

В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов

ДЕТАЛИ МАШИН

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Книга 1

УЧЕБНИК ДЛЯ СПО

Рекомендовано Учебно-методическим отделом среднего профессионального образования в качестве учебника для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования

**Книга доступна в электронной библиотеке biblio-online.ru,
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

Москва ■ Юрайт ■ 2019

УДК 621.81(075.32)

ББК 34.42я723

Г95

Авторы:

Гурин Владимир Васильевич — доцент;

Замятин Владимир Маркович — кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Института физики высоких технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета;

Попов Анатолий Михайлович — доктор технических наук, профессор.

Рецензенты:

Кириллов Ф. Ф. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных дорожных машин Томского государственного архитектурно-строительного университета;

Мартынов А. К. — доктор технических наук, профессор, главный конструктор НИИ «Технотрон».

Гурин, В. В.

Г95

Детали машин. Курсовое проектирование. В 2 кн. Книга 1 : учебник для СПО / В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 366 с. — (Серия : Профессиональное образование).

ISBN 978-5-534-10928-3 (кн. 1)

ISBN 978-5-534-10929-0

В учебнике рассмотрены основные принципы и правила выполнения конструкторских документов при проектировании изделий машиностроения и их деталей на основании существующих в настоящее время стандартов, а также правила выполнения текстовых и графических документов, расчеты привода и его составляющих, справочные материалы. Приведена методика работы над проектом в четырех стадиях (техническое задание, эскизное и техническое проектирование, рабочая документация).

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и профессиональным требованиям.

Для студентов среднего профессионального образования, обучающихся по инженерно-техническим специальностям.

УДК 621.81(075.32)

ББК 34.42я723



Delphi Law Company

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-534-10928-3 (кн. 1)

ISBN 978-5-534-10929-0

© Гурин В. В., Замятин В. М., Попов А. М., 2009

© НИУ ТПУ, 2009

© ООО «Издательство Юрайт», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшая роль в ряду средств, обеспечивающих технологические процессы, принадлежит машинам. В связи с интенсивным качественным изменением существующих технологических процессов и созданием новых процессов конструкции машин непрерывно совершенствуются и создаются их новые разновидности.

Для максимально эффективного использования машинного парка в современном производстве инженер должен владеть основами общего машиноведения, должен представлять себе не только общие принципы устройства механизмов, но и принципы их проектирования.

Комплекс указанных вопросов в той степени, в которой они необходимы инженерам различных профилей, рассмотрен в курсе «Детали машин» (для *немашиностроительных* специальностей — в курсе «Механика»).

Выполнением данного курсового проекта завершается общетехнический цикл подготовки студентов.

В результате изучения материалов данного учебника студенты должны освоить:

трудовые действия

- владения навыками техники разработки конструкторских документов на любых стадиях проектирования;

необходимые умения

- рассчитывать механизмы и детали, в частности для конических, цилиндрических и червячных редукторов;

необходимые знания

- основных требований, предъявляемых к создаваемой машине: высокая производительность, надежность, технологичность, ремонтпригодность, минимальные габариты и масса, удобство эксплуатации, экономичность, техническая эстетика.

В качестве объекта для курсового проекта выбран *редуктор* (цилиндрический, конический или червячный), так как в редукторе сочетаются основные детали, изучаемые в теоретическом курсе, а кинематические схемы и конструкции редукторов различной сложности представляют собой хороший материал для овладения элементарными приемами решения конструкторских задач.

Учебник «Детали машин. Курсовое проектирование» вместе с учебниками по курсу составляет необходимый комплект литературы для качественной расчетноконструкторской подготовки студентов технических специальностей всех форм обучения.

Справочные табл. (П.1 – П.309) и *примеры конструкций редукторов*, выполненных по наиболее часто используемым схемам, приведены во *второй* книге данного учебника [16].

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Объекты курсового проектирования

Основными требованиями, предъявляемыми к создаваемой машине, являются: высокая производительность, надежность, технологичность, ремонтпригодность, минимальные габариты и масса, удобство эксплуатации, экономичность, техническая эстетика. Все эти требования следует учитывать в процессе выполнения курсового проекта, объектами которого, как правило, являются приводы машин и механизмов, использующие большинство деталей и узлов общего назначения.

Привод машины представляет собой систему, состоящую из двигателя и связанных с ним устройств для приведения в движение одного или нескольких рабочих тел, входящих в состав машины.

Структурная схема привода включает *двигатель* того или иного типа и *трансмиссию* – устройство для передачи вращения от двигателя к потребителям энергии (может быть механической, электрической, гидравлической, пневматической и комбинированной).

В данном курсовом проекте трансмиссия представлена комбинацией редуктора и открытой передачи.

Приводы транспортных машин, разнообразного станочного оборудования, вспомогательных устройств и средств механизации различных работ допускают применение стандартных двигателей и однотипных механических передач, в том числе стандартных редукторов, что позволяет отнести эти приводы к категории *общего* назначения.

Приводы, являющиеся объектами проектирования в данном курсе, могут иметь следующие типы передач:

- цилиндрические зубчатые;
- конические зубчатые;
- червячные;
- ременные;
- цепные.

По расположению механизма привода в пространстве различают:

- приводы с горизонтальным выходным (тихоходным) валом;
- приводы с вертикальным выходным (тихоходным) валом.

В зависимости от расположения привода конструируют элементы передач и выбирают тип и исполнение двигателя.

Редуктором называют агрегат, содержащий передачи зацеплением и предназначенный для повышения вращающего момента и уменьшения входной угловой скорости (в данном случае – угловой скорости асинхронного электродвигателя).

Потребительские характеристики редукторов каждого типа определяются следующими параметрами:

- кинематической схемой редуктора;
- передаточным числом i ;
- частотой вращения выходного вала $n_{\text{вых}}$;
- вращающим моментом на выходном валу $T_{\text{вых}}$;
- допускаемой консольной нагрузкой на выходном валу $F_{\text{к вых}}$;
- коэффициентом полезного действия (КПД) η .

В настоящее время редукторы общемашиностроительного применения в приводах комплектуются, преимущественно, *четырёхлопастными асинхронными* электродвигателями.

Основные параметры редукторов определяют, по ГОСТ 16162–86Е, при частоте вращения быстроходного вала, равной 1500 об/мин.

На кинематических схемах индексом «*вх*» обозначают *входной* (быстроходный) вал редуктора, а индексом «*вых*» – *выходной* (тихоходный).

Двигатель и трансмиссию, как правило, монтируют на общей раме.

1.2. Виды изделий

Под *изделием* понимают любую продукцию, изготавливаемую по конструкторской документации.

По ГОСТ 2.101–68 устанавливаются следующие виды изделий:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

Изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, делят на:

- *неспецифицированные* (детали) – не имеющие составных частей;
- *специфицированные* (сборочные единицы и комплексы) – состоящие из двух и более составных частей.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (например вал, выполненный из одного куска металла, литой корпус и т. п.).

К деталям относят также изделия, упомянутые выше, с покрытиями (например вал, подвергнутый хромированию) или изготовленные из одного куска материала с применением местной сварки, пайки, склейки (например изделие, спаянное из одного куска листового материала).

Сборочная единица – изделие, составные части которого соединяют между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, пайкой, развальцовкой и т. п.), например редуктор, сварной корпус и т. п.

К сборочным единицам относят также изделия, для которых конструкцией предусмотрена разборка их на составные части предприятием-изготовителем, например для удобства упаковки и транспортировки.

Комплекс – два и более специфицированных изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например бурильная установка.

Комплект – два и более изделия, не соединенные на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющие собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например комплект запасных частей и комплект измерительной аппаратуры.

Покупные изделия – изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые им в готовом виде (за исключением деталей, получаемых в порядке кооперирования).

1.3. Виды конструкторских документов

К *конструкторским документам* (для краткости именуемым в дальнейшем словом «документ») относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

По ГОСТ 2.102–68 устанавливаются следующие виды конструкторских документов:

- чертеж детали;
- сборочный чертеж;
- чертеж общего вида;
- теоретический чертеж;
- габаритный чертеж;
- электромонтажный чертеж;
- монтажный чертеж;
- упаковочный чертеж;
- схема;
- спецификация;
- ведомость спецификаций;
- пояснительная записка;
- технические условия;
- таблица;
- расчет;
- инструкция;
- патентный формуляр.

В *учебном* проектировании преимущественно создаются конструкторские документы следующих видов:

- *чертеж детали* – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;
- *сборочный чертеж* (код СБ) – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (разрабатывается на основании чертежей общего вида и чертежей отдельных деталей);
- *чертеж общего вида* (код ВО) – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняющий принцип работы изделия.

В *учебном* проектировании чертеж *общего вида* включает в себя элементы:

- *теоретического* чертежа (код ТЧ), определяющего геометрическую форму изделия и координаты расположения составных частей;
- *габаритного* чертежа (код ГЧ) (указываются габаритные, установочные и присоединительные размеры, причем установочные и присоединительные размеры должны быть с предельными отклонениями);
- *монтажного* чертежа (код МЧ), содержащего данные для установки изделия на месте применения.

Схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Номенклатура различных видов схем и их обозначений установлена ГОСТ 2.701–84.

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы или комплекса.

Пояснительная записка (код ПЗ) – документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений, сопровождаемые необходимыми расчетами.

Технические условия (код ТУ) – документ, содержащий требования к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые целесообразно указывать в других конструкторских документах.

Таблица (код ТБ) – документ, содержащий в зависимости от его назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу.

Расчет (код РР) – документ, содержащий расчеты параметров и величин, например расчет на прочность и т. п.

Различают следующие *виды комплектности* конструкторских документов:

1) *основной конструкторский документ*:

- для деталей – *чертеж детали*;
 - для сборочной единицы, комплекса или комплекта – *спецификация*;
- 2) *основной комплект конструкторских документов*, представляющий собой комплект конструкторских документов, относящихся ко *всему* изделию (например сборочный чертеж, принципиальная электрическая схема, технические условия и эксплуатационные документы);

3) *полный комплект конструкторских документов*, представляющий собой основной комплект конструкторских документов на данное изделие и основные комплекты конструкторских документов на все основные части изделия, примененные по своим основным конструкторским документам.

