорт, привод подачи), которое наносят на полке линии-выноски, проведённой от соответствующей группы;

- основные характеристики и параметры кинематических элементов, определяющие исполнительные движения рабочих органов изделия или его составных частей.

Примерный перечень основных характеристик и параметров кинематических элементов приводится в приложении (ГОСТ 2.703), либо в работе [3, 15].

Каждому кинематическому элементу схемы присваивают порядковый номер, начиная от источника энергии (движения) или буквенное позиционное обозначение, например:

- механизм (общее обозначение) – А;
 - вал – В;
 - элементы кулачкового механизма (кулачок, толкатель) – С;
 - разные элементы – Е;
 - элементы механизм с гибкой связью (цепь, ремень) – Н;
 - источник движения (двигатель) – М;
 - элементы зубчатого или фрикционного механизма – Т;
- муфта – Х;
- тормоз У и т.д.

Структурная кинематическая схема содержит все основные функциональные части изделия (элементы, устройства) и основные взаимосвязи между ними. Структурные

схемы изделия представляют либо графическим изображением с применением простых геометрических фигур, либо аналитической записью, допускающей применение ЭВМ. Наименование соответствующей функциональной части изделия вписывают внутрь геометрической фигуры.

Функциональная кинематическая схема включает изображение функциональных частей изделия, участвующих в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями. Изображения выполняют посредством простых геометрических фигур с соответствующими надписями и линиями взаимосвязи.

ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение и наименование документа	№ раздела, подраздела, в котором дана ссылка
ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Правила выполнения конструкторских документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ	2.2.1
ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов	2.1, 2.2.6, 5.1
ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки	2.1
ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи	2.2.1, 2.3.1
ГОСТ 2.105-96 ЕСКД и ИУС № 9, 2006 г. Общие требования к текстовым документам	2.2.2, 2.2.3
ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы	1.7, 2.1.2
ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам	2.3.1
ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов	2.2.6
ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы	2.2.4, 2.3, 2.3.1
ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы	2.3.1
ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии	2.2.1, 2.3.1, 5.4
ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные	2.2.1
ГОСТ 2.305-68 ЕСКД. Изображения-виды, разрезы, сечения	2.3.1, 3.4
ГОСТ 2.306-68 ЕСКД. Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах	4.3
ГОСТ 2.307-68 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений	2.3.1
ГОСТ 2.309-73 ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхностей	2.3.1
ГОСТ 2.310-68 ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки	2.3.1
ГОСТ 2.316-08 ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц	2.2.3, 2.3.1

ГОСТ 2.402-68 ЕСКД. Условное изображение зубчатых колёс, реек, червяков и звездочек цепных передач	2.3.1, 3.4
ГОСТ 2.403-75 ЕСКД. Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых передач	2.3.1, 3.4
ГОСТ 2.405-75 ЕСКД. Правила выполнения чертежей конических зубчатых колёс	2.3.1, 3.4
ГОСТ 2.409-74 ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений	2.3.1, 4.3
ГОСТ 2.501-88 ЕСКД. Способы складывания листов чертежей	2.3.1
ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению	2.2.6, 2.3.1, 5.1, 5.4
ГОСТ 2.703-68 ЕСКД. Правила выполнения кинематических схем	2.3.1, 5.4
ГОСТ 2.770-68 ЕСКД. Элементы кинематики	2.3.1, 5.2, 5.3, 5.4
ГОСТ 2.780-68 ЕСКД. Элементы гидравлических и пневматических сетей	5.3
Правила библиографического описания по ГОСТам 7.1-84, 7.80-2000, 7.82-2001, 7.83-2001 и оформления научной документации	2.2.12
ГОСТ 13.1.002-03. Репрография. Микрография. Документы для съёмки. Общие требования и нормы	2.1.1
ГОСТ 1139-80. ОНВ. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски	4.2
ГОСТ 6033-80. ОНВ. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30°. Размеры, допуски и измеряемые величины	4.2
ГОСТ 6572-91. Покрытия лакокрасочные тракторов и сельхозмашин. Общие технические требования	2.3.1
ГОСТ 6636-69 ОНВ. Нормальные линейные размеры	3.2.1
ГОСТ 9563-60 ОНВ. Модули эвольвентных зубчатых колёс	3.2.1
ГОСТ 12289-76. Передачи зубчатые конические. Основные параметры	3.2.2.

