



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
В Г. ВОЛГОДОНСКЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

(Институт технологий (филиал) ДГТУ в г. Волгодонске)



Методические указания по написанию курсового проекта

по дисциплине

«Детали машин и основы конструирования»

для обучающихся по направлению подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных

производств

профиль Технология машиностроения

2021 года набора

Волгодонск
2021

Лист согласования

Методические указания по написанию курсового проекта по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «ТСиИТ» протокол № 13
от «01» июля 2021 г

Содержание

Введение	4
1. Задания на курсовое проектирование	6
2. Техническое задание	14
3. Содержание и объем курсового проекта	15
4. Рекомендуемый порядок выполнения проекта	16
5. Эскизный проект	20
6. Технический проект	21
7. Рабочая документация	27
7.1) Червячное колесо	29
7.2) Цилиндрическое колесо	32
7.3) Коническое колесо	35
7.4) Выходной вал редуктора	37
8. Основные ошибки, встречающиеся в курсовых проектах	41
8.1) Сборочные чертежи	41
8.2) Рабочие чертежи	43
8.3) Пояснительная записка	43
8.4) Спецификация	45
8.5) Защита курсового проекта	45
8.6) Заключение	45
9. Вопросы к защите курсового проекта	45

Введение

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ – это самостоятельная учебная работа по приобретению практических навыков в области проектирования деталей и узлов машин общего назначения, используя знания, полученные при изучении общетехнических дисциплин.

Целью данного вида самостоятельной работы является формирование и развитие у студента умений и навыков проектно-исследовательского направления. Система курсовых проектов – важная составляющая образовательного процесса, так как закрепляет и углубляет теоретические знания, позволяет приобрести навыки по решению технических вопросов, а также учит правильно пользоваться нормами проектирования, каталогами, стандартами и другой технической литературой. В процессе работы над проектом и его защиты студенту необходимо продемонстрировать соответствующую теоретическую подготовку в области технических и технологических дисциплин, умение проектировать узлы и детали машин, обосновывать свой выбор при защите проекта. Особая роль курсового проектирования по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» заключается в том, что он завершает цикл общетехнической подготовки студентов и является первой самостоятельной конструкторской разработкой. Данная работа создает условия для комплексного использования ранее полученных знаний по ряду курсов учебного плана, знакомства с деятельностью инженеров и исследователей. Студенты на практике решают задачи, поставленные в техническом задании, с учетом современных требований к конструированию. Все это способствует развитию навыков самостоятельной научно-исследовательской работы, рационализации и изобретательства, а также формированию творческого подхода к решению конструкторских задач и реализации инженерных идей, основанных на имеющихся знаниях и умениях пользоваться различными источниками информации. По завершении решения поставленной задачи студент получает чувство самоудовлетворения от результатов первой самостоятельной проектно-исследовательской работы, от того, что он смог на практике применить весь комплекс полученных ранее знаний и умений. И это естественным образом повышает заинтересованность в более глубоком изучении других дисциплин.

На заключительном этапе курсового проекта важную роль играет составление расчётно-пояснительной записки, которая является первым опытом студента в подведении итогов конструкторской работы и оформлении её. Записка должна быть построена по типу официальных отчетов инженеров о проведенных исследовательских работах. В связи с этим требуется формировать и развивать

умение разрабатывать техническую документацию, основываясь на соблюдении основных требований к деталям: прочности при наименьшем весе, жесткости, надежности, взаимозаменяемости, технологичности, работоспособности и т.п.

Освоение студентом методологии курсового проектирования по курсу «Детали машин и основам конструирования» создает предпосылки по успешной разработке дипломного проекта.

Сущность проекта состоит в разработке того или иного устройства, служащего для привода вращения ленточного, винтового или цепного конвейера, лебедки, агрегатов автомобиля и т.п.

Объектами курсового проектирования являются приводы различных машин и механизмов – конвейеров и элеваторов, лебёдок и подъёмных механизмов, приводы транспортных и испытательных машин и т.д., в которых используются большинство деталей и узлов общемашиностроительного применения: зубчатые и червячные передачи, передачи с гибкой связью, валы, оси, подшипники, соединительные муфты, соединения резьбовые, штифтовые, вал-ступица, корпусные детали, уплотнительные и смазочные устройства и т.д.

Задание на курсовой проект выдается преподавателем в виде технического задания на разработку, в котором приводятся технические требования, схема привода, график выполнения проекта и рекомендуемая литература.

Целью курсового проекта по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» является:

- закрепление, расширение и углубление теоретических знаний по основным разделам курса;
- ознакомление с конструкциями типовых деталей и узлов;
- приобретение навыков практического применения полученных теоретических знаний и комплексного решения конкретных задач, предусмотренных курсовым проектом;
- получение навыков самостоятельного и творческого подхода к решению конкретных инженерных задач;
- развитие необходимых навыков по проведению расчетов и составлению технико-экономического обоснования применяемых технологических решений;
- обучение самостоятельному пользованию специальной литературой: каталогами, справочниками, стандартами, нормами;
- выработка навыков оформления технической документации, составление пояснительной записки и оформление чертежей и схем согласно стандартам ЕСКД.
- овладение навыками использования современных автоматизированного проектирования при решении конкретных инженерных задач;
- получение навыков защиты принятого технического решения;

- подготовка к более сложным последующим курсовым проектам по другим дисциплинам и к заключительному этапу учебного процесса – выполнению и защите выпускной квалификационной работы.

В процессе проектирования студенты выполняют следующее:

- дают анализ назначения и условий, в которых находится проектируемое изделие, и наиболее рациональное конструктивное решение с учётом технологических, монтажных, эксплуатационных и экономических требований;
- производят кинематические расчёты;
- определяют нагрузки, действующие на звенья механизма;
- производят расчёты конструкции по критериям работоспособности;
- решают вопросы, связанные с выбором материала и наиболее технологичных форм деталей;
- продумывают процесс сборки и разборки узлов и механизма в целом.

При этом они работают с действующими стандартами, справочной литературой и приобретают навыки пользования ими при выборе конструкции и размеров детали.

Рабочая документация проекта разрабатывается на основе конструктивных решений, принятых в техническом проекте, и предусмотрена техническим заданием проекта.

Сборочный чертёж редуктора или узла выходного вала, выполненный на основании конструктивной компоновки, даёт представление о последовательности и порядке сборки, а также устанавливает контроль габаритных, установочных, присоединительных и посадочных (сопряжённых) размеров.

В рабочей документации студенты разрабатывают спецификацию, определяющую состав редуктора или узла, выполняют необходимые расчёты и рабочие чертежи двух сопряжённых деталей. В заключение приводятся сведения о правилах и порядке оформления и комплектации конструкторской документации курсового проекта в соответствии с нормами и требованиями ЕСКД.

1. Задания на курсовое проектирование

Каждое из 10 заданий всех типов проектов содержит 10 вариантов. Для выполнения проекта или работы обязательным является то задание, которое соответствует последней цифре шифра студента, и тот вариант этого задания, который соответствует предпоследней цифре шифра студента. Например, студент, имеющий шифр ВКТО2019, должен выполнить первый вариант девятого задания.

Задание 1. Спроектировать привод к вертикальному валу цепного конвейера по схеме (рис.1) с графиком нагрузки, данным на рисунке 1. Мощность на этом валу P_4 и угловая скорость вращения его ω_4 приведены в табл. 1.

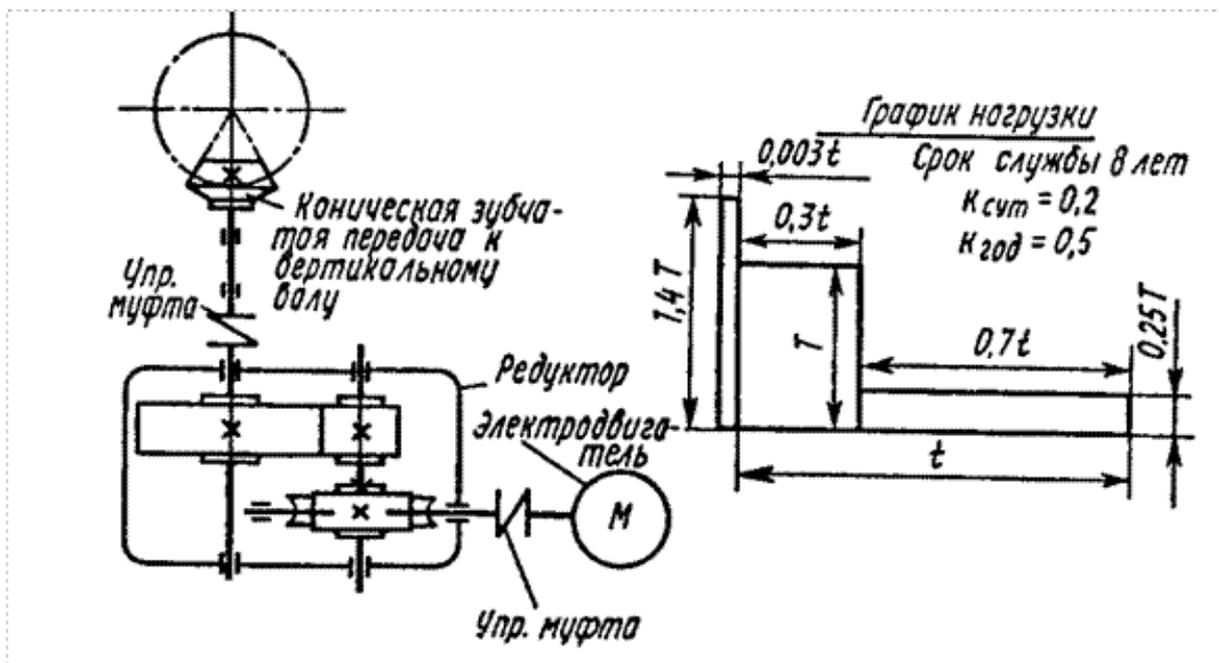


Рис.1

Таблица 1

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8
ω_4 , рад/с	0,3π	0,4π	0,5π	0,6π	0,7π	0,8π	0,9π	0,9π	0,8π	0,7π

Задание 2. Спроектировать привод к цепному конвейеру по схеме (рис.2) с графиком нагрузки, данным на этом рисунке. Окружное усилие на тяговой звёздочке F_t , окружная скорость этой звёздочки V , шаг цепи t и число зубьев звёздочки z приведены в табл.2.