Основным документам код не присваивают.

Уровень оформления учебных конструкторских документов должен соответствовать *оригиналам* или *подлинникам*.

Оригиналы – документы, выполненные на любом материале и предназначенные для выполнения по ним подлинников.

Подлинники – документы, оформленные подлинными установленными подписями, выполненные на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение с них копий, и завизированные подлинными подписями лиц, разработавших данный документ.

1.4. Стадии разработки

ГОСТ 2.103–68 устанавливает следующие стадии разработки конструкторской документации на изделия всех отраслей промышленности и этапы выполнения работ:

Техническое задание содержит общие сведения о назначении и разработке создаваемой конструкции, предъявляемые к ней эксплуатационные требования, режим работы и ее основные характеристики (геометрические, кинематические, силовые и т. п.).

Техническое предложение – совокупность документов, дополняющих и уточняющих требования к проектируемому изделию (технические характеристики, показатели качества и др.), которые не могли быть указаны в техническом задании, но которые целесообразно сделать на основе предварительной конструкторской проработки и анализа различных вариантов возможных решений изделия. Техническое предложение – основание для разработки эскизного и технического проектов. При *курсовом* проектировании студентами *немашиностроительных* специальностей *этап технического предложения не разрабатывается*.

Эскизный проект (ГОСТ 2.119–73). Совокупность документов, содержащих принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие назначение, основные параметры и габаритные размеры разрабатываемого изделия.

Эскизный проект разрабатывается обычно в нескольких (или в одном) вариантах и сопровождается обстоятельными расчетами и анализом полученных результатов. Эс-

кисный проект служит основанием для разработки технического проекта и рабочей документации.

Технический проект (ГОСТ 2.120–73) – совокупность документов, содержащих окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия и исходные данные для разработки рабочей конструкторской документации. Технический проект охватывает полную конструкторскую разработку всех элементов оптимального эскизного проекта с внесением необходимых поправок и изменений, рекомендованных при утверждении эскизного проекта.

Рабочая документация. Заключительная стадия конструирования, включающая в себя создание конструкторской документации, необходимой для изготовления всех ненормализованных деталей (чертежей деталей, сборочных чертежей, спецификаций).

В соответствии со стадиями разработки документам присваивают соответствующую *литеру* на стадии:

- технического предложения – литеру «П»;
- эскизного проекта – литеру «Э»;
- технического проекта – литеру «Т».

Конструкторским документам, предназначенным для разового изготовления одной или нескольких деталей, присваивают литеру «И».

1.5. Кинематические схемы




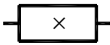

Кинематическая схема представляет собой чертеж, на котором при помощи условных обозначений и контурных очертаний элементов дается *упрощенное* изображение *кинематической связи* между отдельными звеньями данного механизма или изделия.

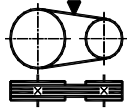
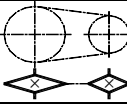
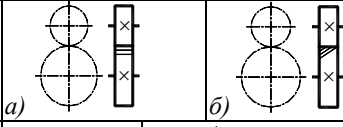
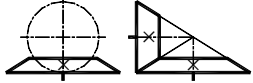
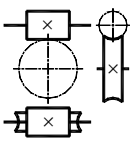
Условные обозначения для кинематических схем, изображаемых в ортогональных и аксонометрических проекциях, установлены ГОСТ 2.770–68.

Выборка из ГОСТ 2.770–68 в той мере, которая необходима для понимания технических заданий на курсовой проект, приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Кинематические схемы

Наименование элемента	Условное обозначение
Электродвигатель	
Вал, ось	
Подшипник качения (без уточнения типа)	
Соединение детали с валом без их относительного вращения	
Соединение двух валов эластичной упругой компенсирующей муфтой	

Наименование элемента	Условное обозначение
Клиноременная передача	
Цепная передача (без уточнения типа цепи)	
Передача зубчатая цилиндрическая внешнего зацепления: а) с прямыми зубьями; б) с косыми зубьями	
Передача зубчатая коническая (без указания типа зубьев)	
Червячные передачи	

1.6. Личный шифр студента

Исходные данные для выполнения контрольных работ студент должен принять в соответствии со своим личным шифром, состоящим из пяти цифр.

Первые три цифры шифра соответствуют начальным буквам фамилии, имени, отчества студента.

Их соответствия приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Буква	АБ	ВГ	ДЕЖЗИ	К	ЛМ	НОР	П	С	ТУФХ	ЦЧШЩЭЮЯ
Цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Четвертая и пятая цифры шифра соответствуют двум последним цифрам в зачетной книжке студента.

Например: *Георгиев Максим Владимирович.*

Номер зачетной книжки: *561209.*

Шифр в этом случае имеет вид: *14109.*

1.7. Задания на курсовое проектирование

Исходные данные для выполнения курсового проекта следует принять в соответствии со своим личным шифром (разд. 1.6) в следующем порядке:

1. По последней цифре шифра выбирается схема привода (с. 10–11).
2. По первой слева цифре шифра из табл. 1.3 выбирается номинальная мощность, передаваемая приводом.
3. По второй слева цифре шифра из табл. 1.3 выбирается реверсивность привода.

- По *третьей* слева цифре шифра из табл. 1.3 выбирается частота вращения выходного вала привода.
- По *четвертой* слева цифре шифра из табл. 1.3 выбирается срок службы привода.

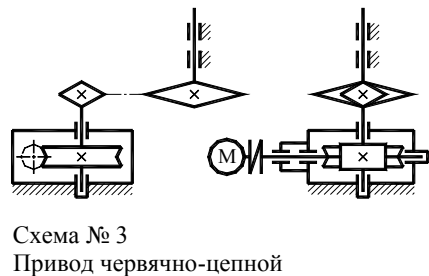
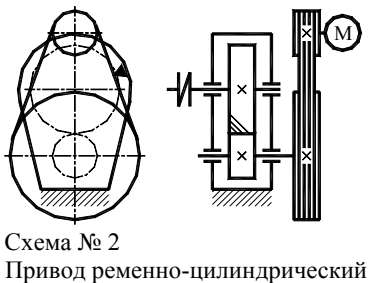
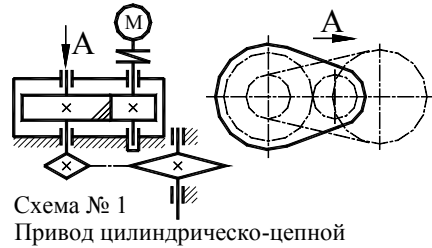
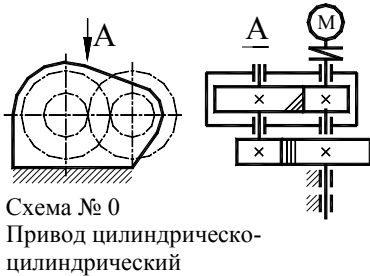
Для всех заданий: нагрузка – спокойная, постоянная.

Таблица 1.3

Цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Частота вращения выходного вала привода, об/мин	<i>Для схем привода № 0, № 1, № 2, № 6, № 7, № 8, № 9</i>									
	180	100	190	120	160	170	130	140	110	150
	<i>Для схем привода № 3, № 4, № 5</i>									
Мощность на выходном валу привода, кВт	2,2	2,4	1,6	2,8	3,4	2,0	2,6	3,0	3,2	1,8
Срок службы привода, тыс. часов	12	14	16	18	20	26	29	32	20	23
Реверсивность (Р – реверсивный; Н – нереверсивный)	Р	Н	Р	Н	Р	Н	Р	Н	Р	Н

Например, студент, имеющий личный шифр 91407, должен выполнить контрольную работу по следующим исходным данным:

- Схема привода – № 7.
- Привод – реверсивный.
- Частота вращения выходного вала привода – 120 об/мин.
- Срок службы привода – 23000 ч.
- Номинальная мощность, передаваемая приводом, – 3,2 кВт.



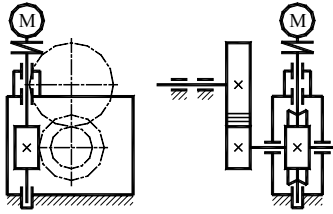


Схема № 4
Привод червячно-цилиндрический

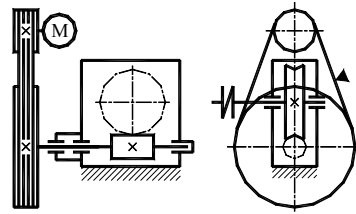


Схема № 5
Привод ременно-червячный

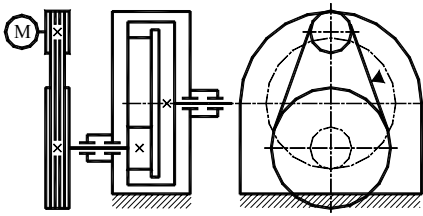


Схема № 6
Привод ременно-цилиндрический

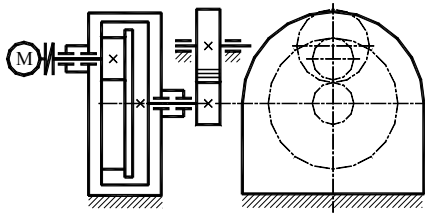


Схема № 7
Привод цилиндрическо-цилиндрический

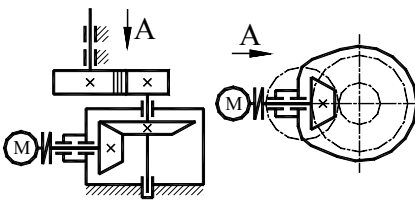


Схема № 8
Привод коническо-цилиндрический

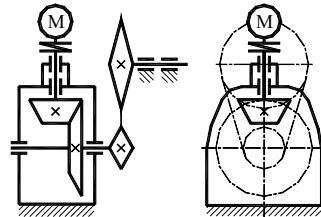


Схема № 9
Привод коническо-цепной

1.8. Объем курсового проекта

1.8.1. Расчет и эскизный проект

Расчет и эскизный проект (пп. 3–20 табл. 1.4) следует выполнить для *всего привода*, состоящего:

- из асинхронного электродвигателя;
- муфты;
- одноступенчатого редуктора;
- открытой передачи.