ГОСТ 16202-81. Передачи зубчатые конические с круговыми зубьями. Исходный контур	3.2.2
ГОСТ 16530-83. Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения	3.1
ГОСТ 16531-83. Передачи зубчатые цилиндрические. Термины, определения и обозначения	3.1
ГОСТ 19324-80. Передачи зубчатые конические с прямым зубом	3.1
ГОСТ 19325-73. Передачи зубчатые конические. Термины, определения и обозначения	3.1, 3.2.2
ГОСТ 19326-73. Передачи зубчатые конические с круговыми зубьями. Расчет геометрии	3.1
ГОСТ 23360-78. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов	4, 4.3
ГОСТ 24068-80 ОНВ. Соединения шпоночные с клиновыми шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов	4
ГОСТ 24071-80 ОНВ. Соединения шпоночные с сегментными шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки	4, 4.3

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Наука, 1975. – 640 с.
2. Баранова, Л.А. [и др.] Основы черчения: учеб. для средних специальных учебных заведений / Л.А. Баранова, Р.Л. Боровикова [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1996. – 384 с.
3. Березовский, Ю.Н. Детали машин: учебник для машиностроительных техникумов / Ю.Н. Березовский, Д.В. Чернилевский [и др.] / под ред. Бородина Н.А. – М.: Машиностроение, 1983. – 384. с.
4. Боголюбов, С.К. Черчение: учеб. для средних специальных учебных заведений / С.К Боголюбов. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.
5. Введенский, Б.А. Энциклопедический словарь. / Б.А. Введенский, С.Р. Гершберг [и др.] Т. 1 и 2. – М.: Советская энциклопедия. 1964. – 736 с.
6. Власов, М.П. Инженерная графика: учеб. пособие для вузов / М.П. Власов. – М.: Машиностроение, 1979. – 279 с.
7. Вяткин, Г.П. Машиностроительное черчение: / учебное пособие для вузов / под ред. Г.П. Вяткина. – М.: Машиностроение, 1977. – 304 с.
8. Гузенков, П.Г. Детали машин: учеб. для вузов / П.Г. Гузенков. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1986. – 359 с.
9. Детали машин и основы конструирования / под ред. М.Н. Ерохина. – М.: «Колос», 205. – 462 с.
10. Дунаев, П.Ф. Детали машин. Курсовое проектирование / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов: учеб. пособие для машиностроит. спец. техникумов. – М.: Высш. шк., 1984. – 336 с.

11. Иванов, М.Н. Детали машин: учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений / М.Н. Иванов. – 5-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1991. – 383 с.
12. Иосилевич, Г.Б. Детали машин: учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов / Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
13. Кирьянов, А.М. Курсовое проектирование по деталям машин / А.М. Кирьянов, Л.А. Ларионова: учеб. пособ. – Челябинск: / ЧВВАИУ, 1987. – 61 с.
14. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин, Г.С. Куклина: учеб. для машиностроит. спец. Техникумов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1987. – 383 с.
15. Кудрявцев, В.Н. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие для студентов машиностроит. спец. вузов / В.Н. Кудрявцев, Ю.А. Державец, И.И. Арефьев [и др.]; /под общ. ред. В.Н. Кудрявцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1984. – 400 с.
16. Решетов, Д.Н. Детали машин: учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.
17. Чекмарёв А. А. Инженерная графика / А.А. Чекмарёв: учеб. для немаш. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1998. – 335 с.
18. Чекмарёв, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарёв., В.К. Осипов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., «Академия», 2001. – 493 с.
19. Энциклопедический словарь / под ред. Б.А. Введенского. – Т. 2, – М.: Советская энциклопедия, 1964. – 736 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
(пример оформления)

Рассчитать и спроектировать цилиндрическую прямозубую зубчатую передачу по схеме (рис. 1). На базе рассчитанных геометрических размеров зубчатых колёс, рекомендаций и требований ГОСТа выбрать гладкий вал и шпонку, шлицевой вал для соединения, соответственно, с шестернёй 1 и зубчатым колесом 2.