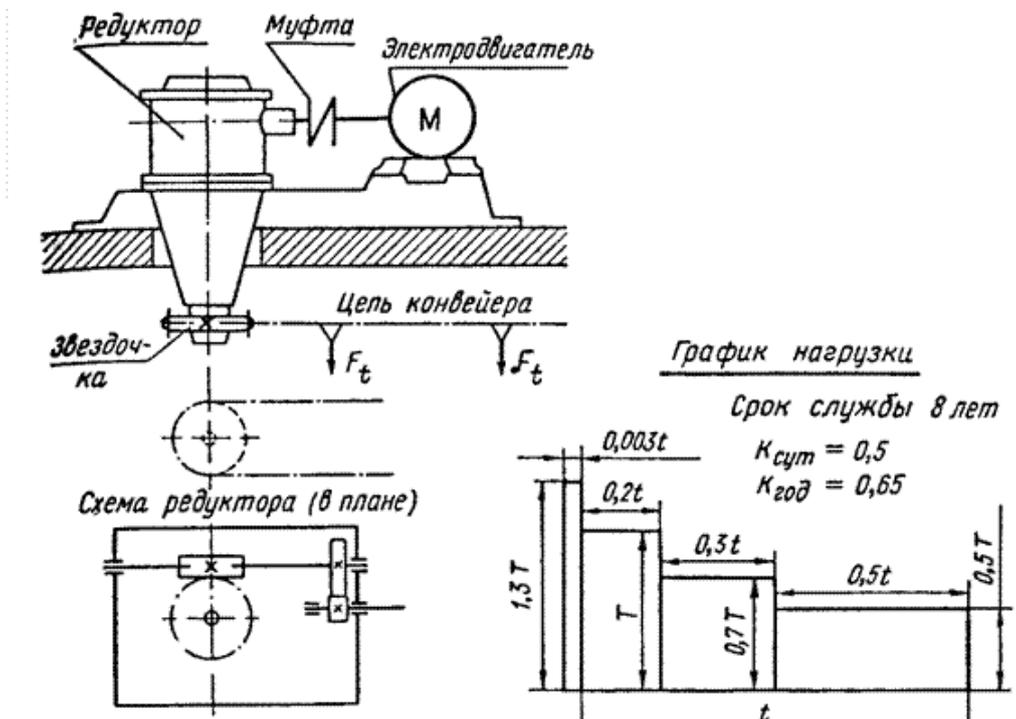


Рис.2

Таблица 2

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	6	6,5	7	7,5	8	8	7,5	7	6,5	6
V , м/с	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16	0,15	0,15	0,14	0,12	0,1
t , мм	44,45	44,45	44,45	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	44,45	44,45
z	22	23	21	24	22	24	23	23	22	22

Задание 3. Спроектировать привод к цепному конвейеру по схеме (рис.3) с графиком нагрузки, данным на рисунке 3. Окружное усилие на барабане F_t , окружная скорость барабана V и диаметр барабана D приведены в табл.3.

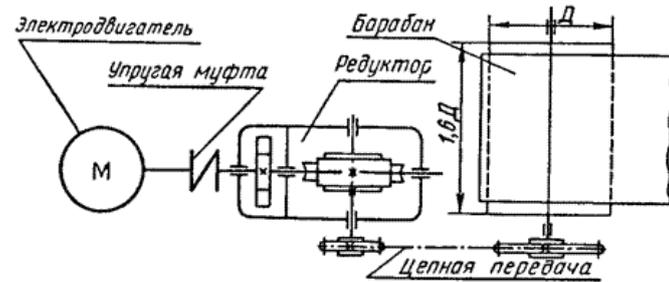


График нагрузки

Срок службы 5 лет
 $K_{сут} = 0,3$
 $K_{год} = 0,4$

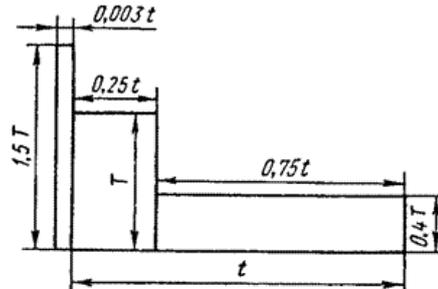


Рис.3

Таблица 3

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	3	3,5	4	4,5	4	5,6	6	6,5	7	7,5
V , м/с	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16
D , мм	350	400	450	400	450	350	400	450	350	400

Задание 4. Спроектировать привод к цепному подвесному конвейеру по схеме (рис.4) с графиком нагрузки, данным на рисунке 4. Окружное усилие на тяговой звёздочке F_t , окружная скорость этой звёздочки, шаг тяговой цепи t и число зубьев звёздочки z приведены в табл.4.

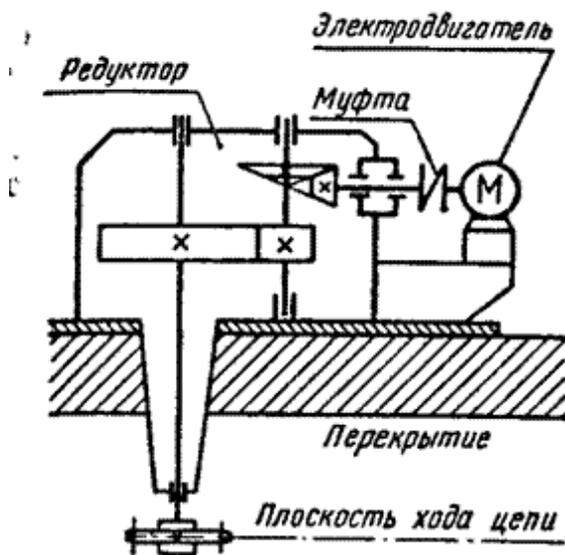


График нагрузки

Срок службы 7 лет

$K_{сут} = 0,3$

$K_{год} = 0,7$

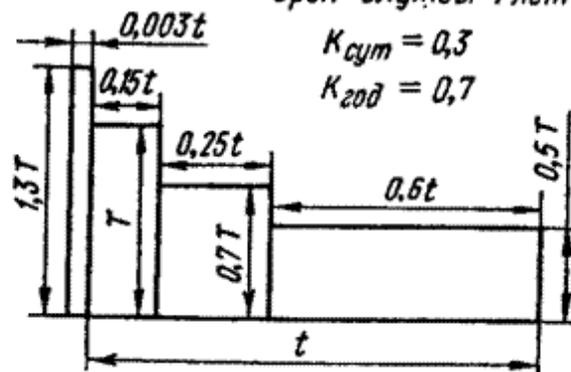


Рис.4

Таблица 4

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
V , м/с	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,1	1	0,9	0,8	0,7
t , мм	80	80	80	80	80	100	100	100	100	100
z	9	9	9	7	7	7	8	8	8	8

Задание 5. Спроектировать привод к цепному конвейеру по схеме (рис.5) с графиком нагрузки, показанным на рисунке 5. Мощность на ведомом валу зубчатой передачи N_4 и угловая скорость его вращения ω_4 даны в табл.5.

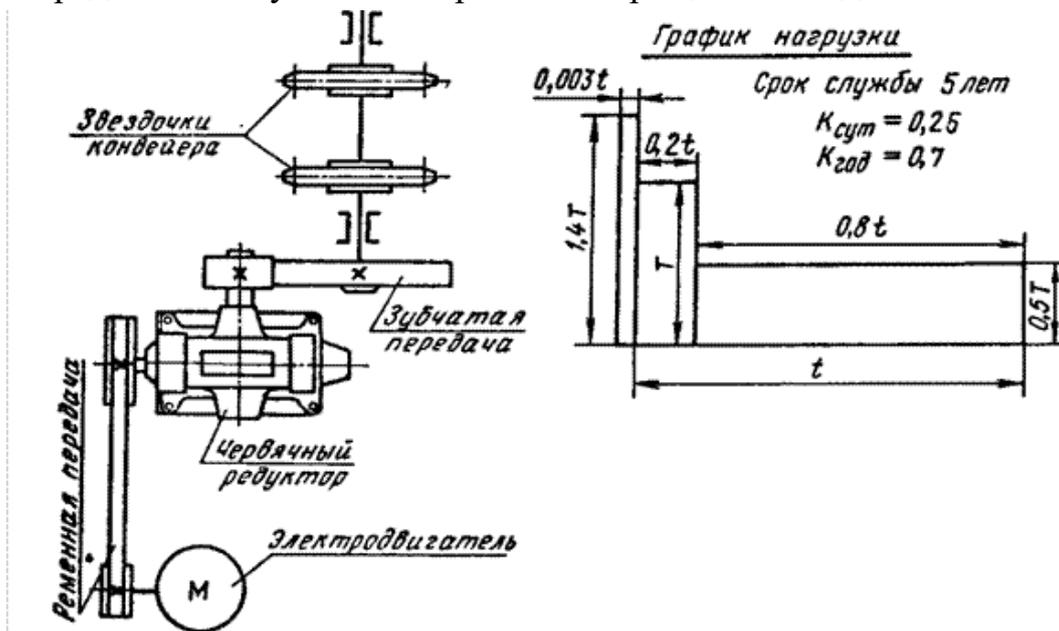


Рис.5

Таблица 5

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_4 , кВт	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
ω_4 , рад/с	0,3π	0,5π	0,7π	0,3π	0,5π	0,7π	0,3π	0,5π	0,7π	0,3π

Задание 6. Спроектировать привод к цепному конвейеру по схеме (рис.6) с графиком нагрузки, показанном на рисунке 6. Окружное усилие на тяговой звёздочке F_t , окружная скорость этой звёздочки V , шаг тяговой цепи t и число зубьев звёздочки z приведены в табл.6. Ременную передачу выполнить на клиновых ремнях.

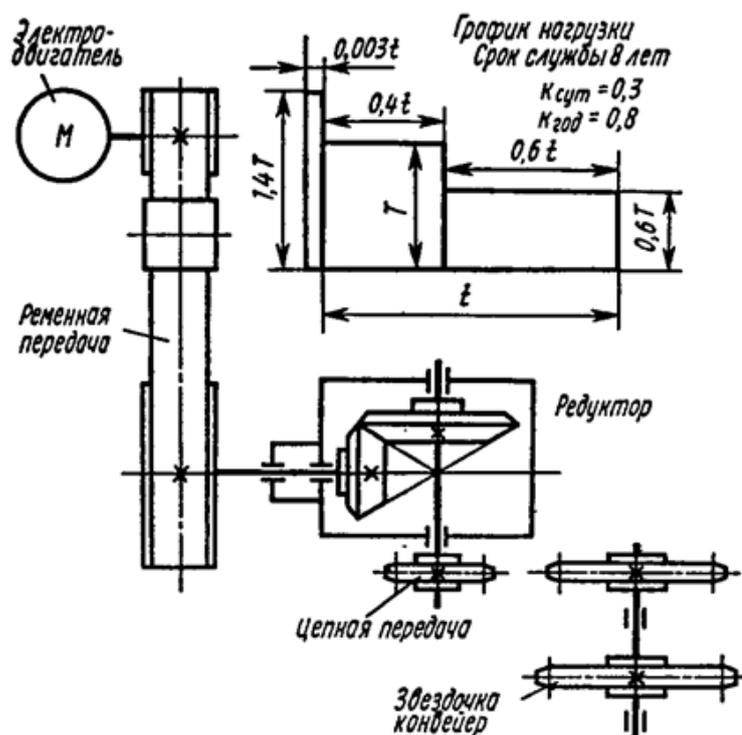


Рис.6

Таблица 6

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
V , м/с	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1
t , мм	25,4	25,4	31,75	31,75	38,1	38,1	38,1	50,8	50,8	50,8
z	50	50	50	46	46	42	42	40	40	40

Задание 7. Спроектировать привод к ленточному конвейеру по схеме (рис.7) с графиком нагрузки, показанным на рис.3. Окружное усилие на барабане F_t , окружная скорость V и диаметр барабана D приведены в табл.7. Ширину ленты принять не менее 300 мм. Длину конвейера принять не менее 10 м.