Должен быть выполнен *общий вид привода* на стадии «Эскизный проект» с *максимальными упрощениями* (по ГОСТ 2.119–73 и другим стандартам ЕСКД).

На этой стадии проектирования разрабатывается *схема деления изделия на составные части* (по ГОСТ 2.711–82).

Составные части изделия изображают *упрощенно*, если при этом понятны конструктивное устройство, взаимодействие составных частей и принцип работы изделия.

Эскизный проект привода должен быть выполнен карандашом на *бумаге с миллиметровой сеткой* или на *чертежной бумаге*.

Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании программ *AutoCAD*, *KOMPAS*) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

При выполнении эскизного проекта привода студент должен научиться решению следующих конструкторских задач:

- выбор и разработка конструкции основных деталей с учетом максимального обеспечения их технологичности;
- выбор типов соединений деталей, способов фиксации деталей на валах;
- выбор способов фиксации валов в опорах;
- предусмотрение возможности сборки и разборки узлов, регулировки зазоров в зацеплениях зубчатых колес и в подшипниках;
- предусмотрение возможности натяжения ремня (в ременной передаче) и цепи (в цепной передаче);
- выбор системы смазки зацепления и подшипников;
- выбор видов уплотняющих устройств.

На эскизном чертеже общего вида привода должны быть приведены:

- *размеры*: габаритные, установочные, присоединительные;
- *номера* позиций сборочных единиц, составляющих привод, а также деталей, не вошедших в сборочные единицы.

1.8.2. Технический проект

Технический проект (пп. 21–24 табл. 1.4) следует выполнить:

- для машиностроительных специальностей – для всего привода;
- немашиностроительных специальностей – только для одноступенчатого редуктора (зубчатого или червячного).

Общий вид привода должен быть выполнен в количестве проекций, достаточном для полного представления всех элементов привода, с необходимыми разрезами, сечениями.

Общий вид редуктора привода так же следует выполнить в том количестве проекций (с необходимыми разрезами, сечениями), которое обеспечит полное представление всех элементов редуктора.

Так как при выполнении курсового проекта не прорабатывается полный пакет конструкторской документации по редуктору, то в учебном проектировании при разработке *технического* проекта редуктора *упрощения не допускаются*, за исключением того, что можно не указывать на чертеже мелкие элементы: фаски, скругления, углубления, выступы, насечки, рифление, надписи на табличках и т. п.

На чертеже общего вида редуктора должны быть:

- изображены:
 - виды,
 - разрезы,
 - сечения;
- нанесены надписи и текстовая часть, необходимые для понимания конструктивного устройства редуктора, взаимодействия его составных частей и принципа работы редуктора;
- указаны все посадочные размеры с обозначением посадок по ГОСТ 25346–89 и ГОСТ 25347–82;

- указаны размеры:
 - габаритные,
 - межосевые с предельными отклонениями,
 - установочные с предельными отклонениями,
 - присоединительные с предельными отклонениями;
- указаны номера позиций деталей;
- приведена техническая характеристика редуктора;
- приведены технические требования.

Технический проект редуктора должен быть выполнен карандашом только на чертежной бумаге.

Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании программ *AutoCAD*, *KOMPAS*) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

1.8.3. Рабочая документация

На *стадии* проектирования «Рабочая документация», в соответствии с ГОСТ 2.109–73, на основании чертежей общего вида должны быть разработаны:

- чертежи деталей;
- сборочный чертеж со спецификацией;
- монтажный (или электромонтажный) чертеж;
- габаритный чертеж;
- упаковочный чертеж.

При *учебном* проектировании монтажный (*электромонтажный*), *габаритный* и *упаковочный* чертежи не разрабатываются.

При выполнении курсового проекта из рабочей документации выполнению (пп. 25, 26 табл. 1.4) подлежат только:

- спецификация на привод;
- спецификация на редуктор;
- рабочий чертеж на выходной вал редуктора;
- рабочий чертеж на выходное колесо редуктора (для редукторов с цилиндрическими и коническими зубчатыми колесами);
- сборочный чертеж червячного колеса (для червячных редукторов);
- спецификация на червячное колесо (для червячных редукторов);
- рабочий чертеж на крышку подшипника выходного вала (с отверстием для манжетного уплотнения).

Сборочный чертеж червячного колеса и рабочие чертежи деталей должны быть выполнены карандашом *только на чертежной бумаге*. Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании программ *AutoCAD*, *KOMPAS*) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

1.8.3.1. Червячное колесо

Правила выполнения чертежей червячных колес изложены в разд. 3.3.2.4.

Конструированию червячных колес посвящен разд. 3.3.2.5.

Допуски цилиндрических червячных передач приведены в разд. 3.3.2.7.

1.8.3.2. Цилиндрическое колесо

Правила выполнения чертежей зубчатых цилиндрических колес изложены в разд. 3.2.3.3.

Конструированию цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления посвящен разд. 3.2.3.4, цилиндрических зубчатых колес внутреннего зацепления – разд. 3.2.3.5.

Допуски цилиндрических червячных передач приведены в разд. 3.2.3.7.

1.8.3.3. Коническое колесо

Правила выполнения чертежей зубчатых конических колес изложены в разд. 3.2.4.3.

Конструированию конических зубчатых колес посвящен разд. 3.2.4.4.

Допуски конических червячных передач приведены в разд. 3.2.4.6.

1.8.3.4. Выходной вал редуктора

На чертеже должен быть изображен вал с указанием основных конструктивных элементов, форма и размеры которых регламентирована соответствующими стандартами:

ГОСТ 12080–66 – концы валов цилиндрические;

ГОСТ 12081–72 – концы валов конические;

ГОСТ 10549–80 – канавки для выхода резьбонарезного инструмента;

ГОСТ 8820–69 – технологические канавки для выхода шлифовального круга;

ГОСТ 10948–64 – фаски и скругления;

ГОСТ 14034–74 – центровые отверстия;

ГОСТ 24266–94 – параметры концов валов редукторов;

ГОСТ 23360–78 – шпонки призматические;

ГОСТ 24071–97 – шпонки сегментные;

ГОСТ 2.309–73 – шероховатость поверхности;

ГОСТ 2.308–79, ГОСТ 24642–81 – допуски формы и расположения поверхностей;

ГОСТ 25346–89, ГОСТ 25347–82 – допуски и посадки.

На чертеже вала должны быть приведены:

- все необходимые виды и сечения;
- все необходимые размеры;
- условные обозначения баз;
- допуски формы и расположения;
- параметры шероховатости;
- технические требования:
 - требования к материалу, заготовке, термической обработке;
 - указания о размерах (размеры для справок, радиусы закруглений и т. п.);
 - неуказанные предельные отклонения размеров.

Техническое задание на проектирование, все расчеты и обоснования технических решений при проектировании привода и редуктора, список использованной технической литературы приводятся в пояснительной записке.

1.9. Рекомендуемый порядок выполнения проекта

Выполнение проекта студентами *немашиностроительных* специальностей рекомендуется проводить в порядке, приведенном в табл. 1.4.

При выполнении технического проекта *всего привода* (студентами-механиками) в таблицу следует добавить пункты, отражающие проектирование привода, скомпонованного на раме (плите).

Алгоритм выполнения проекта изложен в разд. 13.

Результаты решения каждой расчетной (или расчетно-графической) задачи целесообразно приводить в табличном виде. Все расчеты следует выполнять в единицах *SI*. Оформление текстовой части проекта производить в соответствии с требованиями существующих стандартов на оформление текстовых документов. Графические работы следует выполнять в соответствии с требованиями ЕСКД.

Таблица 1.4

Стадии проектирования

№ п/п	Стадии проектирования и их этапы
<i>Техническое задание</i>	
1	Кинематическая схема привода (с. 10–11 данного учебника)
2	Параметры проектируемого привода (9–10 данного учебника)
<i>Эскизный проект</i>	
3	Определение требуемой мощности асинхронного электродвигателя и частоты вращения его ротора. Подбор электродвигателя по каталогу
4	Определение значения общего передаточного числа привода и его разбивка по ступеням
5	Определение мощностей, частот вращения, угловых скоростей и крутящих моментов на отдельных элементах привода
6	Выбор материалов закрытой передачи (или материалов червяка и венца червячного колеса – для червячных редукторов) и определение их механических характеристик
7	Определение размеров элементов закрытой зубчатой (или червячной) передачи на основании расчета на усталостную контактную прочность
8	Эскизная проработка конструкции элементов закрытой зубчатой (или червячной) передачи с необходимым округлением значений размеров до стандартных или рекомендуемых
9	Проверка прочности зубьев колес закрытой зубчатой передачи (или зубьев колеса червячной передачи) по контактным напряжениям и (при необходимости) корректировка размеров передачи
10	Определение составляющих силы в зацеплении закрытой зубчатой (или червячной) передачи
11	Проверка прочности зубьев колес закрытой зубчатой передачи (или колеса червячной передачи) по изгибным усталостным напряжениям и (при необходимости) корректировка размеров передачи

№ п/п	Стадии проектирования и их этапы
12	Определение коэффициента полезного действия (КПД) червячной передачи и тепловой расчет (для червячных редукторов)
13	Расчет клиноременной передачи (если она есть в заданной схеме привода). Эскизная проработка конструкций элементов клиноременной передачи
14	Расчет цепной передачи (если она есть в заданной схеме привода). Эскизная проработка конструкций элементов цепной передачи
15	Расчет открытой зубчатой передачи (если она есть в заданной схеме привода). Эскизная проработка элементов открытой зубчатой передачи
16	Проектный расчет валов привода. Предварительный выбор схем подшипниковых узлов, подбор подшипников качения и соединительных муфт. Расчет шпоночных соединений
17	Обоснование выбора способов смазки элементов привода и назначение смазочных материалов для элементов привода
18	Эскизная компоновка привода
19	Определение реакций в опорах привода
20	Проверка ранее назначенных подшипников качения привода по динамической грузоподъемности и по долговечности (в случае необходимости – корректировка типоразмеров подшипников)
<i>Технический проект</i>	
21	Конструктивная компоновка привода
22	Проверочные расчеты валов редуктора. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов. Определение коэффициентов безопасности (коэффициентов запаса прочности) для возможных опасных поперечных сечений входного и выходного валов сечений редуктора
23	Нанесение размеров, номеров позиций. Назначение необходимых допусков и посадок
24	Окончательное оформление чертежей общего вида редуктора. Выполнение текстовой части чертежей общего вида редуктора
<i>Рабочая документация</i>	
25	Выполнение рабочих чертежей выходного вала редуктора, выходного колеса редуктора, крышки подшипника, корпусной детали
26	Оформление текстовой документации проекта (пояснительной записки и спецификаций)

2. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

2.1. Общие положения

Курсовой проект по деталям машин представляет собой *совокупность конструкторских документов*: графических (чертежи, схемы) и текстовых (пояснительная записка, спецификация).