По расчетным данным выполнить:

- чертежи общего вида зубчатой передачи, зубчатых колёс и валов;
- кинематическую схему зубчатой передачи.

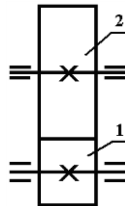


Рис. 1. Схема зубчатой передачи [3]

Исходные данные:

Для расчёта и проектирования цилиндрической прямозубой зубчатой передачи заданы следующие основные параметры:

- вариант № 21;

- модуль зубчатых колёс $m=2,50$ мм.
- число зубьев шестерни $z_1=27$ шт.
- число зубьев колеса $z_2=42$ шт.

Лист технического задания должен быть без внутренней рамки и без основной надписи.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Титульный лист

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
Челябинский государственный педагогический университет
Профессионально-педагогический институт
Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство и методики
преподавания технических дисциплин»

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры
«__» _____ 2014 г.
зав. кафедрой, к.т.н., доц.
_____ Руднев В.В.
«__» _____ 2014 г.

Курсовая работа по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»

Тема: Оформление конструкторской документации

Выполнил _____
(подпись, ФИО студента)

Принял _____
(подпись, ФИО преподавателя)

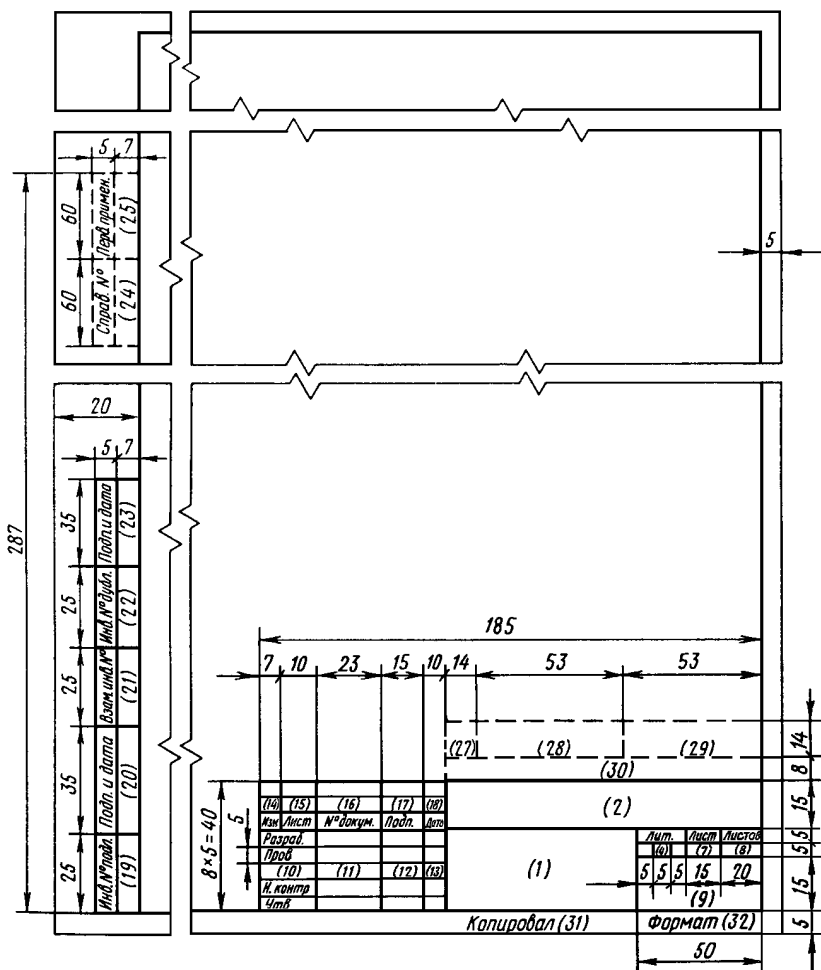
Задание выдано «__» _____ 2014__ г.

Срок сдачи задания «__» _____ 2014__ г.