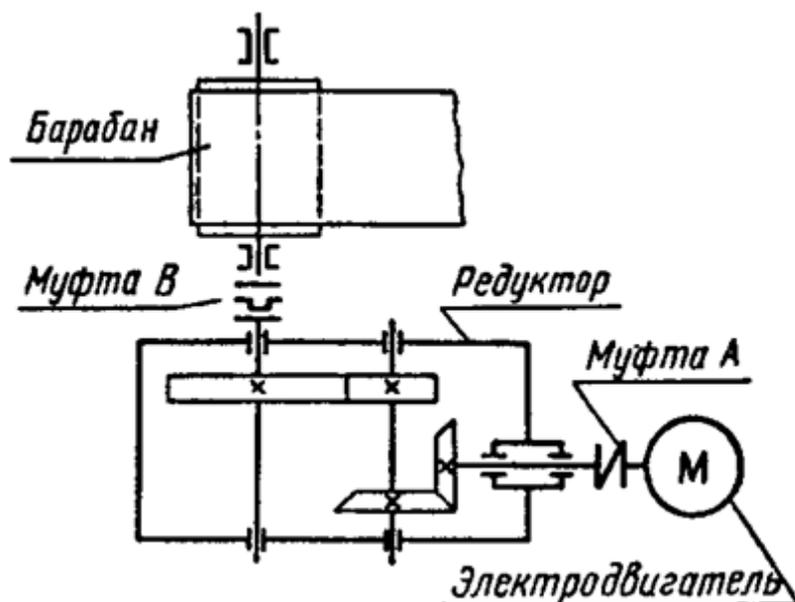


Рис.7

Таблица 7

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,7	3,6	3,7	3,8	3,9
V , м/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,15	1,2
D , мм	300	325	300	275	250	225	200	225	250	300

Задание 8. Спроектировать привод к ленточному конвейеру, по схеме (рис.8) с графиком нагрузки, показанному на рис. 4. Мощность на ведомом валу редуктора и угловая скорость его вращения приведены в табл.8. Ширину ленты конвейера при расчёте ленточной передачи принять не менее 300 мм. Длину конвейера принять не менее 10 м.

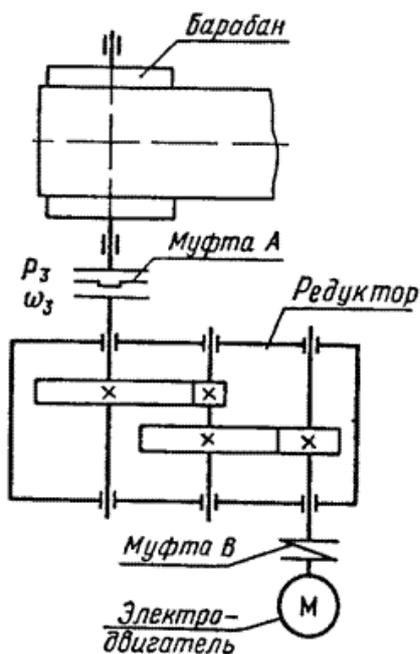


Рис.8

Таблица 8

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_3 , кВт	10	9	8	7	6	6	7	8	9	10
ω_3 , рад/с	3п	3,1п	3,2п	3,3п	3,4п	3,5п	3,6п	3,7п	3,8п	3,9п

Задание 9. Спроектировать привод к цепному конвейеру по схеме (рис.9) и графиком нагрузки, показанным на рис. 5. Мощность на ведомом валу зубчатой передачи N_3 и угловая скорость вращения ведомого зубчатого колеса приведены в табл.9.

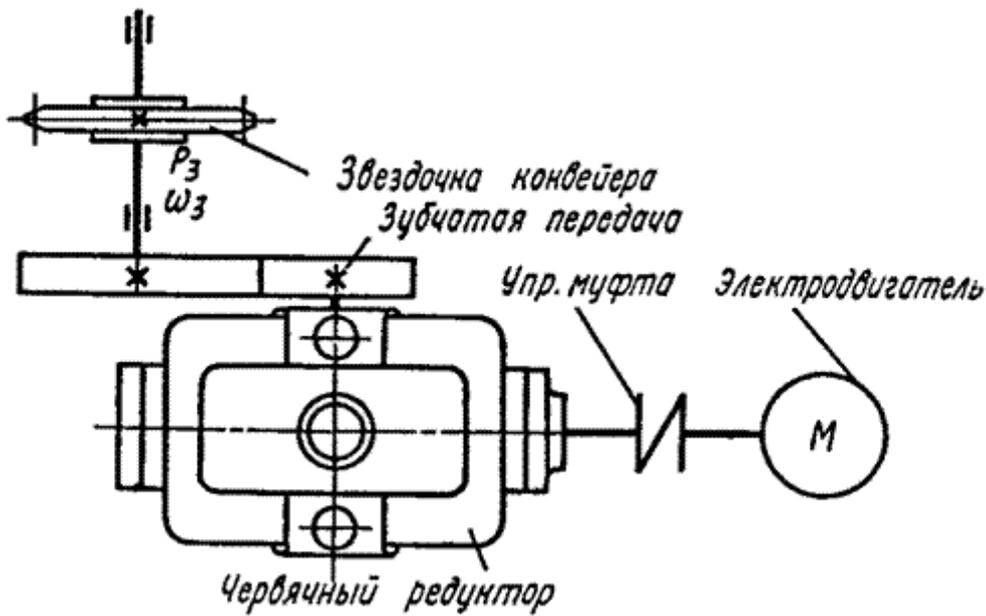


Рис.9

Таблица 9

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_3 , кВт	7,5	5,5	4	3	2,2	3	5,5	7,5	5,5	3
ω_3 , рад/с	1,1п	1,2п	1,3п	1,4п	1,5п	1,6п	1,7п	1,8п	1,9п	2п

Задание 10. Спроектировать привод к цепному конвейеру по схеме (рис.10) и с графиком нагрузки, показанным на рис.6. Окружное усилие на тяговых звёздочках F_t , окружная скорость этих звёздочек V , шаг тяговых цепей t и число зубьев звёздочки z приведены в табл.10.

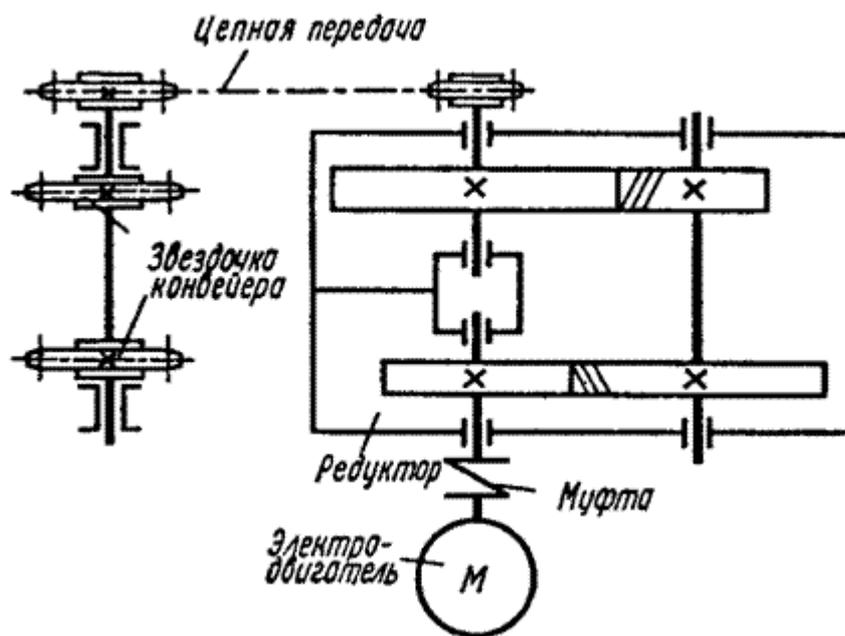


Рис.10

Таблица 10

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6
V , м/с	0,7	0,8	0,9	1	0,7	0,8	0,8	1	0,7	0,8
t , мм	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1
z	42	40	38	36	40	46	48	50	52	54

При предварительных расчётах зубчатых передач редуктора – разница межосевого расстояния первой и второй ступени не должна превышать 15%.

2. Техническое задание

Техническое задание (ТЗ) на курсовой проект определяет стадии и этапы разработки конструкторской документации, содержит исходные данные на проектирование привода ленточного или цепного конвейера и назначает сроки выполнения отдельных этапов. С учетом того, что при учебном проектировании предусмотрен различный объем проектной работы, определяемый стандартом в зависимости от специальности или направления подготовки, выполнение проекта возможно в различных сочетаниях стадий проектирования и поставленных задач.

Исходные данные в техническом задании могут быть заданы в виде описания (например: «Состав привода ленточного конвейера – электродвигатель, ременная передача, цилиндрический горизонтальный одноступенчатый редуктор и муфта. Тяговая сила ленты (окружное усилие на барабане) $F_t = 5,0$ Н·м, скорость ленты конвейера $v = 2,0$ м/с, диаметр барабана $D_6 = 500$ мм, ширина ленты $B = 400$ мм, высота установки ведущего вала $H = 350$ мм, угол обхвата барабана лентой $\alpha = 3,5$

рад. Ресурс $L_h = 36000$ ч. Работа спокойная в одну смену. Максимальная кратковременная нагрузка 120% от номинальной. Характер рабочей нагрузки задан зависимостью $T_1, t_1, T_2, t_2, T_3, t_3$, где T_i, t_i ступени нагрузки (момента) и соответствующее этим ступеням время работы по графику нагрузки, срок службы $L = 5$ лет, $K_{год} = 0,6, K_{сут} = 0,5$ »).

3. Содержание и объем курсового проекта

В качестве тем для курсовых проектов приняты приводы реальных механизмов и устройств из различных отраслей машиностроения.

Содержание и объем курсового проекта должен быть следующим:

- пояснительная записка (до 50 листов формата А4);
- спецификации (2-3 листа формата А4);
- чертеж общего вида привода (1 лист формата А1);
- сборочный чертеж редуктора (1 лист формата А1);
- рабочие чертежи трех деталей: ведомый вал; колесо, расположенное на ведомом валу; крышка редуктора (1 лист формата А1).

Процесс проектирования проводится в соответствии со стадиями его выполнения, регламентированными ГОСТ 2.103-68, согласно которому разработку курсового проекта можно разделить на следующие пять основных этапов.

Этап 1. Разработка технического предложения на проектирование изделия при заданной кинематической схеме (ГОСТ 2.118-73). В соответствии с результатами проведенного анализа (знакомство с существующими аналогичными приводами механизмов и устройств) намечаются варианты компоновки механизма.

Этап 2. Разработка эскизного проекта привода (ГОСТ 2.119-73). На этой стадии разрабатываются конструкторские документы, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общие представления об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие его основные параметры и габаритные размеры. К ним относятся межосевые расстояния и модули зубчатых цилиндрических и червячных передач, конусное расстояние и модуль зубчатых конических передач, межосевые расстояния и параметры шкивов и звездочек передач с гибкой связью (ременные и цепные), диаметры валов, типоразмеры подшипников качения и муфт. Приступить к вычерчиванию необходимо после того, как только предварительный расчет даст достаточно данных для чертежа. Чертеж и расчет должны производиться параллельно, таким образом, чтобы расчет лишь несколько опережал чертеж, иначе неизбежны ошибки, которые могут быть выявлены лишь впоследствии, что повлечет за собой большую потерю труда и времени. По данным проектировочных и частично проверочных расчетов и на основании принятого прототипа выполняют

окончательный вариант эскизной компоновки (эскизный проект), дающий достаточно полное представление о будущей конструкции.

Этап 3. Разработка технического проекта (ГОСТ 2.120-73) охватывает подробную конструктивную разработку всех элементов оптимального эскизного варианта с внесением необходимых поправок и изменений, рекомендованных при утверждении эскизного проекта. Разрабатывается сборочный чертеж редуктора на формате А1 с необходимым числом видов, разрезов, сечений. В процессе выполнения технического проекта уточняются проверочные расчеты зубчатых, червячных, цепных и ременных передач. Кроме того проводят проверочные расчеты валов, муфт, соединений, а также подшипников качения, температуры нагрева червячного редуктора, объема смазки, производят уточненные расчеты валов.

После разработки сборочного чертежа выполняют чертеж общего вида привода, который должен содержать изображение всех сборочных единиц: редуктора, двигателя, муфты, ременной или цепной передачи, рамы.