Графические документы также могут содержать *текстовую часть*.

Правила, порядок разработки и оформления конструкторских документов регламентированы комплексом стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и распространяются на все виды изделий машиностроения и приборостроения.

Выборка стандартов, необходимых при выполнении проекта изделия, приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Выборка стандартов

Документ	Название
ГОСТ 2.001–93	ЕСКД. Общие положения
ГОСТ 2.004–88	ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ
ГОСТ 2.101–68	ЕСКД. Виды изделий
ГОСТ 2.102–68	ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов
ГОСТ 2.103–68	ЕСКД. Стадии разработки
ГОСТ 2.104–68	ЕСКД. Основные надписи
ГОСТ 2.105–95	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.106–96	ЕСКД. Текстовые документы
ГОСТ 2.108–68	ЕСКД. Спецификация
ГОСТ 2.109–73	ЕСКД. Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.118–73	ЕСКД. Техническое предложение
ГОСТ 2.119–73	ЕСКД. Эскизный проект
ГОСТ 2.120–73	ЕСКД. Технический проект
ГОСТ 2.201–80	ЕСКД. Обозначения изделий и конструкторских документов
ГОСТ 2.307–68	ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.310–68	ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки
ГОСТ 2.316–68	ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц
ГОСТ 2.321–84	ЕСКД. Обозначения буквенные
ГОСТ 2.701–84	ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
ГОСТ 3.1105–84	ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения
ГОСТ 3.1201–85	ЕСТД. Система обозначения технологической документации
ГОСТ 7.1–84	Библиографическое описание документа
ГОСТ 7.9–95	Реферат и аннотация

Документ	Название
ГОСТ 7.12–93	Сокращения русских слов и словосочетаний в библиографическом описании произведений печати
ГОСТ 24.301–80	Система технической документации на АСУ. Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 24.304–80	Система технической документации на АСУ. Обозначения условные графические технических средств
ГОСТ 8.417–81	Единицы физических величин

Основное назначение стандартов ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации, которые обеспечивают:

- применение современных методов и средств при проектировании изделий;
- механизацию и автоматизацию обработки конструкторских документов и содержащейся в них информации;
- возможность создания единой информационной базы автоматизированных систем (САПР, АСУП и др.) и возможность обмена конструкторской документацией без ее переоформления;
- возможность проведения сертификации изделий;
- гармонизацию с соответствующими международными стандартами.

2.2. Форматы

Конструкторские документы, в том числе чертежи и схемы проектов, выполняются на листах бумаги *формата* по ГОСТ 2.301–68 (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Форматы

Формат	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Размеры, мм ²	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210

Допускается применение *дополнительных форматов*, получаемых увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

Обозначение этих форматов включает обозначение *основного* формата и его *кратности*, например A2 × 3 (594 × 1261 мм).

Форматы листов определяются размерами *внешней* рамки, выполняемой *сплошными тонкими линиями*, по которым производят обрезку листов.

2.3. Текстовые технические документы

2.3.1. Общие положения

Текстовые документы подразделяют на документы, содержащие в основном сплошной текст (пояснительная записка, технические условия), и документы, содержащие текст, разбитый на графы (спецификации, таблицы).

Текстовые документы необходимо составлять в соответствии с ГОСТ 2.105–95. Их следует выполнять на листах формата A4 (табл. 2.2) по ГОСТ 2.301–68 с нанесением на них рамки и соответствующей основной надписи типографским, машинным или рукописным способом.

Величины *полей* между рамкой и краями листа равны: слева – 20 мм, сверху, справа и снизу – 5 мм.

На первом листе пояснительной записки, на котором помещено содержание, основная надпись выполняется по форме 2 (ГОСТ 2.104–68) (рис. 2.1), на остальных листах – по форме 2а (ГОСТ 2.104–68) (рис. 2.2).

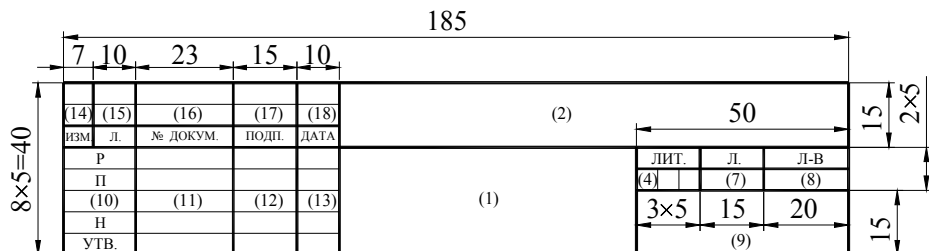


Рис. 2.1. Основная надпись для текстовых конструкторских документов (первый или заглавный лист)

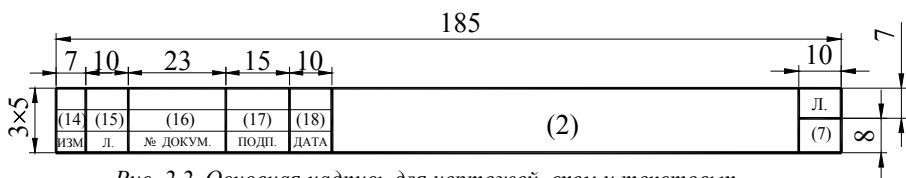


Рис. 2.2. Основная надпись для чертежей, схем и текстовых конструкторских документов (последующие листы)

2.3.2. Обозначение изделий и конструкторских документов

Каждому изделию, в соответствии с ГОСТ 2.101–68, должно быть присвоено *обозначение*.

Обозначение изделия является одновременно обозначением его основного конструкторского документа (чертежа детали или спецификации сборочной единицы).

Деталям, на которые чертежи не выпущены, согласно ГОСТ 2.109–73, должны быть присвоены самостоятельные обозначения по общим правилам.

Обозначение неосновного конструкторского документа должно состоять из обозначения изделия и кода документа, установленного стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.102–68, ГОСТ 2.601–68, ГОСТ 2.102–68, 2.701–84).

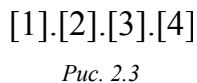


Рис. 2.3

Структура обозначения приведена на рис. 2.3 (номера полей указаны в скобках):

- в поле 1 записывают *условный код*, сформированный из *сокращенного названия дисциплины* и *личного шифра студента*, например МЕХ 52768;
- в поле 2 записывают *порядковый номер* от 1 до 9 *основной сборочной единицы*, входящей в состав изделия;
- в поле 3 записывают *порядковый номер* от 1 до 9 *сборочной единицы*, входящей в состав *основной сборочной единицы* и обозначенной в поле 2;
- в поле 4 записывают от 01 до 99 *обозначение детали*.

В обозначении конструкторских документов между полями 1 и 2, 3 и 4 ставят *разделительные точки* (рис. 2.3).

Если документу присвоен код, то правее поля 4 приводят его *обозначение*.

В *обозначении всего проектируемого изделия в сборе*, одновременно являющемся обозначением его спецификации, в полях 2, 3, и 4 записывают *нули*. Такое же обозначение записывают в графу 2 основной надписи спецификации (разд. 2.3.17).

Для конструкторских документов *всего изделия в сборе* (чертежа общего вида, пояснительной записки), помимо обозначения изделия, правее поля 4 приводят *буквенные обозначения кода документа*, соответственно, «ВО» или «ПЗ».

Другими конструкторскими документами всего изделия в сборе могут быть *спецификации сборочных единиц*, входящих в его состав, и *чертежи деталей, не вошедших ни в одну из сборочных единиц*.

Номер сборочной единицы в этом случае записывают в поле 2 обозначения спецификации, а номер детали – в поле 4 обозначения чертежа.

Пример обозначения конструкторской документации на привод:

пояснительная записка	MEX 53721.00.00 ПЗ;
спецификация привода	MEX 53721.00.00;
чертеж общего вида привода	MEX 53721.00.00 ВО;
спецификация рамы	MEX 53721.01.00;
чертеж общего вида рамы	MEX 53721.01.00 ВО;
спецификация червячного редуктора	MEX 53721.20.00;
чертеж общего вида червячного редуктора	MEX 53721.20.00 ВО;
спецификация червячного колеса редуктора	MEX 53721.21.00;
сборочный чертеж червячного колеса редуктора	MEX 53721.31.00 СБ;
чертеж ступицы червячного колеса редуктора	MEX 53721.21.01;
чертеж червяка редуктора	MEX 53721.00.12.

2.3.3. Основная надпись

Основную надпись (рис. 2.1 и 2.2) располагают в *правом нижнем углу* документа.

На листах *формата А4* по ГОСТ 2.301–68 основную надпись следует располагать *только вдоль короткой стороны*.