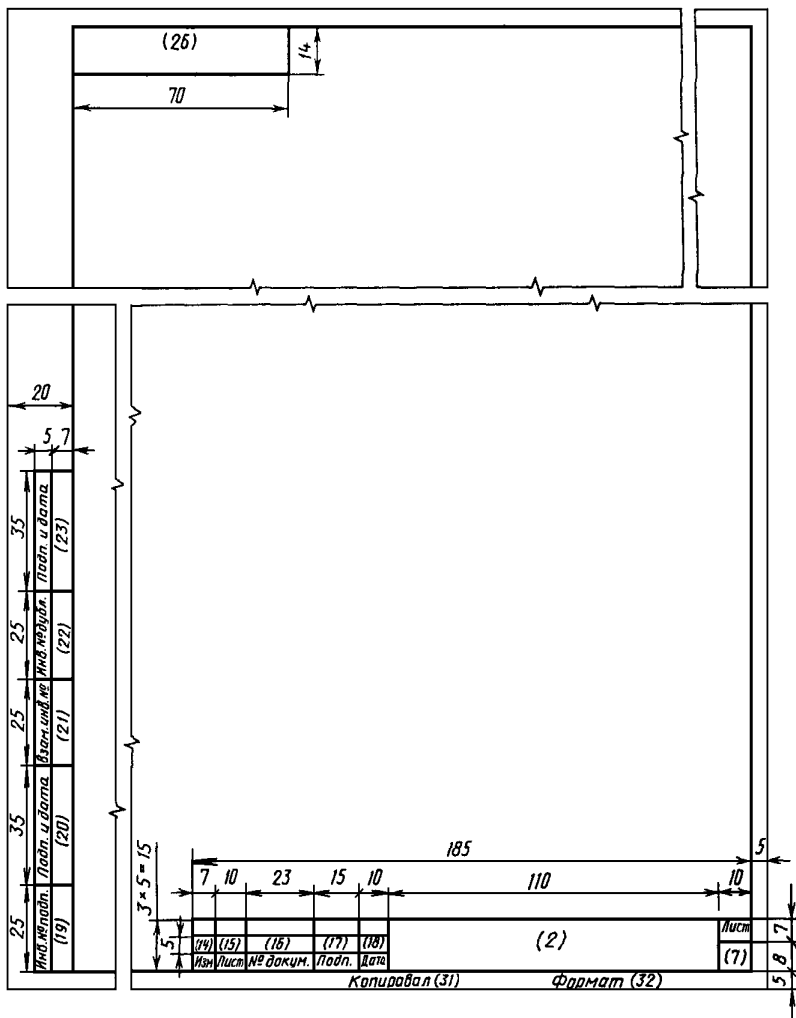
Челябинск, 2014

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ
ДЛЯ ТЕКСТОВЫХ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ
(первый заглавный лист, основная надпись, форма 2)



**ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ДЛЯ ЧЕРТЕЖЕЙ (СХЕМ)
И ТЕКСТОВЫХ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ
(последующие листы, основная надпись, форма 2а)**



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕКСТОВОГО ДОКУМЕНТА
(Форма 1, основная надпись, форма 2)

The diagram shows a rectangular frame representing a document layout. On the left side, a vertical dimension of 15 is indicated, with the label "(Три-четыре интервала)". At the top left, a horizontal dimension of 5 is shown. To its right, a dimension of 15-17 is indicated, with the label "(5 ударов)". In the top right corner, a vertical dimension of 10 is shown, with the label "Два интервала". On the right side, a vertical dimension of 3 is indicated. At the bottom right, a vertical dimension of 10 is shown. The text content is as follows:

1 Осмотр и ремонт _____
1.1 Распылитель _____
1.1.1 Промыть пару "игла-распылитель" _____
1.1.2 Распылитель заменить при наличии: _____
а) трещин _____
б) коррозии _____
в) излома иглы _____
Примечание – При одиночной замене _____
1.1.3 Проверить _____
1.1.4 Закрепить в исходном положении _____
1.1.5 Износы и механические повреждения _____

Основная надпись по ГОСТ 2.104
(форма 2)

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕКСТОВОГО ДОКУМЕНТА
(последующие листы (форма 2), основная надпись, форма 2а)

The diagram illustrates the layout of a technical drawing sheet. It features a title block at the bottom and a list of items above it. Dimensions and interval labels are provided for the layout.