Этап 4. Разработка рабочей конструкторской документации является заключительной стадией проектирования конструкторской документации. На этой стадии выполняются рабочие чертежи деталей, и составляется спецификация к сборочным единицам.

Этап 5. Оформление курсового проекта. На этом этапе оформляется расчетно-пояснительная записка.

4. Рекомендуемый порядок выполнения проекта

Работу над проектом рекомендуется выполнять в следующем порядке.

3.1. Ознакомиться с заданием. Подбор литературы, необходимой для проектирования. Изучение аналогичных конструкций по учебным пособиям, атласам, руководствам и т. п. При этом изучение данных материалов должно сопровождаться составлением эскизов отдельных участков, которые представляют определенный интерес.

3.2. Определяют общий КПД привода.

3.3. Определяют частоту вращения исполнительного механизма (если она не задана в задании на проектирование).

3.4. Предварительно назначают передаточные числа.

3.5. Определяют потребную мощность электродвигателя и выбирают его по каталогу. Сначала определяют мощность на выходном валу привода рабочей машины, затем частные значения КПД отдельных видов передач и общий КПД привода, на который нужно разделить значение выходной мощности. По каталогу чаще всего приходится выбирать электродвигатель с номинальной мощностью,

превышающей расчётную. Чтобы выбрать электродвигатель по каталогу, необходимо также предварительно определить частоту вращения вала ротора, для чего вычисленная частота вращения выходного вала привода умножается на общее ориентировочное передаточное число привода. Необходимо иметь в виду, что тихоходный электродвигатель, при равной мощности, тяжелее и больше по габаритам, чем быстроходный электродвигатель.

3.6. Определяют действительное передаточное число привода, разбивают его по ступеням передач и делают полный кинематический расчет привода.

3.7. Определение мощности, частоты вращения (угловой скорости) и крутящего момента для каждого вала с учетом КПД передачи.

3.8. Выбор материалов и термообработки.

3.9. Определение допускаемых напряжений с учетом графика нагрузки.

3.10. Определение расчетных нагрузок.

3.11. Определение межосевых (конусных) расстояний и выбор их по ГОСТ 2185-66.

3.12. Определение модулей зубьев и их выбор по ГОСТ 9563-60.

3.13. Определение размеров зубчатых и червячных колес, червяка. Выбор диаметра конических колес по ГОСТ 12289-76.

3.14. Эскизная компоновка редуктора (желательно на миллиметровой бумаге и в масштабе 1:1). Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения. Изменяя материал зубчатых или червячных колес и технологию их изготовления, уточняя и изменяя значения расчетных коэффициентов и передаточных чисел соответствующих ступеней, путем повторных расчетов можно добиться лучшей конструкции рассчитываемых передач.

3.15. После определения всех геометрических размеров рассчитываемых передач вычисляют усилия, действующие в этих передачах.

3.16. Производят ориентировочный расчет валов с учетом только передаваемого крутящего момента, предварительно выбирают подшипники, определяют размеры элементов корпуса (толщины стенки и пр.).

3.17. На первом этапе проектирования выполняют эскизную компоновку основных деталей редуктора (желательно в масштабе 1:1 и на миллиметровой бумаге). При этом вычерчивают в зацеплении все рассчитанные передачи, валы, подшипниковые узлы, размещенные в стенках корпуса, детали, необходимые для предотвращения или ограничения осевого перемещения зубчатых или червячных колес на валах, и устанавливают по рекомендациям учебных пособий или по конструктивным соображениям соответствующие зазоры между торцами передач и внутренней стенкой корпуса, а также между двумя соседними передачами, находящимися на одном валу.

3.18. Расчет ременной или цепной передачи.

3.19. Составляют расчетные схемы валов, определяют суммарные реакции их опор с построением эпюр изгибающих и вращающих моментов.

3.20. Расчет и подбор подшипников по динамической грузоподъемности и делают проверочный расчет валов на статическую прочность и выносливость по опасным сечениям.

3.21. По окончательно принятым диаметрам валов производится подбор шпонок по сечению (длина их принимается по ширине зубчатых колес) и их проверки на срез и смятие.

3.22. Уточненный расчет валов с определением коэффициента запаса прочности, который должен быть в пределах $1,5 \dots 2,5 < S < 8 \dots 10$.

3.23. Определение конструктивных размеров зубчатых и червячных колес, а также корпуса и крышки редуктора.

3.24. Определение посадок.

3.25. Производят тепловой расчет для червячных редукторов.

3.26. Выполняют общий вид проектируемого узла (редуктора, коробки скоростей, коробки передач и т. п.) в двух-трех проекциях с соблюдением всех требований в соответствии с ГОСТом на чертежи (завершающий этап проектирования), в котором должны быть отражены также вопросы смазки подшипников и зубьев передач.

3.27. Вычерчивают общий вид привода в двух или трех проекциях и другие узлы привода, если они указаны в задании.

3.28. Выполняют рабочие чертежи деталей проектируемого узла (редуктора, коробки скоростей и т. п.), которые указаны в задании.

3.29. Составляют полностью расчетно-пояснительную записку и окончательно оформляют все чертежи проекта.

Задача руководителя – направлять работу студента в соответствии с графиком выполнения проекта, рекомендовать научно-техническую литературу и нормативные документы, касающиеся данной темы.

По окончании работы студента над проектом руководитель подписывает титульный лист пояснительной записки, после чего проект может быть представлен к защите.

Подпись руководителя на документации проекта только удостоверяет, что решения, принятые в проекте принципиально правильны.

После проверки преподавателем проект допускается к защите при положительной рецензии. При отрицательной рецензии проект возвращается на исправление.

Таблица 11. Стадии и этапы проектирования

Стадии проектирования и их этапы	
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	
1	Кинематическая схема привода.
2	Параметры проектируемого привода.
ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ	
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 и полный кинематический расчет привода.
5	Определение мощностей, частот вращения и крутящих моментов на отдельных элементах привода. Производится ориентировочный расчет валов с учетом только передаваемого крутящего момента, предварительный выбор подшипников, определение размеров элементов корпуса (толщина стенки и пр.).
6	Выбор материалов колес передачи редуктора (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 конструкций 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.
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	Обоснование выбора способов смазки элементов привода и назначение смазочных материалов для элементов привода.
17	Эскизная компоновка привода.
18	Определение реакций в опорах привода.
19	Проектный расчет валов привода.
20	Проверка ранее назначенных подшипников качения привода по динамической грузоподъемности и по долговечности (в случае необходимости – корректировка типоразмеров подшипников). Выбор схем подшипниковых узлов, подбор подшипников качения и соединительных муфт. По принятым диаметрам валов производится подбор шпонок по сечению (длина их принимается по ширине зубчатых колес) и их проверка на срез и смятие.
ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ	
21	Конструктивная компоновка привода.
22	Проверочные расчеты валов привода. 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.
РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	
25	Выполнение рабочих чертежей выходного вала редуктора и выходного колеса редуктора.
26	Оформление текстовой документации проекта (пояснительной записки и спецификаций).

5. Эскизный проект

Эскизный проект следует выполнить для всего привода, состоящего из асинхронного электродвигателя, муфты, одноступенчатого редуктора и 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 КОМПАС 3D) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

При выполнении эскизного проекта привода студент должен решить ряд конструкторских задач:

- выбрать и разработать конструкции основных деталей с учетом максимального обеспечения их технологичности;
- выбрать типы соединений деталей, способы фиксации деталей на валах;
- выбрать способы фиксации валов в опорах;
- предусмотреть возможность сборки и разборки узлов, регулировки зазоров в зацеплениях зубчатых колес и в подшипниках;
- предусмотреть возможность натяжения ремня в ременной передаче и цепи – в цепной;
- выбрать системы смазки зацепления и подшипников;
- выбрать виды уплотняющих устройств.

На эскизном чертеже общего вида привода должны быть приведены:

- габаритные, установочные и присоединительные размеры (причем установочные и присоединительные размеры должны быть с предельными отклонениями);

- номера позиций сборочных единиц, составляющих привод, и номера деталей не вошедших в сборочные единицы;
- техническая характеристика привода;
- технические требования.

Эскизная компоновка позволяет определить ориентировочное (значение следует округлить) расстояние между двумя подшипниками вала (между серединами подшипников) и тем самым подготовить расчетную схему вала. Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения. Изменяя материал зубчатых или червячных колес и технологию их изготовления, уточняя и изменяя значения расчетных коэффициентов и передаточных чисел соответствующих ступеней, путем повторных расчетов можно добиться лучшей конструкции рассчитываемых передач.

6. Технический проект

Приступать к подготовке чертежей необходимо при наличии достаточных данных, полученных в результате предварительного расчета. Чертеж и расчет должны производиться параллельно таким образом, чтобы расчет лишь немного опережал выполнение чертежа, иначе неизбежны ошибки, которые могут быть выявлены лишь впоследствии, что повлечет за собой большую потерю труда и времени. Поэтому следует придерживаться правила: все полученные расчетом размеры немедленно проверять путем нанесения их на чертеж.

При проектировании машин и их деталей и при выполнении чертежей необходимо руководствоваться ГОСТами на чертежи в машиностроении. Однако рекомендованные ЕСКД упрощенные и условные изображения, как, например, для резьбовых деталей и подшипников качения, при учебном проектировании с учебно-методической точки зрения недопустимы, так как студенты должны изучить не только конструкцию и назначение деталей и узлов, но и взаимодействие их в машине.

Чертить необходимо сразу во всех проекциях, в противном случае могут быть задержки и ошибки при вычерчивании. Число проекций должно быть минимальным, но с тем условием, чтобы ясность в чертежах устройства машины, а также ее узлов и деталей была полная. В простейших случаях, например для тел вращения, достаточно двух проекций, а иногда даже одной. На машиностроительных чертежах особенно важны разрезы, выясняющие внутреннее устройство машины, ее узлов и деталей.

Выбирать проекции и разрезы следует так, чтобы при наименьшем их числе не только форма, но и все размеры каждой детали выяснились полностью. Пустотелые части рекомендуется показывать в разрезах, а ребристые и плоские —

в наружном виде. Масштаб чертежей по возможности должен быть выбран 1:1, при невозможности использования этого масштаба допускается меньший масштаб, выбираемый по ГОСТу.

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 и сечения редуктора, 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 25346-82 и ГОСТ 25347-82;

- указаны габаритные, межосевые, установочные и присоединительные размеры, (причем межосевые, установочные и присоединительные размеры должны быть 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 средств автоматизированного проектирования: КОМПАС 3D) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

На рис.11 приведен пример оформления чертежа привода конвейера. Характеристика привода приведена ниже. Характеристика дана как рекомендуемая и корректируется в каждом конкретном случае в зависимости от варианта задания.

Характеристика привода выполняется на чертеже общего вида. Под ней или в другом свободном поле чертежа записываются технические требования по сборке привода (или машины), покраске, испытаниям, транспортировке и т. д.

На чертеже редуктора также должна быть приведена его техническая характеристика и технические требования по сборке, регулировке, испытаниям, консервации и т. д.

На детальном чертежах должны быть указаны все размеры для их изготовления, а также технические требования по взаимному отклонению обрабатываемых поверхностей, термической или другой обработке, требования к виду и качеству заготовки.