В *текстовых документах* (в спецификациях, в пояснительной записке) применяют форму основной надписи по форме 2 (рис. 2.1) – для первого или заглавного листа и по форме 2а (рис. 2.2) – для последующих листов.

Перечень допускаемых по ГОСТ 2.004–88 *сокращений слов*, применяемых в основных надписях и спецификациях, приведен в табл. 2.3.

В графах основных надписей (номера граф на рис. 2.1 и рис. 2.2 указаны в скобках) приводят:

1 – *наименование изделия* (детали сборочной единицы, комплекса), а также наименование документа, если этому документу присвоен код. Наименование записывают в именительном падеже единственного числа. На первом месте помещают имя существительное. Пример записи для текстового документа: «Привод червячно-цепной. Пояснительная записка»;

2 – обозначение документа (с. 25–26).
Например, для пояснительной записки:
«МЭХ 52473.00.00. ПЗ»;

4 – *литеру документа* (при выполнении курсового проекта на основной надписи пояснительной записки проставляют литеру «Э»), так как литерой полного комплекта конструкторской документации изделия следует считать низшую из литер, указанных в документах, входящих в комплект);

7 – *порядковый номер листа* (на документах, состоящих из одного листа, эту графу не заполняют);

8 – *общее количество листов документа* (пояснительной записки, спецификации) – графу заполняют только на первом листе;

9 – *название предприятия-разработчика* (вуз, кафедра, шифр группы). Например: ТПУ, КТПМ, группа 5602;

10, 11, 12, 13 – *характер работы, выполняемой лицом, подписавшим документ*: в строке «Р» (разработал) – *фамилия и инициалы студента*, его подпись и дата окончания работы над документом; в строке «П» (проверил) – *фамилия и инициалы преподавателя*.

Подпись и дату преподаватель проставляет после проверки и защиты проекта. Подписи лиц, разработавших документ, являются обязательными. Остальные строки в графах 14–18 в учебных проектах не заполняют. В основной надписи, выполненной по форме 2а, заполняют только графы 2 и 7.

Таблица 2.3

Сокращения слов

Полное наименование	Сокращение по ГОСТ 2.0004–88
Изменение	ИЗМ.
Документ	ДОКУМ.
Подпись	ПОДП.
Разработал	Р
Проверил	П
Технологический контроль	Т
Нормоконтроль	Н
Утвердил	УТВ.
Литера	ЛИТ.
Лист	Л.
Листов	Л-В
Формат	Ф-Т
Позиция	ПОЗ.
Обозначение	ОБОЗН.
Количество	КОЛ.

2.3.4. Общие правила выполнения текстов

Подлинники текстовых документов выполняют одним из следующих способов:

- машинописным – высота шрифта не менее 2,5 мм, лента только черного цвета;
- рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304–81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ.

Допускается часть информации (текст, таблицы, рисунки) выполнять любым сочетанием этих способов.

Учебные текстовые документы можно рассматривать как *оригиналы* и выполнять рукописным способом (*текст* – не чертежным шрифтом, а *основные надписи, заголовки и формулы* – чертежным шрифтом) с четким и ясным написанием цифр и букв *черными* чернилами, пастой и тушью.

Вписывать (*рукописным* способом) в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы и условные знаки, а также выполнять иллюстрации следует *черными* чернилами, пастой или тушью.

Опечатки, описки и графические неточности исправляют подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на то же место исправленного текста

(графики). После внесения исправлений документ должен удовлетворять требованиям микрофильмирования согласно ГОСТ 13.102–80.

В текстовый документ включают:

- титульный лист;
- содержание;
- основной текст;
- таблицы (могут быть вынесены в приложения);
- выводы и заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Все листы, *кроме титульного*, следует пронумеровать.

Нумерация листов должна быть *сквозной*.

В общую нумерацию необходимо включать:

- титульный лист;
- рисунки и таблицы, расположенные на отдельных листах;
- список литературы;
- приложения.

Текстовые документы, выполненные *рукописным* способом, следует выполнять *на одной стороне листа*, а выполняемые типографским способом можно размножать методом двустороннего копирования.

2.3.5. Состав пояснительной записки к курсовому проекту

Пояснительная записка (ПЗ) должна включать:

- титульный лист;
- техническое задание;
- содержание (оглавление);
- введение;
- основной текст;
- выводы и заключение;
- список литературы;
- приложения (если они есть).

2.3.6. Титульный лист

Титульный лист, являющийся первым листом, следует выполнять на *чертежной* бумаге. Заполняют титульный лист черной тушью или карандашом стандартным шрифтом. Титульный лист не должен иметь основной надписи.

Пример титульного листа пояснительной записки к курсовому проекту по дисциплине «Механика» (раздел «Детали машин») приведен на рис. 2.4.

2.3.7. Содержание

Содержание (оглавление) должно быть приведено *в начале текстового технического документа* на заглавном и последующих листах, причем заглавный лист должен иметь основную надпись по форме 2 (рис. 2.1), а остальные листы – по форме 2а (рис. 2.2).

В содержании следует перечислить заголовки всех разделов и подразделов с указанием номеров страниц, на которых помещены заголовки.

Пример оформления листа содержания приведен на рис. 2.5.

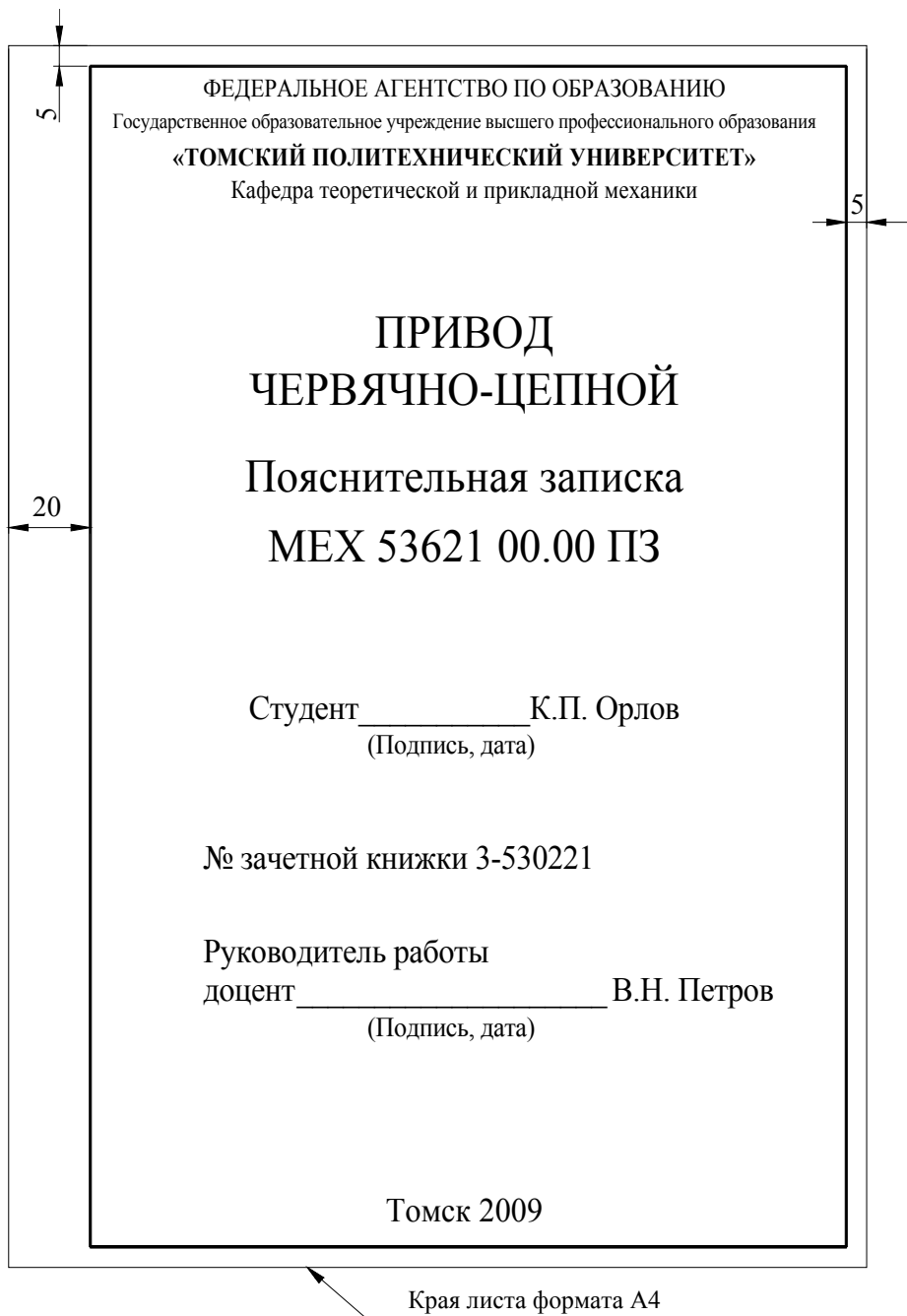


Рис. 2.4



Рис. 2.5

2.3.8. Техническое задание

В бланке *технического задания*, содержащего исходные данные, объемы и сроки выполнения работы, следует помещать *вслед за содержанием*.

Пример листа с техническим заданием к курсовому проекту, в соответствии с действующими в настоящее время стандартами, приведен на рис. 2.6.

На *обратной* стороне листа с техническим заданием вычерчивается черной тушью или черной чернильной пастой *кинематическая схема привода*.

Рамка и штамп выполняются по образцу, представленному на рис. 2.6.

2.3.9. Введение

Во введении следует:

- изложить цель работы;
- указать документы, на основании которых разработан проект;
- назначение и область применения проектируемого изделия.

Заглавием должно служить слово ВВЕДЕНИЕ.