Dimensions:

- 10 (height of the top margin)
- 15 (height of the interval between the first and second item)
- 15 (width of the margin between the first and second item)

Interval Labels:

- (Три-четыре интервала) (Three-four intervals) - located on the left side, indicating the interval between the first and second item.
- (Три-четыре интервала) (Three-four intervals) - located on the right side, indicating the interval between the first and second item.

Text Content:

- 1.1.6 _____
- 1.2 Корпус форсунки _____
- 1.2.1 Корпус форсунки заменить при наличии трещин _____
- 1.2.2 _____
- Примечания
- 1 _____
- 2 _____

Title Block:

Основная надпись по ГОСТ 2.104
(форма 2а)

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

**ПЕРЕЧЕНЬ ДОПУСКАЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ СЛОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОСНОВНЫХ НАДПИСЯХ,
ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЯХ И В ТАБЛИЦАХ
НА ЧЕРТЕЖАХ И СПЕЦИФИКАЦИЯХ**






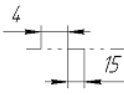

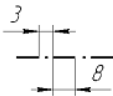


Полное наименование	Сокращение	Полное наименование	Сокращение
Без чертежа	БЧ	Конусообразность	конусо- обр.
Ведущий	Вед.*	Лаборатория	лаб.*
Верхнее отклонение	верхн. откл.	Левый	лев.
Взамен	взам.	Литера	лит.
Внутренний	внутр.	Металлический	металл.
Главный	Гл.*	Металлург	Мет.*
Глубина	глуб.	Механик	Мех.*
Деталь	дет.	Наибольший	наиб.
Длина [^]	дл.	Наименьший	наим.
Документ	докум.	Наружный	нар.
Дубликат	дубл.	Начальник	Нач.*
Заготовка	загот.	Нормоконтроль	Н. контр.
Зенковка, зенковать	зенк.	Нижнее отклонение	нижн. откл.
Извещение	изв.	Номинальный	номин.
Изменение	изм.	Обеспечить	обеспеч.
Инвентарный	инв.	Обработка, обраба- тывать	обраб.
Инженер	Инж.*	Отверстие	отв.
Инструмент	инстр.	Отверстие центро- вое	отв. центр.
Исполнение	исполн.	Относительно	относит.
Класс (точности, чи- стоты)	кл.	Отдел	отд.*
Количество	кол.	Отклонение	откл.

Полное наименование	Сокращение	Полное наименование	Сокращение
Конический	конич.	Первичная приемность	перв. примен.
Конструктор	Констр.*	Плоскость	плоск.
Конструкторский отдел	КО*	Поверхность	поверхн.
Конструкторское бюро	КБ*	Подлинник	подл.
Конусность	конусн.	Подпись	подп.*
Позиция	поз.	Страница	стр.
Покупка, покупной	покуп.	Таблица	табл.
По порядку	п/п	Твердость	тв.
Правый	прав.	Теоретический	теор.
Предельное отклонение	пред. откл.	Технические требования	ТТ
Приложение	прилож.	Технические условия	ТУ
Примечание	примеч.	Техническое задание	ТЗ.
Проверил	Пров.	Технолог	Техн.*
Пункт	п.	Технологический контроль	Т.контр.*
Пункты	пп.	Ток высокой частоты	ТВЧ
Разработал	Разраб.*	Толщина	толщ.
Рассчитал	Рассч.*	Точность, точный	точн.
.Регистрация, регистрационный	регр.стр.	Утвердил	Утв.
Руководитель	Рук.*	Условное давление	усл. давл.
Сборочный чертёж	сб. черт.	Условный проход	усл. прох.
Свыше	св.	Химический	хим.
Сечение	сеч.	Цементация, цементировать	цемент.
Специальный	спец.	Центр масс	Ц. М.
Спецификация	специф.	Цилиндрический	цилиндр.
Справочный	справ.	Чертёж	черт.
Стандарт, стандартный	станд.	Шероховатость	шерох.
Старший	Ст.*	Экземпляр	экз.