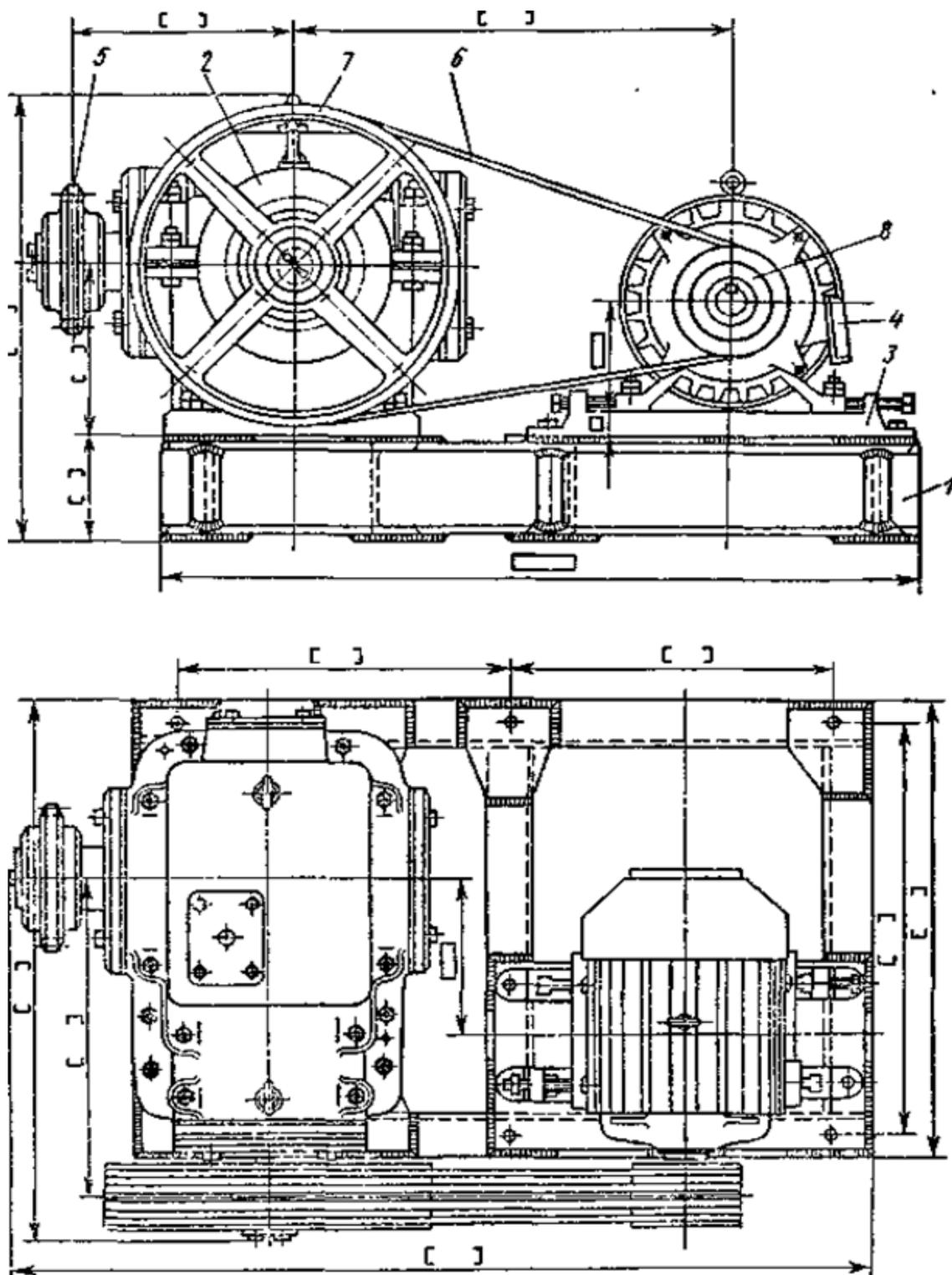


Рис.11. Чертеж привода редуктора

Чертеж общего вида сборочной единицы должен иметь спецификацию всех деталей. В спецификации указывается позиция, наименование и количество деталей. Для стандартных деталей наименование их надо давать в соответствии с требованиями ГОСТов на эти детали и с указанием номеров ГОСТов.

На рис.12 приведен чертёж общего вида двухступенчатого цилиндрического редуктора.

Таблица 12. Техническая характеристика привода (рекомендуемая)

Наименование параметра		Размерность	Величина
Тяговое усилие (или расчётный момент на валу)		Кн. (Нм).	8
Линейная (или окружная) скорость		м/мин.(мин ⁻¹).	15
Общее передаточное число привода			25
Тип цепной (или ремённой) передачи		ПР 50,8 - 226,8 ГОСТ13568-81	
Редуктор	Тип	Цилиндрический	
	Передаточное число		19,2
Электродвигатель	Тип	АИР 90 L4	
	Мощность	квт.	2,2
	Частота вращения	мин ⁻¹ .	1460
	Напряжение	в	380
	ПВ	%	40
Тормоз	Тип	ТКГ -200	
	Тормозной момент	Нм.	780
Масса привода с электрооборудованием		Т.	0,7

Конкретные величины параметров будут различны в каждом варианте.

Таблица 13. Техническая характеристик редуктора (рекомендуемая)

Общее передаточное число		U			
Зацепление	1-я ступень	Передаточное число		U ₁	
		Модуль нормальный		m _n	
		Число зубьев	Шестерни	Z ₁	
			Колеса	Z ₂	
		Угол наклона зубьев		β	
		Исходный контур		ГОСТ-----	
	Степень точности				
	2-я ступень	Передаточное число		U ₂	
		Модуль нормальный		m _n	
		Число зубьев	Шестерни	Z ₃	
			Колеса	Z ₄	
		Угол наклона зубьев		β	
		Исходный контур		ГОСТ-----	
	Степень точности				
Смазка	Зацеплений		(марка масла)		
	Подшипников		(марка масла)		
	Объём жидкой смазки, л.				
	Масса густой смазки, кг.				
Подводимая мощность, квт.					
Частота вращения быстроходного вала, мин ⁻¹ .					
Крутящий момент на тихоходном валу, Нм.					
Допускаемая консольная нагрузка, Н.	на быстроходном валу				
	на тихоходном валу				

Технические требования на чертеже редуктора (рекомендуемые)

1. Специальные условия сборки редуктора (если требуется). Например: обеспечить соосность шага первой пары затяжкой гайки на втулке под шестерней поз....

2. Осевая игра подшипников:

поз.	0,1 - 0,15мм.
поз. ...	0,15 - 0,2 мм.
поз. ...	0,2 - 0,25мм.

(осевую игру подшипников регулировать установкой прокладок под крышки поз...., установкой дистанционных шайб поз. ..., вращением и фиксацией винтов поз....)

3. При сборке обеспечить пятно контакта в зацеплении:

Ступень	Боковой зазор	Пятно контакта	
		по высоте зуба	по длине зуба
первая	0,15 - 0,25 мм.	0,8 модуля	70%
вторая	0,25 - 0,35 мм.	0,8 модуля	70%

На нерабочей стороне зубьев обеих ступеней суммарная длина пятна контакта не менее 60 % длины зуба.

Для приработки под нагрузкой:

момент нагружения на тихоходном валу не более Нм. при частоте вращения быстроходного валамин⁻¹.
рабочее направление вращения см. вид

4. Разъём между корпусом и крышкой покрыть пастой ("Герметик"или др).

5. Перед обкаткой и эксплуатацией в редуктор залить жидкую смазку до уровня по маслоуказателю. Полости опор промыть керосином и заполнить смазкой "Литол 24" на 2/3 объёма.

6. Окончательно собранный редуктор испытать:

-без нагрузки в течение часа при частоте вращения быстроходного вала
.... мин⁻¹,

-под нагрузкой в течение двух часов при частоте вращения быстроходного вала ... мин⁻¹ и полной нагрузкой (нагрузкой ...%) крутящим моментом тихоходного вала.

В процессе испытаний течи масла по корпусу, нагрев подшипников более 60⁰ и посторонние неравномерные шумы не допускаются.

7. После испытаний редуктора жидкую смазку слить, сдать на склад, залить консервирующую смазку "КС- 8" объёмомл и прокрутить редуктор без нагрузки в течение пяти минут.

8. Требования по окраске редуктора см. в инструкции(в пояснительной записке)(или записать на данном чертеже).

В каждом конкретном варианте приведенные выше требования могут быть изменены.

Для подсчёта приблизительной массы редуктора рекомендуется вычислить массу его по габаритным размерам, принимая как сплошной металл плотностью

7,85г/см³, и затем умножить полученную величину на 0,2-0,3. Например, масса редуктора по рис.12 составит: $125 \cdot 80 \cdot 52 \cdot 7,85 = 4082$ кг $\cdot 0,25 = 1020$ кг.

Масса изделия является одним из основных его параметров и должна быть указана как на сборочных, так и на детальных чертежах.

7. Рабочая документация

На стадии проектирования «Рабочая документация» на основании чертежа общего вида разрабатываются, в соответствии с ГОСТ 2.109-73, чертежи деталей, сборочный чертеж со спецификацией, монтажный (или электромонтажный) чертеж, габаритный и упаковочный чертежи.

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

При выполнении курсового проекта из рабочей документации выполнению подлежат только:

- спецификация на привод;
- спецификация на редуктор. Чертеж общего вида сборочной единицы должен иметь спецификацию всех деталей. В спецификации указывается позиция, наименование и количество деталей. Для стандартных деталей наименование их надо давать в соответствии с требованиями ГОСТов на эти детали и с указанием номеров ГОСТов. В учебном курсовом проекте желательно также добавить графу «Материалы» с указанием стандартного наименования и обозначения материалов деталей. Спецификацию сборочной единицы, выполненную на листе формата А4 (ГОСТ 3201-68), допускается совмещать с чертежом общего вида сборочной единицы. На рис. 13 и рис.14 представлена спецификация чертежа общего вида редуктора;

- 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).

Сборочный чертеж червячного колеса и рабочие чертежи деталей должны быть выполнены карандашом только на чертежной бумаге. Возможно выполнение чертежей на персональном компьютере (при использовании средств автоматизированного проектирования КОМПАС 3D) с распечаткой результатов на принтере или на плоттере.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			1.015.00.00.ПЗ	Пояснительная записка		
A1			1.015.10.00.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A3	1		1.015.11.00.СБ	Отдушина		
				<u>Детали</u>		
A1	2		1.015.10.02	Корпус редуктора	1	
A1	3		1.015.10.03	Крышка редуктора	1	
A3	4		1.015.10.04	Колесо зубчатое	1	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Иванов			Редуктор цилиндрический	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Сидоров				У	1	2
Н.контр.		Петров						
Утв.		Смирнов						

Рис.13. Пример составления спецификации (первый лист)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Болты		
				ГОСТ 7798 -- 70		
		28		М 10 — 6g x 30. 58	4	
		29		М 14 x 1.5 — 6g x 35.58	8	
				Гайки		
				ГОСТ 5915 — 70		
		30		М 10 — 6H	4	
		31		М 14 x 1.5 — 6H	8	
				Шайбы		
				ГОСТ 6408 — 70		
		32		10. 65 Г. 029	4	
		33		14. 65 Г. 029	8	
		34		Подшипник 208		
				ГОСТ 8838 — 75	4	
		35		Подшипник 312		
				ГОСТ 8838 — 75	2	
				<u>Прочие изделия</u>		
6	6	8	70	63	10	22
				<u>Материалы</u>		
						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата		2

Рис.14. Пример составления спецификации (второй лист)

7.1. Червячное колесо

Правила выполнения чертежей червячных колес установлены ГОСТ 2.406-76.