2.3.10. Построение текста технического документа

Основной текст документа делят на *разделы* и *подразделы*. Разделы должны иметь *порядковые номера* в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами *без точки* и записанные с абзачного отступа. *Названия разделов и подразделов* должны кратко и четко отражать содержание последних, например:

4 РАСЧЕТ ЗАКРЫТОЙ КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

Подразделы нумеруют в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой, например:

4 РАСЧЕТ ЗАКРЫТОЙ КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

4.1 ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ КОЛЕС И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ
МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Разделы и подразделы могут состоять из одного или нескольких пунктов. *Нумерация пунктов* должна быть в пределах каждого раздела или подраздела.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
 Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Кафедра теоретической и прикладной механики

УТВЕРЖДАЮ
 Зав. кафедрой _____ В.М. Замятин
 "_____" _____ 2010 г.

ЗАДАНИЕ
 на выполнение курсового проекта

Студенту гр. 5322 К.П. Орлову

1. Дисциплина: "Механика".
2. Срок защиты курсового проекта: июнь 2008 г.
3. Исходные данные к работе: привод червячно-цепной;
 $n_{\text{вых}}=43$ об/мин; $P_{\text{вых}}=1,2$ кВт; $L_i=35000$ час; привод неререверсивный.
4. Содержание пояснительной записки: титульный лист; содержание; техническое задание; введение; основной текст; заключение; список литературы.
5. Перечень графического материала: общий вид привода на стадии "Эскизный проект"; спецификация на привод; общий вид редуктора на стадии "Технический проект"; спецификация на редуктор; рабочий чертеж на выходной вал редуктора; сборочный чертеж червячного колеса; спецификация на червячное колесо.
6. Дата выдачи задания на выполнение курсового проекта по дисциплине "Механика": 2 февраля 2008 г.

Руководитель _____ В.Н. ПЕТРОВ
 2 февраля 2010 г.

Задание принял к исполнению _____ К.П. ОРЛОВ
 2 февраля 2010 г.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МЕХ 53621.00.00 ПЗ					2

Края листа формата А4

Рис. 2.6

Например:

4 РАСЧЕТ ЗАКРЫТОЙ КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

4.1 ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ КОЛЕС И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

4.1.1 ВЫБОР МАТЕРИАЛА КОНИЧЕСКОЙ ШЕСТЕРНИ

Заголовки записывают с *прописной* буквы, не подчеркивая.

Переносы слов в *заголовках* недопустимы.

Также не нужно ставить точку в конце заголовка.

Если заголовок состоит из двух предложений, то их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и последующим текстом при выполнении документа *машинописным* способом – 3 интервала, *рукописным* способом – 15 мм.

Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала при *машинописном* способе и 8 мм при *рукописном* способе.

2.3.11. Изложение текста

Изложение текста документа следует вести, руководствуясь нижеприведенными правилами.

Полное наименование изделия на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте документа должно соответствовать его наименованию в основном конструкторском документе (например «Редуктор червячный»).

В последующем тексте порядок слов в наименовании должен быть *прямой*, то есть на первом месте приводят определение (прилагательное), а затем – существительное (например «червячный редуктор разбирается...»).

Изложение текста должно быть кратким и четким, терминология и определения должны соответствовать терминам, установленным стандартами, а при их отсутствии – общепринятым в научно-технической литературе.

Изложение текста следует вести, *не употребляя местоимений*. Например: «...находим..., ...определяем...», либо в безличной форме.

Сокращение слов в тексте и под иллюстрациями *не допускается*, кроме сокращений, установленных ГОСТ 2.004–88, ГОСТ 2.316–68, ГОСТ 7.11–78, ГОСТ 7.12–77 и правилами орфографии.

2.3.11.1. Условные буквенные и графические обозначения.

Математические знаки

Условные буквенные обозначения механических, математических и других величин, а также *условные графические обозначения* и *математические знаки*, используемые в документах проекта, должны соответствовать установленным стандартам.

Для *символов* предпочтительно использовать прописные и строчные буквы *латинского* и *греческого* алфавитов.

В качестве символов взяты, как правило, начальные буквы английского названия соответствующей величины (табл. 2.4).

Кроме *основного символа*, стандарты приводят *запасной символ*. Последний рекомендуется использовать в тех случаях, когда применение основного символа нежелательно из-за возможного обозначения разных величин одним и тем же символом.

В тексте перед обозначением какого-либо параметра следует давать его пояснение, например «долговечность L ».

Чтобы установить различия между разновидностями одной и той же величины, обозначенными одним и тем же символом, используют *индексы*, в качестве которых используют также буквы латинского и греческого алфавитов. Эти буквы выбраны в большинстве случаев по указанному выше правилу; например: обозначение силы трения – F_f , осевой силы – F_a , радиальной силы – F_r , окружной силы – F_t .

Для обозначения порядковых номеров величин следует использовать арабские (преимущественно) и римские цифры.

Следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования в соответствии с ГОСТ 8.417–81. *Единицы измерения одной и той же величины в пределах документа должны быть постоянными.* Следует использовать единицы *SI*.

В *тексте* документа, за исключением формул, таблиц и рисунков, *не допускается*:

- сокращать обозначения физических величин, если их употребляют без цифр;
- применять математический знак «минус» (–) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»);
- применять без числовых значений математические знаки «<, <, >, >, ≤, /, ×, /, –, =, а также знаки № (номер), % (процент), ° (градус), ' (минута), " (секунда); при употреблении знаков без сочетания с числом в цифровой форме их следует заменять словами;
- применять индексы стандартов, технических условий и других документов без регистрационного номера.

Таблица 2.4

Величины, их условные обозначения и единицы

Величина			Единицы		
Наименование		Обозначение	Наименование	Обозначение	
русское	английское			международное	русское
<i>Основные величины и их единицы в Международной системе SI</i>					
Длина	<i>Length</i>	$l, (L)$	метр	m	м
Масса	<i>Mass</i>	M	килограмм	Kg	кг
Время	<i>Time</i>	$T, (t)$	секунда	S	с
Температура	<i>Temperature</i>	$T, (\theta)$	кельвин	K	К
<i>Дополнительные величины и их единицы</i>					
Плоский угол	<i>Plan angle</i>	φ	радиан	<i>Rad</i>	рад
<i>Геометрические величины и их единицы</i>					
Высота	<i>Height</i>	$h (H)$	метр	m	м
Диаметр	<i>Diameter</i>	$d (D)$	метр	m	м
Длина	<i>Length</i>	$l (L)$	метр	m	м
начальная	<i>reference</i>	$l_r (L_r)$	метр	m	м
общая	<i>total</i>	$l_t (L_t)$	метр	m	м
рабочая	<i>working</i>	$l_w (L_w)$	метр	m	м
базовая	<i>base</i>	$l_b (L_b)$	метр	m	м

Величина			Единицы		
Наименование		Обозначение	Наименование	Обозначение	
русское	английское			международное	русское
Плечо (рычага)	<i>Arm</i>	a	метр	m	м
Радиус	<i>Radius</i>	$r (R)$	метр	m	м
Радиус кривизны	<i>Radius of curvature</i>	ρ	метр	m	м
Расстояние	<i>Space</i>	s	метр	m	м
Толщина	<i>Thickness</i>	t	метр	m	м
Ширина	<i>Breadth</i>	$b (B)$	метр	m	м
Шаг	<i>Pitch</i>	P	метр	m	м
Площадь	<i>Area, (square)</i>	$A (S)$	квадратный метр	m^2	m^2
Объем	<i>Volume</i>	V	кубический метр	m^3	m^3
Момент сопротивления плоской фигуры:	<i>Moment of resistance:</i>	W	кубический метр	m^3	m^3
осевой	<i>axial</i>	W_x, W_y, W_z	кубический метр	m^3	m^3
полярный	<i>polar</i>	W_p	кубический метр	m^3	m^3
<i>Кинематические величины и их единицы</i>					
Перемещение	<i>Shift</i>	S	метр	m	м
Скорость:	<i>Velocity:</i>	V	метр в секунду	m/s	м/с
линейная	<i>linear</i>	V_l	метр в секунду	m/s	м/с
средняя	<i>mean</i>	V_m	метр в секунду	m/s	м/с
абсолютная	<i>absolute</i>	V_a	метр в секунду	m/s	м/с
переносная	<i>endure</i>	V_e	метр в секунду	m/s	м/с
относительная	<i>relative</i>	V_r	метр в секунду	m/s	м/с
Скорость угловая	<i>Angular velocity</i>	ω	радиан в секунду	rad/s	рад/с
Частота периодического процесса	<i>Frequency of batch process</i>	f	герц	Hz	Гц
Частота вращения	<i>Rotational speed</i>	n	обороты в минуту	min^{-1}	мин ⁻¹
<i>Силовые и энергетические величины. Их единицы</i>					
Сила:	<i>Force:</i>	F	ньютон	N	Н
тяжести	<i>gravity</i>	F_g	ньютон	N	Н
инерции	<i>inertia</i>	F_i	ньютон	N	Н
трения	<i>frictional</i>	F_f	ньютон	N	Н
реакции	<i>reacting</i>	F_R	ньютон	N	Н
окружная	<i>tangential</i>	F_t	ньютон	N	Н
радиальная	<i>radial</i>	F_r	ньютон	N	Н
осевая	<i>axial</i>	F_a	ньютон	N	Н