Примечания: 1. Сокращения, отмеченные знаком *, применяют только в основной надписи. 2. Сокращение «табл.» применяют в тексте только в тех случаях, когда таблицы имеют номера.

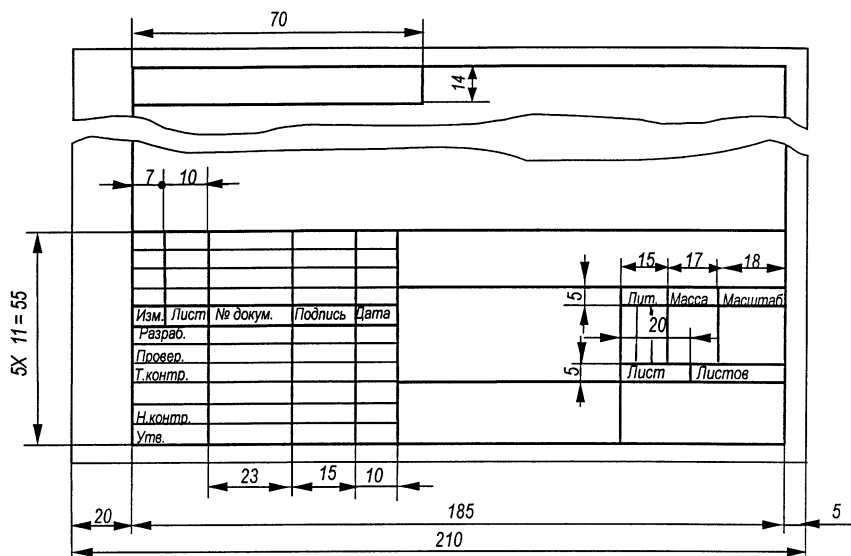
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

ЛИНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ

Наименование линии	Назначение	Начертание	Толщина
1. Сплошная толстая - основная	Линии видимого контура		$S = 1\text{мм}$
2. Сплошная тонкая	Линии размерные, выносные, штриховка		от $S/3$ до $S/2$
3. Волнистая	Линии обрыва, разграничения вида и разреза		
4. Штриховая	Линии невидимого контура		
5. Штрихпунктирная тонкая	Линии осевые и центровые		
6. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая	Линии сгиба на развертках; для изображения развертки, совмещенной с видом		
7. Сплошная тонкая с изломами	Длинные линии обрыва		
8. Штрихпунктирная утолщенная	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию		
9. Разомкнутая	Линии сечений		
			

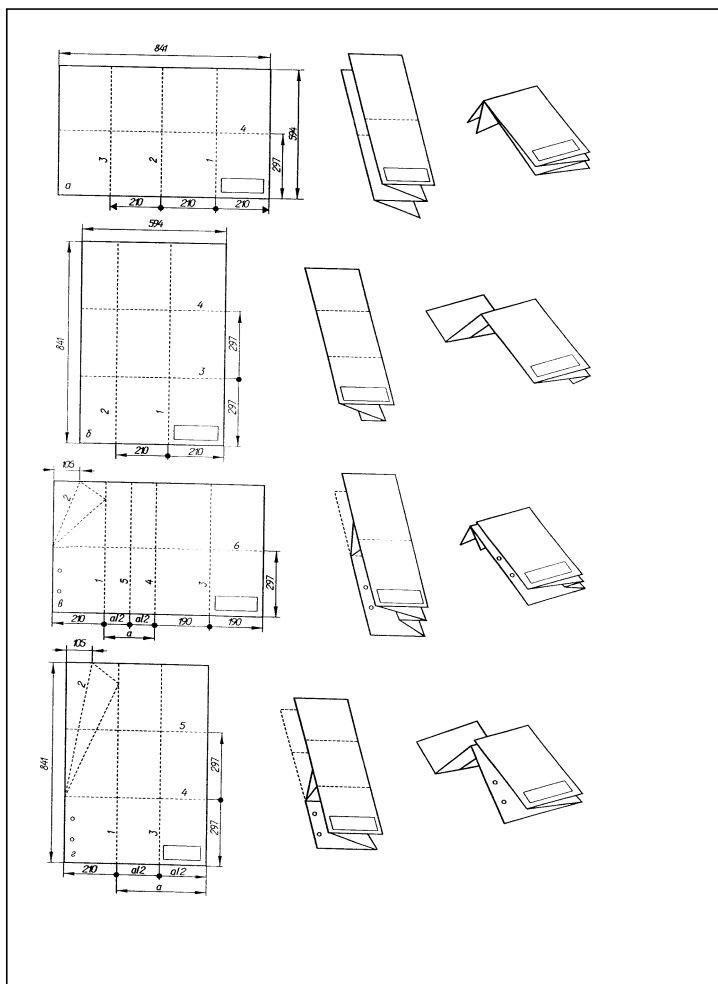
ПРИЛОЖЕНИЕ И
(обязательное)

ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ ДЛЯ ЧЕРТЕЖЕЙ И СХЕМ
(форма 1)



ПРИЛОЖЕНИЕ К
(справочное)

СПОСОБЫ СКЛАДЫВАНИЯ ЛИСТОВ ЧЕРТЕЖЕЙ

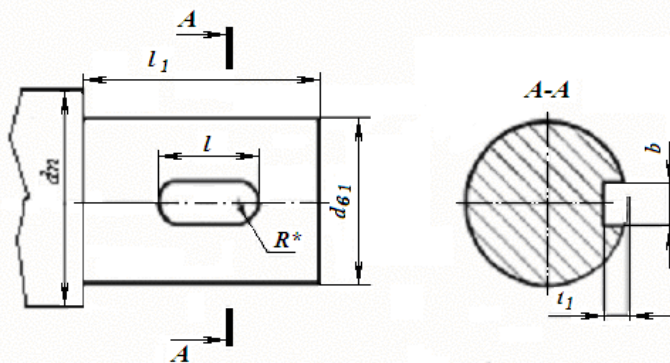


а, б, – для укладывания в папку; в, г – для брошюрования;
а, в – горизонтальное; б, г – вертикальное расположение листа

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
(обязательное)

НОРМАЛЬНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ. ГОСТ 6636 г-68
(Ряд R_a 40)

1,0	3,2	10,0	32,0	100	320
1,05	3,4	10,5	34,0	105	340
1,1	3,6	11,0	36,0	110	460
1,15	3,8	11,5	38,0	120	380
1,2	4,0	12,0	40,0	125	400
1,3	4,2	13,0	42,0	130	420
1,4	4,5	14,0	45,0	140	450
1,5	4,8	15,0	48,0	150	480
1,6	5,0	16,0	50,0	160	500
1,7	5,3	17,0	53,0	170	530
1,8	5,6	18,0	56,0	180	560
1,9	6,0	19,0	60,0	190	600
2,0	6,3	20,0	63,0	200	630
2,1	6,7	21,0	67,0	210	670
2,2	7,1	22,0	71,0	220	710
2,4	7,5	24,0	75,0	240	750
2,5	8,0	25,0	80,0	250	800
2,6	8,5	26,0	85,0	260	850
2,8	9,0	28,0	90,0	280	900
3,0	9,5	30,0	95,0	300	950



* Размер для справок

					КР.14.НГ и ИГ.02.11.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВАЛ ШЕСТЕРНИ	Лист	Масштаб
№ чертеж.						у	1:1
И. констр.						Лист	Листов
Г. констр.							
Умк							
					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	ПНИ Гр.ПО (Т) - 122	

Учебное издание

Иван Иванович Закомолдин
Марина Леонидовна Хасанова
Аксёнова Людмила Николаевна
Синицын Антон Анатольевич

**ОФОРМЛЕНИЕ
КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**
Учебно-методическое пособие

ISBN

Работа рекомендована РИСом университета.
Протокол № (пункт), от

Редактор Н.С. Бокова

Издательство ЧГПУ
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

Подписано в печать
Формат 60x80/16
Тираж 100 экз.

Объём 4 уч.-изд. л.
Бумага типографская
Заказ №

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ЧГПУ
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69