На сборочном чертеже червячного колеса должно быть:

- изображены виды и разрезы червячного колеса, нанесена необходимая текстовая часть;
- указаны номера позиций деталей;
- указан посадочный размер в соединении зубчатого венца и ступицы (если колесо сборное) с обозначением посадки по ГОСТ 25346-82 и ГОСТ 25347-82;

- указаны габаритные и другие размеры, необходимые для изготовления и контроля параметров червячного колеса;

- приведены необходимые технические требования;

- параметры, характеризующие зубчатый венец:

1) диаметр вершин зубьев;

2) ширину венца;

3) расстояние базового торца до средней торцевой плоскости колеса;

4) наибольший диаметр;

5) радиус выемки поверхности вершин зубьев;

6) размер фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев (допускается помещать эти размеры в технических требованиях);

7) шероховатость боковых поверхностей зубьев.

Таблица параметров должна состоять из трех частей.

Часть 1 содержит основные параметры для нарезания зубьев.

В части 1 таблицы параметров должны быть указаны:

- модуль;

- число зубьев колеса;

- вид сопряженного червяка;

- направление линии зуба;

- исходный производящий червяк;

- коэффициент смещения червяка;

- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора.

Часть 2 содержит данные для контроля зубчатого венца (при учебном проектировании не разрабатывается).

Часть 3 содержит справочные данные.

В части 3 таблицы параметров должны быть приведены:

- делительный диаметр;

- межосевой угол передачи;

- межосевое расстояние;

- число витков сопряженного червяка;

- обозначение чертежа червяка.

Обозначения данных в таблице - по ГОСТ 2.406-76.

Неиспользованные строки в таблице допускается исключать или прочеркивать.

На рис.15 и рис.16 и рис.17 представлены примеры оформления чертежей червяка червячного редуктора и червячного колеса редуктора.

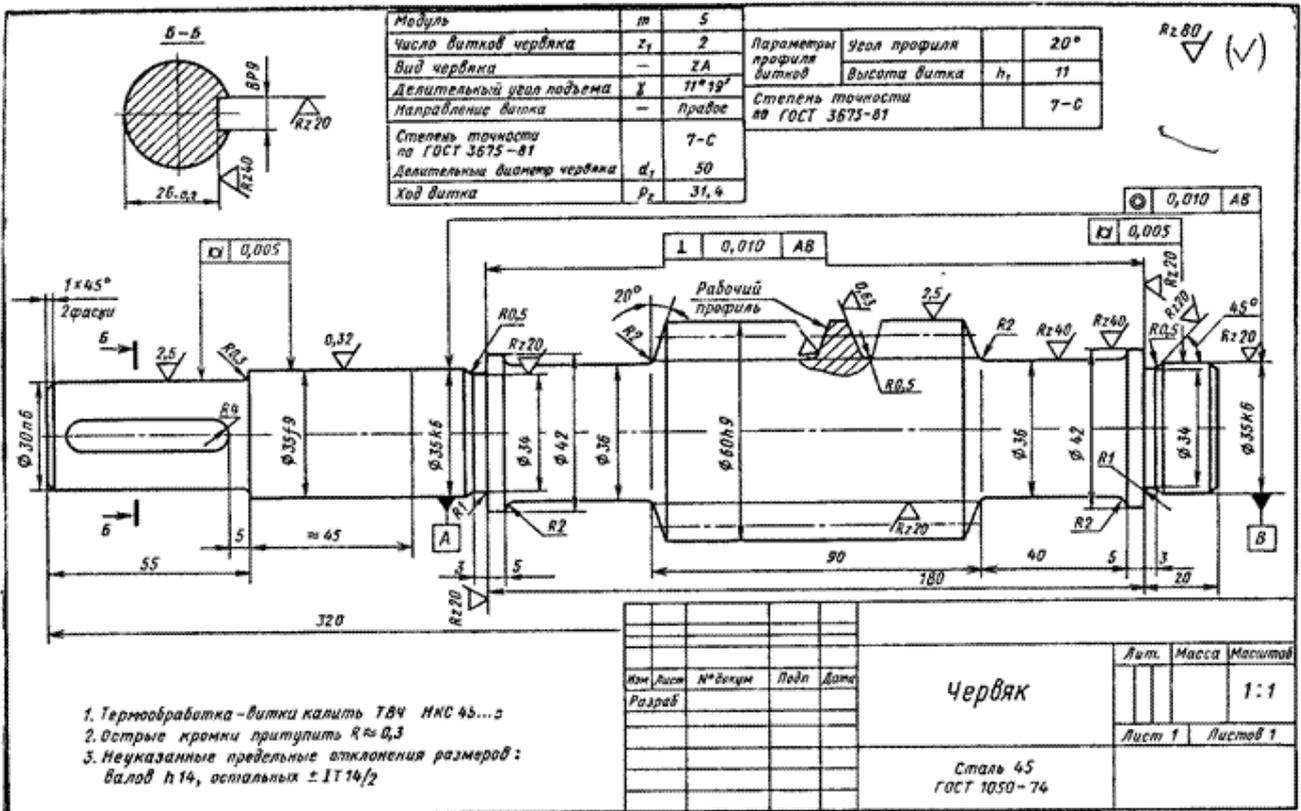


Рис.15. Чертеж червяка червячного редуктора

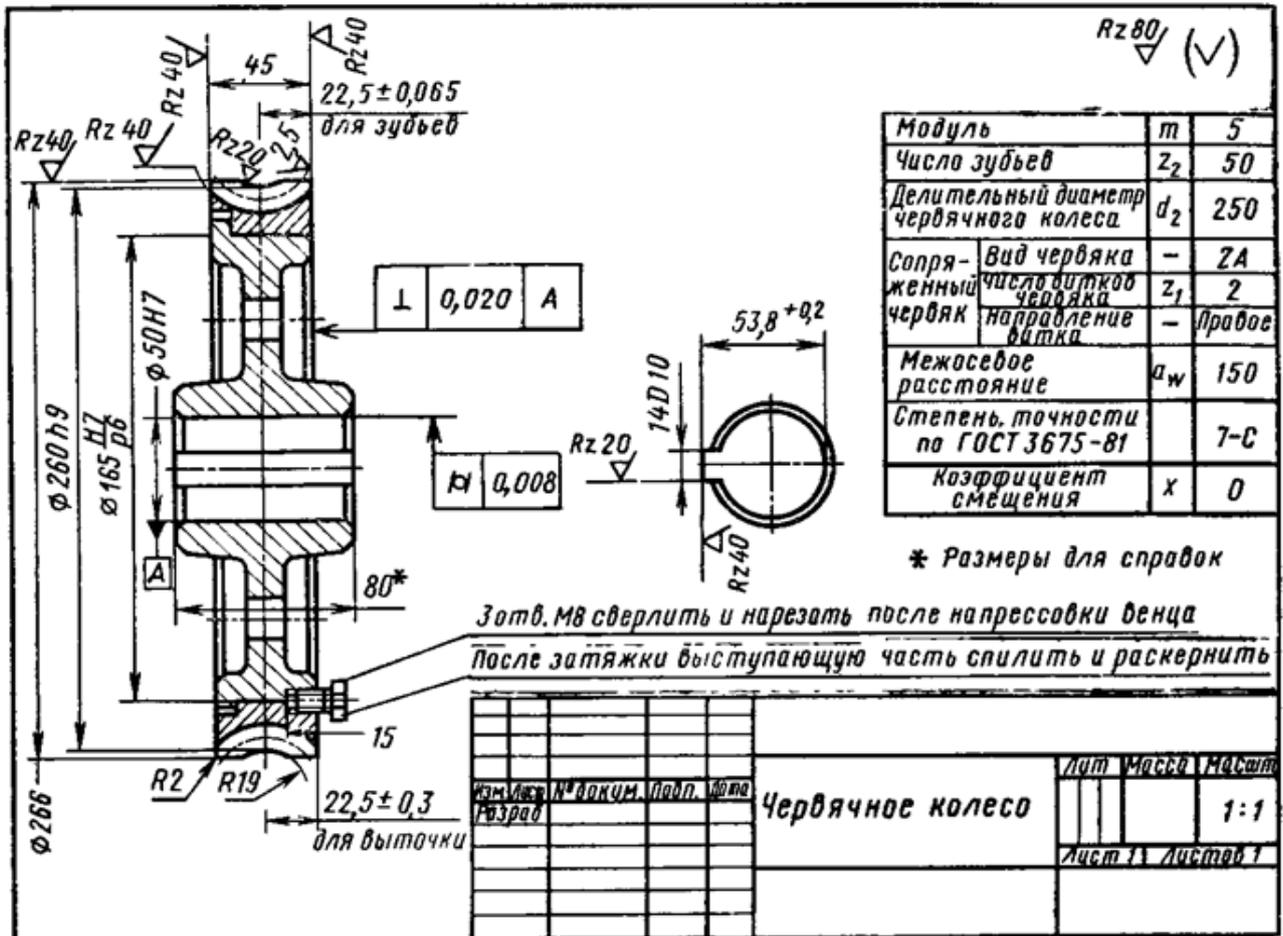


Рис.16. Чертеж червячного колеса редуктора

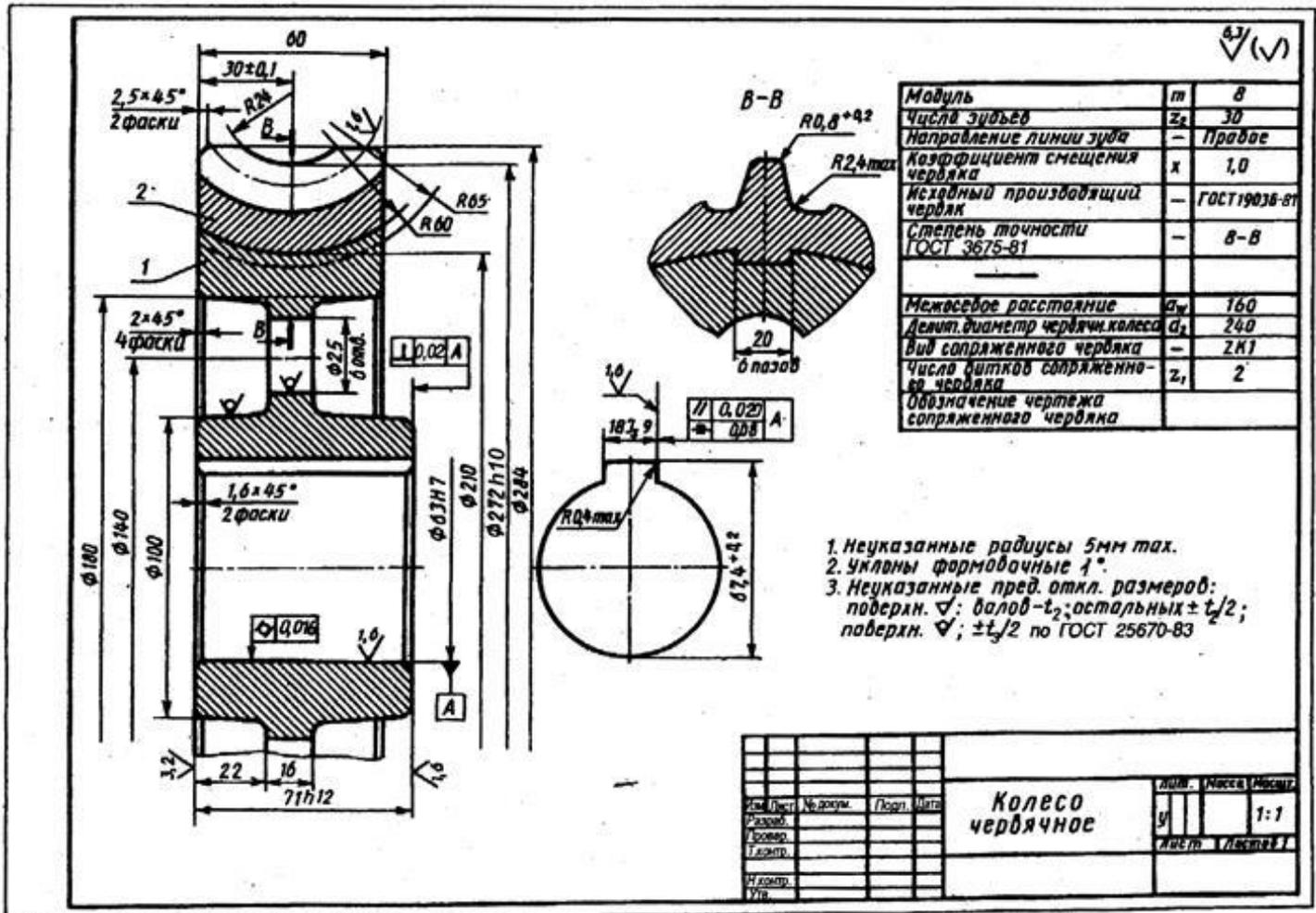


Рис.17. Чертеж червячного колеса редуктора

7.2. Цилиндрическое колесо

Правила выполнения чертежей зубчатых цилиндрических колес установлены ГОСТ 2.403-75.