Величина			Единицы		
Наименование		Обозначение	Наименование	Обозначение	
русское	английское			международное	русское
резльтирующая	<i>resultant</i>	F_R	ньютон	N	Н
продольная	<i>longitudinal</i>	F_l	ньютон	N	Н
поперечная	<i>Transversal</i>	F_t	ньютон	N	Н
нормальная	<i>normal</i>	F_n	ньютон	N	Н
сцепления	<i>adhesive</i>	F_k	ньютон	N	Н
предельная	<i>limiting</i>	F_{lim}	ньютон	N	Н
максимальная	<i>maximum</i>	F_{max}	ньютон	N	Н
минимальная	<i>minimum</i>	F_{min}	ньютон	N	Н
номинальная	<i>nominal</i>	F_n	ньютон	N	Н
расчетная	<i>rated</i>	F_r	ньютон	N	Н
удельная	<i>specific</i>	F_s	ньютон	N	Н
Момент:	<i>Moment:</i>	M	ньютон-метр	$N \cdot m$	Н·м
силы	<i>of force</i>	$\overline{m(F)}$	ньютон-метр	$N \cdot m$	Н·м
пары сил	<i>force couples</i>	$\overline{M_F}$	ньютон-метр	$N \cdot m$	Н·м
вращающий	<i>Turning</i>	M_T	ньютон-метр	$N \cdot m$	Н·м
крутящий	<i>torsional</i>	$Mt (T)$	ньютон-метр	$N \cdot m$	Н·м
изгибающий	<i>bending</i>	Mb	ньютон-метр	$N \cdot m$	Н·м
Давление	<i>Pressure</i>	p	паскаль	Pa	Па
Мощность	<i>Power</i>	P	ватт	W	Вт
<i>Величины, характеризующие механические свойства материалов</i>					
Коэффициент Пуассона	<i>Poisson station</i>	$\nu (\mu)$	–	–	–
Модуль:	<i>Module:</i>				
упругости	<i>of elasticity</i>	E	паскаль	Pa	Па
сдвига	<i>shearing</i>	G	паскаль	Pa	Па
Напряжение:	<i>Stress:</i>		паскаль	Pa	Па
нормальное	<i>normal</i>	σ	паскаль	Pa	Па
касательное	<i>tangential</i>	τ	паскаль	Pa	Па
контактное	<i>contact</i>	σ_H	паскаль	Pa	Па
допускаемое	<i>permissible</i>	σ_p, τ_p	паскаль	Pa	Па
предельное	<i>limit</i>	σ_{lim}, τ_{lim}	паскаль	Pa	Па
Твердость:	<i>Hardness:</i>	H	–	–	–
по Бринеллю	<i>Brinell</i>	HB	–	–	–
по Роквеллу	<i>Rockwell</i>	HR	–	–	–
Число циклов перемены напряжений:	<i>Number of cycles of change of stresses</i>	N	–	–	–
базовое	<i>Basic</i>	N_b	–	–	–
суммарное	<i>sum</i>	N_Σ	–	–	–
эквивалентное	<i>equivalent</i>	N_e	–	–	–

Величина			Единицы		
Наименование		Обозначение	Наименование	Обозначение	
русское	английское			международное	русское
Долговечность:	<i>Longevity:</i>	L	–	–	–
в часах	<i>hour</i>	L_h	час	h	ч
Коэффициент безопасности (запаса прочности)	<i>Margin of safety</i>	$S(n)$	–	–	–
<i>Величины, характеризующие зубчатые, червячные, цепные и ременные передачи</i>					
Шаг:	<i>Pitch:</i>	$p(t)$	миллиметр	mm	мм
нормальный	<i>normal</i>	p_n	миллиметр	mm	мм
окружной	<i>tangential</i>	p_t	миллиметр	mm	мм
осевой	<i>axial</i>	p_a	миллиметр	mm	мм
Модуль:	<i>Module:</i>	m	миллиметр	mm	мм
нормальный	<i>normal</i>	m_n	миллиметр	mm	мм
окружной	<i>tangential</i>	m_t	миллиметр	mm	мм
осевой	<i>axial</i>	m_a	миллиметр	mm	мм
Диаметр:	<i>Diameter:</i>	d	миллиметр	mm	мм
вершин	<i>advanced</i>	d_a	миллиметр	mm	мм
впадин (ножка)	<i>(foot)</i>	d_f	миллиметр	mm	мм
делительный	<i>pitch diameter</i>	d	миллиметр	mm	мм
начальный	<i>initial</i>	d_{ω}	миллиметр	mm	мм
основной	<i>basic</i>	d_b	миллиметр	mm	мм
Число зубьев:	<i>Number of teeth:</i>	z	–	–	–
суммарное	<i>sum</i>	z_{Σ}	–	–	–
эквивалентное	<i>equivalent</i>	z_e	–	–	–
Межосевое расстояние	<i>Axial distance</i>	a_{ω}	миллиметр	mm	мм
Ширина зубчатого венца	<i>Width of gear ring</i>	b_{ω}	миллиметр	mm	мм
Передаточное число	<i>Gear ratio</i>	u	–	–	–
Передаточное отношение	<i>Reduction ratio</i>	i	–	–	–
Полюс	<i>Pole</i>	P	–	–	–

Таблица 2.5

Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами SI

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		международное	русское
Время	Минута	<i>min</i>	мин
	Час	<i>h</i>	ч
	Сутки	<i>d</i>	сут
Плоский угол	Градус	... [°]	... [°]
	Минута	...'	...'
	Секунда	..."	..."
Объем	Литр	<i>l (ltr)</i>	литр

2.3.11.2. Числа в тексте

Однозначные количественные числительные, если при них нет единиц величин, следует писать *словами*, а не цифрами. Это же правило в основном относится и к порядковым числительным (например «... по второму варианту...»).

Порядковые числительные, следующие одно за другим, могут быть даны цифрами с падежным окончанием, которое ставят только при последней цифре, причем если предпоследняя буква числительного гласная, то падежное окончание должно быть однобуквенным (первое – 1-е, пятый – 5-й), а если предпоследняя буква числительного согласная, то окончание должно быть двухбуквенным (десятого – 10-го).

Падежное окончание не ставится в следующих случаях:

- в порядковых числительных, если они стоят после существительного, к которому относятся; например: «на с. 12, в табл. 5, на рис. 1, см. Приложение 2» и т. п.;
- при римских цифрах и количественных числительных, которые сопровождаются существительными; например: «II глава, на 32 страницах»;
- в датах; например: «9 мая», «в 1986 г.», но «год 1986-й».

Сложные прилагательные, первой частью которых является числительное, второй – проценты, метрические меры и т. п. следует писать таким образом: «20%-й, 7-метровый, но: двухосный, двухступенчатый, трехколесный, двадцатипроцентный, семиметровый» и т. д.

Многозначные числа в цифровой форме делят пробелами на группы (по три цифры в каждой группе) справа налево, например «12 125 254 Па».

Круглые крупные цифры – тысячи, миллионы, миллиарды рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме; например: «25 тыс., 54 млн, 40 млрд».

В *десятичных дробных числах* цифры после запятой также делят на трехзначные группы, но только слева направо; например «12,543 54».

Существительное после дробного числа согласуют с дробной его частью и ставят в родительном падеже, например «245,5 ньютона».

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах, например: «1/2».

2.3.11.3. Написание формул

Приводимые в тексте *формулы*, как правило, располагают в середине строки.

Несколько *коротких однотипных формул* могут быть расположены на одной строке и отделены одна от другой точкой с запятой.

Несложные по структуре и короткие формулы для промежуточных и вспомогательных операций допускается располагать непосредственно в тексте.

В тексте перед формулами знаки препинания следует ставить в соответствии с обычными правилами, считая, что формула не нарушает синтаксического строя фразы.

Формулы могут быть выполнены машинописным, автоматизированным способами или рукописным способом – чертежным шрифтом высотой не менее 2,5 мм. При этом необходимо делать различие между прописными, строчными буквами; буквами, обозначающими степени и индексы; а также между буквами, имеющими сходное написание. Прописные буквы должны быть примерно в два раза выше строчных, а строчные, в свою очередь, должны быть в два раза выше букв и цифр, обозначающих степени и индексы.

При вписывании *знаков сложения, вычитания, равенства, корня* и т. п. их середина должна быть строго против горизонтальной черты дробей.

Длина черты дроби должна быть равна размеру наибольшего из выражений числителя или знаменателя.

Надстрочные индексы и показатели степени располагают выше строки, а *подстрочные индексы* – ниже строки.

Скобки должны полностью охватывать по высоте заключенные в них выражения; открывающие и закрывающие скобки одного вида должны быть одинаковой высоты.

Точку в качестве знака умножения ставят между числовыми сомножителями, а также между буквенными сомножителями в тех случаях, когда ее отсутствие может привести к разночтению, например: « $\sin \beta \cdot a$ » (но лучше писать $a \cdot \sin \beta$). Не ставят *такой* знак умножения между скобками, между буквенными выражениями, перед дробными выражениями, записанными в буквенной форме, и после них, перед знаками функций и операторов.

При записи *определителей* и *матриц* четко выдерживают линии строк и столбцов и не разделяют их элементы запятыми.

Многоточие в формулах и в выражениях применяют в виде трех точек, представляемых на нижней линии строки.

Знаки отношений, операций и запятые ставят перед многоточием и после него, например: $a_1, a_2 \dots a_n$.

При необходимости допускается *перенос формулы* на другую строку на математических знаках отношений ($-$, $>$, $+$, $=$ и т. п.). При переносе на знаке умножения ставят знак « \times » (точка не допускается). На знаке деления перенос не рекомендуется. Знак, на котором сделан перенос, следует повторить на другой строке. Если формула прервана на оттопии, последнее также повторяется.

Буквы, цифры и знаки в документах, получаемых на печатающих устройствах, определяет тип печатающего устройства. Допускаются следующие записи:

$$\sqrt{X} = X^{0,5} = X^{\frac{1}{2}} = X^{**}1/2 = X^{**}0,5;$$
$$18_{-0,025}^{+0,018} = 18(+0,018; -0,025).$$

Если значения параметров и числовых коэффициентов в расчетной формуле приведены в документе *впервые*, то производится их *расшифровка*, которая должна быть приведена в *эпсликации* непосредственно под формулой с указанием единиц величин. Значение каждого символа давать с новой строки в той же последовательности, в какой они приведены в формуле. Символ отделяют от пояснения знаком тире.

В конце каждой расшифровки ставят точку с запятой, после последней расшифровки ставят точку. Если формула имеет вид дроби, то сначала расшифровывают числитель, а затем – знаменатель. Первую строку расшифровки начинают со слова «где» без двоеточия после него. В этом случае после формулы ставят запятую.

Если *эпсликация* начинается со слова «здесь», то после формулы ставят точку, а слово «здесь» пишут с прописной буквы.