На чертеже цилиндрического зубчатого колеса должны быть:

- изображены виды и разрезы цилиндрического колеса;
 - нанесена необходимая текстовая часть;
 - указаны габаритные и другие размеры, необходимые для изготовления колеса;
 - условные обозначения баз;
 - допуски формы и расположения поверхностей;
 - 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;
 - параметры, характеризующие зубчатый венец:
- 1) диаметр вершин зубьев;

- 2) ширина зубчатого венца;
- 3) размер фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев (допускается помещать эти размеры в технических требованиях);
- 4) шероховатость боковых поверхностей зубьев.

Таблица параметров должна состоять из трех частей:

Часть 1 содержит основные параметры для нарезания зубьев.

В части 1 таблицы параметров должны быть указаны:

- модуль;
- число зубьев колеса;
- угол наклона зуба;
- направление линии зуба с надписью «Левое», «Правое» или «Шевронное»;
- исходный контур (стандартный - со ссылкой на соответствующий стандарт, нестандартный – угол профиля),
- коэффициент высоты головки,
- коэффициент радиального зазора и коэффициент радиуса кривизны переходной кривой);
- коэффициент смещения;
- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора.

Часть 2 содержит данные для контроля зубчатого венца (при учебном проектировании не разрабатывается).

Часть 3 содержит справочные данные.

В части 3 таблицы должны быть приведены:

- делительный диаметр;
- обозначение чертежа сопряженной шестерни.

Обозначения данных в таблице - по ГОСТ 2.403-75.

Неиспользованные строки в таблице допускается исключать или прочеркивать.

На рис.18 и рис.19 представлены примеры оформления чертежа зубчатого колеса.

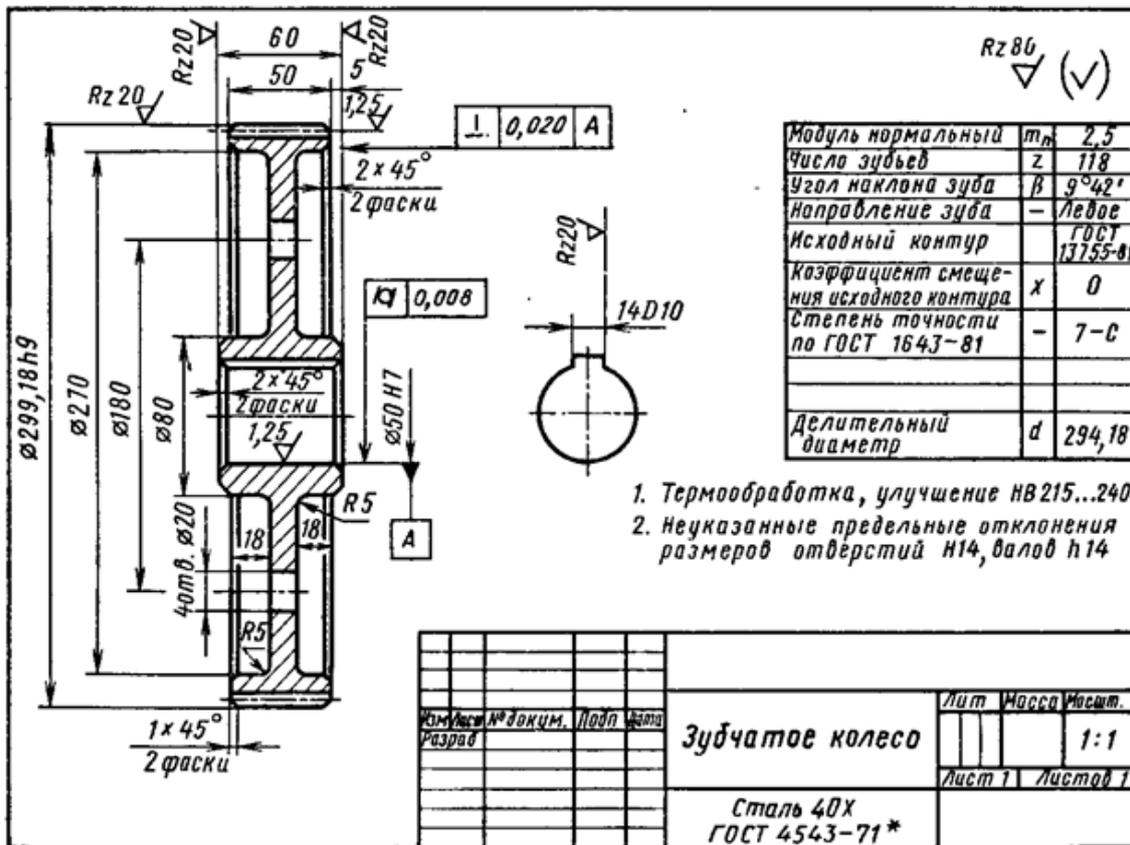


Рис.18. Чертёж цилиндрического зубчатого колеса редуктора

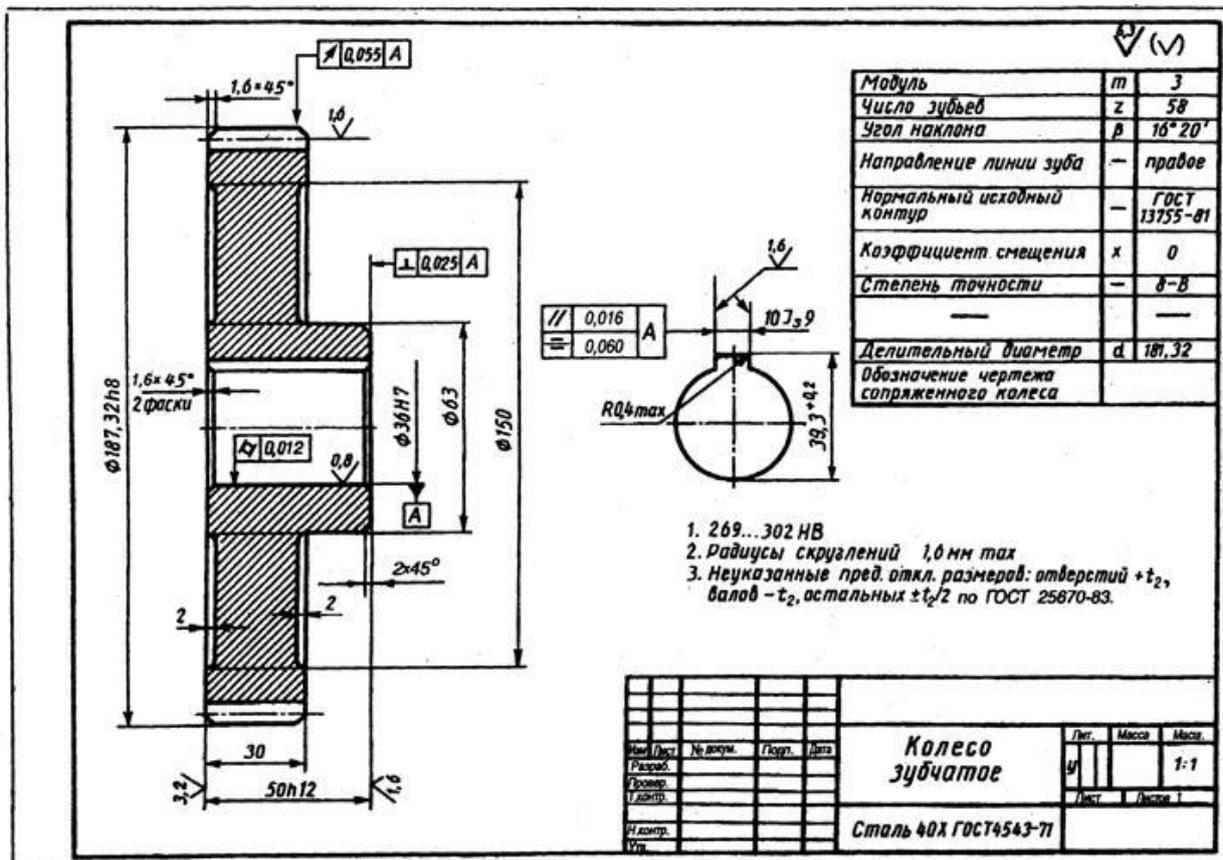


Рис.19. Чертёж цилиндрического зубчатого колеса редуктора

7.3. Коническое колесо

Правила выполнения чертежей зубчатых конических колес установлены ГОСТ 2.405-75.

На чертеже конического зубчатого колеса должны быть:

- изображены виды и разрезы конического колеса,
- нанесена необходимая текстовая часть;
- указаны габаритные и другие размеры, необходимые для изготовления и контроля параметров колеса;
- условные обозначения баз;
- допуски формы и расположения поверхностей;
- 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;
- параметры, характеризующие зубчатый венец:

- 1) внешний диаметр вершин зубьев;
- 2) расстояние от базовой плоскости до плоскости внешней окружности вершин зубьев;
- 3) угол конуса вершин зубьев;
- 4) угол дополнительного конуса или его дополнительный угол;
- 5) ширина зубчатого венца по образующей делительного конуса;
- 6) размер фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев (допускается помещать эти размеры в технических требованиях);
- 7) расстояние от базовой плоскости до вершины делительного конуса (базовое расстояние);
- 8) шероховатость боковых поверхностей зубьев.

Таблица параметров должна состоять из трех частей.

Часть 1 содержит основные параметры для нарезания зубьев.

В части 1 таблицы параметров должны быть указаны:

- внешний окружной модуль;
- число зубьев колеса;
- тип зуба с надписью «Прямой», «Тангенциальный» или «Круговой»;
- исходный контур (стандартный – со ссылкой на соответствующий стандарт, нестандартный – угол профиля, коэффициент высоты головки, коэффициент радиального зазора и коэффициент радиуса кривизны переходной кривой);
- коэффициент смещения;
- коэффициент изменения толщины зуба;
- угол делительного конуса;

- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора.

Часть 2 содержит данные для контроля зубчатого венца (при учебном проектировании не разрабатывается).

Часть 3 содержит справочные данные.

В части 3 таблицы должны быть приведены:

- средний делительный диаметр;
- межосевой угол передачи;
- среднее конусное расстояние;
- внешнее конусное расстояние;
- угол конуса впадин;
- внешняя высота зуба;
- обозначение чертежа сопряженной шестерни.