Например:

«Напряжения изгиба σ_F , Па, вычисляют по формуле:

$$\sigma_F = \frac{M}{W}, \quad (4)$$

где M – изгибающий момент, Н·м; W – момент сопротивления сечения при изгибе, м³».

При подстановке числовые значения параметров располагают в том же порядке, в каком они записаны в формуле. Далее приводят окончательный результат, опуская промежуточные операции и сокращения.

Формулы, на которые в дальнейшем делают *ссылки*, нумеруют арабскими цифрами в пределах всей пояснительной записки. Номер ставят с *правой* стороны листа на уровне формулы, заключая его в круглые скобки.

При переносе формулы с одной строки на другую номер ставят на уровне ее последней строки.

Формулы, образующие *одну* строку, отмечают *одним* номером.

Систему формул, образующих *несколько* строк, отмечают *одним* номером.

Ссылку в тексте на порядковый номер формулы приводят в круглых скобках, например «...вычисляют по формуле (4)».

При выполнении расчета следует всегда обращать внимание на необходимую *точность подсчета* искомой величины. Количество значащих цифр должно отвечать их *достоверности*. Так, например число зубьев зубчатого колеса не может быть дробным.

Округления получаемых в результате *расчетов параметров* выполняют в соответствии с рекомендуемыми значениями соответствующих стандартов, например: линейные размеры (диаметры, длины) – по ГОСТ 6636–69, межосевые расстояния цилиндрических передач – по ГОСТ 2185–66, модули цилиндрических зубчатых передач – по ГОСТ 9563–60 и т. д.

Наибольшие или наименьшие значения величин следует указывать словосочетанием «...должно быть не менее (не более)...». Например, «коэффициент ширины зубчатого венца должен быть не более...».

Допустимые значения отклонений от норм, требований следует указывать словосочетанием «...не должно быть более (менее)...», например: «...допустимое отклонение от номинального размера не должно быть более 0,1 мм».

Интервалы чисел в тексте записывают:

- со словами «от» и «до» (имея в виду «от... до... включительно»), если после чисел указана единица физической величины или числа представляют собой безразмерные коэффициенты;
- через дефис, если числа представляют собой порядковые номера, например: «от 30 до 50 мм; значения коэффициента S от 2,5 до 4; в соответствии с рис. 1–5».

2.3.11.4. Оформление примечаний

Справочные, поясняющие данные следует указывать в *примечаниях к тексту*, которые по месту расположения в тексте могут быть внутритекстовыми и подстрочными.

Внутритекстовое примечание применяют тогда, когда нужно сделать мелкие попутные замечания. Его заключают в круглые скобки и начинают со строчной буквы.

Подстрочное примечание (сноску) располагают внизу страницы (полосы). Знаки сносок можно размещать в тексте после слова или словосочетания, к которому они относятся – арабскими цифрами, которые помещают на уровне верхнего обреза шрифта, например: «... верхний упругий элемент¹...». Допускается вместо цифр в знаке сноски использовать звездочки (*). Применять более четырех звездочек не рекомендуется.

Сноску в тексте располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой она обозначена, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны.

Сноску к данным, расположенным в таблицах, помещают в конце табл. под линией, обозначающей окончание таблицы.

2.3.11.5. Единицы физических величин

Основные единицы физических величин, их наименование, обозначение и правила применения устанавливаются ГОСТ 8.417–81.

Допускается применять *десятичные кратные и дольные* от единиц *SI*, а также *единицы, применяемые наравне с единицами SI* (минута, час, сутки, литр, угловые величины – секунда, минута, градус) (табл. 2.3)).

При написании значений размерных величин используют *обозначение единиц буквами или специальными знаками*, например «...°», причем стандартом регламентируются два вида буквенных обозначений: международное (буквами латинского и греческого алфавитов) и русское (буквами русского алфавита).

На шкалах и щитках, помещаемых на изделиях, следует применять международное обозначение единиц. В других случаях это обозначение допускается на языке соответствующей страны.

Буквенное обозначение единиц следует печатать прямым шрифтом. В обозначении точку как знак сокращения не ставят. Обозначения помещают в одну строчку с числовыми значениями величин. Если в тексте приводится ряд числовых значений величины, единицу измерения указывают только после последнего числа. Например: «1,0; 1,6; 3,2 и 5,4 мм».

Между последней цифрой числа и обозначением единицы следует оставлять пробел, например: «1,6 кВт». Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой, перед которыми пробела не оставляют, например: «20°».

При наличии десятичной дроби в числовом значении величины обозначение единицы помещают после всех цифр.

Если *значение величины* указывают с *предельным отклонением*, то численное значение вместе с отклонением заключают в скобки и после скобок помещают обозначение единицы, например «(15,6 ± 0,1) мм». Допускается проставлять обозначение единицы после числового значения величины и после ее предельного отклонения, например «120 мм ± 0,1 мм».

Буквенное обозначение единиц, входящих в произведение, следует отделять точкой на средней линии, как знаком умножения, например: «Н·м». В машинописных документах допускается точку не поднимать.

В буквенном обозначении отношений единиц в качестве знака деления должна применяться одна косая или горизонтальная черта, например: «м/с». При применении косой черты обозначение единиц в числителе и в знаменателе записывают в строку. Произведение обозначений единиц в знаменателе следует заключать в скобки. Например: «мм/(м·с)».

Допускается применять обозначение единиц в виде произведений, возведенных в степени, например: «м·с⁻²». Если для одной из единиц, входящих в отношение, принято обозначение в виде отрицательной степени, использовать одновременно косую и горизонтальную черту не допускается.

При указании производной величины, состоящей из двух единиц и более, не допускается комбинировать буквенное обозначение и наименование единиц, то есть для одних единиц приводить обозначение, а для других – наименование. Например: правильно – «15 м/с» или «15 метров в секунду», но неправильно – «15 м/секунду».

Допускается применять сочетание специальных знаков ...^o, ...' и т. п. с буквенным обозначением единиц, например: «...^o/с».

Правила нанесения обозначений единиц величин, входящих в формулы, следующие.

Допускается применять обозначения единиц в пояснениях обозначений единиц к формулам, то есть в экспликациях формул. Нельзя помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимость между величинами или между числовыми значениями.

Правильно:

$$\langle T = 9,55 \frac{P}{n}, \quad (4)$$

где T – момент крутящий, Н·м; P – мощность, Вт; n – частота вращения, об/мин».

Неправильно:

$$\langle T = 9,55 \frac{P}{n}, \text{ Н·м} \quad (4)$$

где P – мощность, Вт; n – частота вращения, об/мин».

Обозначения единиц можно писать как после числового значения конечного результата расчета, так и после всех его промежуточных операций.

Стандартом рекомендуется для снижения вероятности ошибок в процессе вычислений все величины выражать в единицах SI, заменяя приставки степенями числа 10 и подставлять десятичные и кратные единицы только в конечный результат.

Например, если в предыдущем примере P и n равны, соответственно, 5000 Вт и 25 об/мин, то

$$\langle T = 9,55 \cdot 5000 / 25 = 1910 \text{ Н·м} = 1,91 \cdot 10^6 \text{ Н·мм} \rangle.$$

ГОСТ 8.417–81 рекомендует для преимущественного применения в документации определенные десятичные кратные и дольные единицы тех или иных величин. Например:

- для силы – МН, кН, мН, мкН;
- для давления (для напряжений) – МПа, кПа, мПа, мкПа.

На машиностроительных чертежах линейные размеры всегда следует выражать в миллиметрах.

2.3.12. Иллюстрации

Иллюстрации (рисунки, фотографии, чертежи и т. п.) являются неотъемлемой частью пояснительной записки проекта. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения текста записки. Основные требования к иллюстрациям – точность, наглядность, объективность, соответствие тексту.

Иллюстрации располагают или по тексту (возможно ближе к соответствующей части текста), или в конце текста в виде приложений.

Иллюстрации следует оформлять так, чтобы они были понятны самостоятельно, отдельно от текста. Для этого под каждой иллюстрацией должно находиться *тематическое наименование*, состоящее в общем случае из *пяти* звеньев:

- общего наименования, отражающего вид иллюстрации (рисунок, чертеж и т. п.);
- порядкового номера;
- наименования иллюстрации, соответствующего ее содержанию;
- экспликации (расшифровки составных частей);
- дополнительных сведений.

Четвертое и пятое звенья могут отсутствовать или помещаться в тексте документа.

Для обозначения первого звена, независимо от вида иллюстрации, допускается применять один термин: «рисунок». Если рисунок один, то его обозначают – рис. 1; если иллюстраций несколько, то их нумеруют арабскими цифрами в пределах документа.

Третье звено подписи, центральное по положению, одновременно является и центральным по смысловой значимости. Оно должно передавать сущность содержания иллюстрации, но вместе с тем наименование должно быть лаконичным.

Например, «Рис. 5. Кинематическая схема редуктора».

Если в тексте имеется иллюстрация с изображением составных частей изделия, то указывают *номера позиций этих составных частей* в пределах данной иллюстрации, располагая их в возрастающем порядке.

При ссылке в тексте на отдельные элементы детали (отверстия, пазы, канавки и т. п.) их обозначают прописными буквами русского алфавита, например: «... отверстие Г сверлить по кондуктору».

Пятое звено подрисуночной подписи (дополнительные сведения) может включать материалы самого различного характера, не касающиеся содержания иллюстрации. Например, сведения об авторе иллюстрации, дате ее выполнения и т. п.

На готовой иллюстрации должно быть минимально необходимое для ее понимания количество надписей, обозначений и подписей: все, что возможно, лучше перенести в текст.

Надписи и подписи должны содержать только принятые в тексте буквенные обозначения величин без их расшифровки на иллюстрации. *Произвольное сокращение слов в надписях и подписях не допускается*. Принимаются только те сокращения, которые оговорены в тексте документа или регламентированы соответствующими стандартами.

Ссылки на иллюстрации приводят по типу: «... в соответствии с рисунком 2 ... (рис. 5)».

Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации следует приводить с сокращенным словом «смотри», например «см. рис. 4».