Обозначения данных в таблице – по ГОСТ 2.405-75.

Неиспользованные строки в таблице допускается исключать или прочеркивать.

На рис.20 и рис.21 представлены примеры оформления чертежа конического колеса.

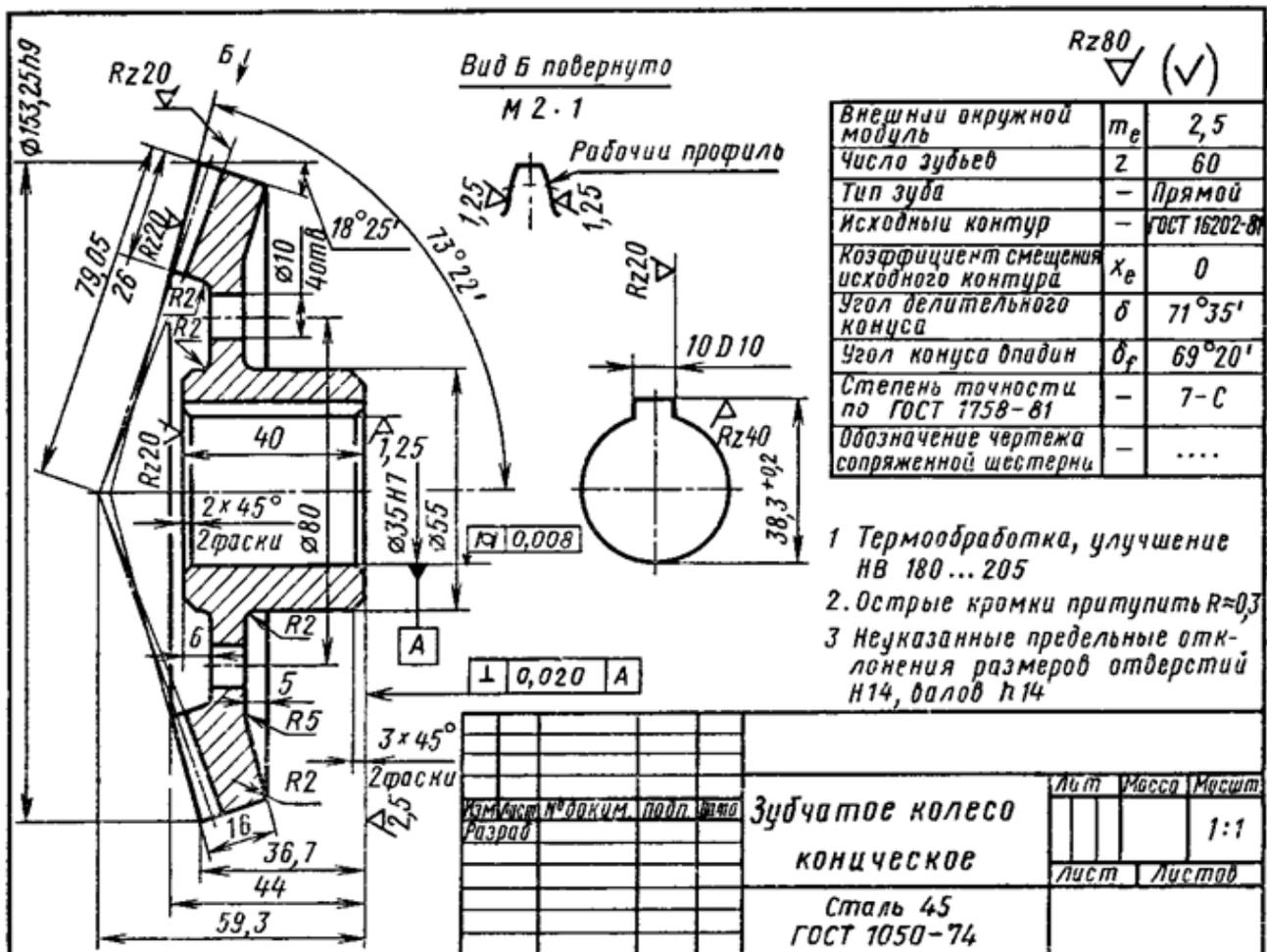


Рис.20. Чертеж конического зубчатого колеса редуктора

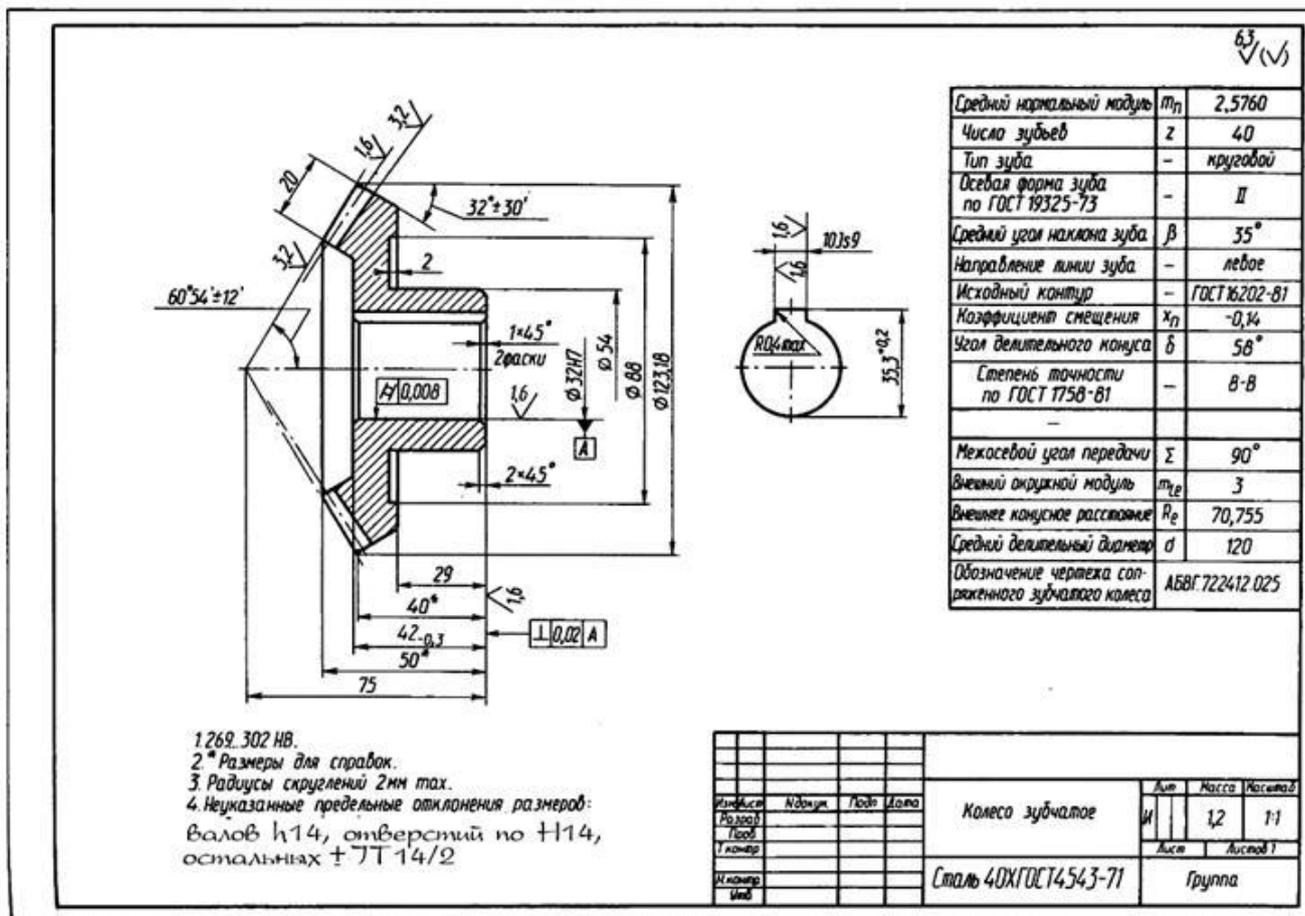


Рис.21. Чертеж конического зубчатого колеса редуктора

7.4. 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 24266-80 – параметры концов валов редукторов, ГОСТ 23360-78 – шпонки призматические, ГОСТ 24071-80 – шпонки сегментные, ГОСТ 2.309-73 – шероховатость поверхности, ГОСТ 2.308-79, ГОСТ 24642-81- допуски формы и расположения поверхностей, ГОСТ 25346-82, 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.

На рис.22 представлен пример оформления чертежа вала, на рис.23 представлен пример оформления чертежа вала-червяка, на рис.24 представлен пример оформления чертежа вала-шестерни, на рис.25 представлен пример оформления чертежа вала-шестерни конического.

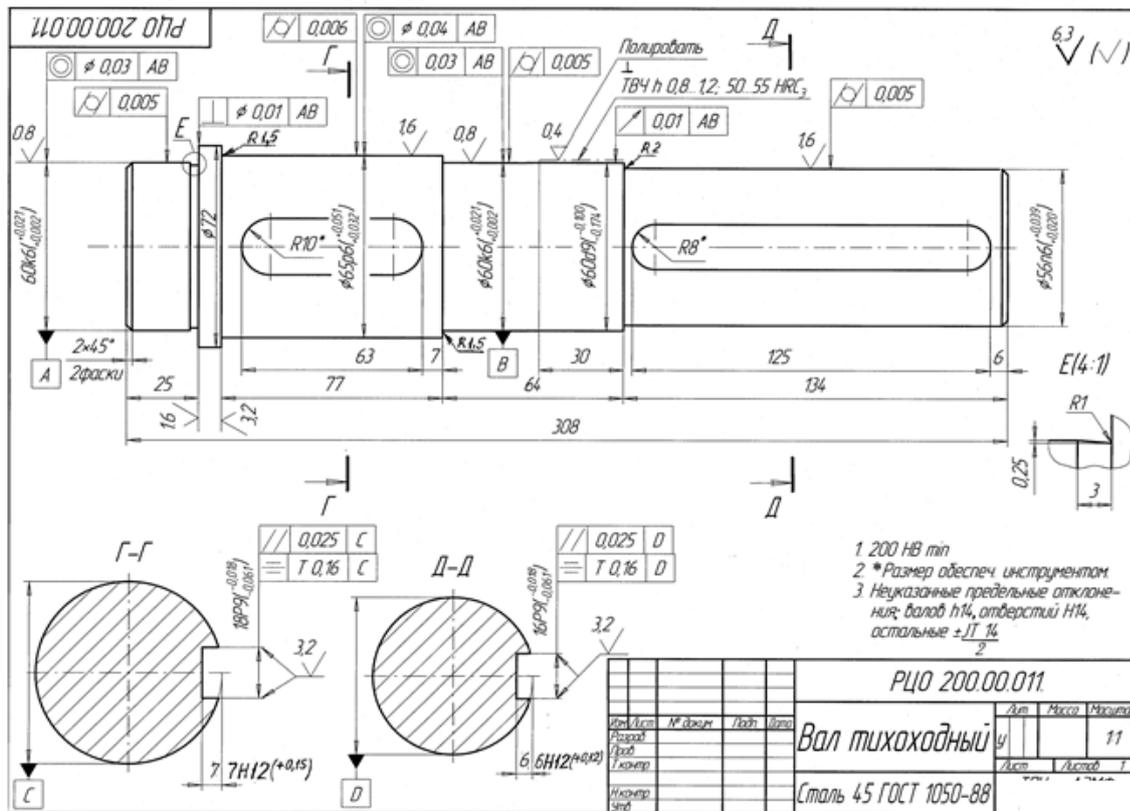


Рис.22. Пример оформления чертежа вала

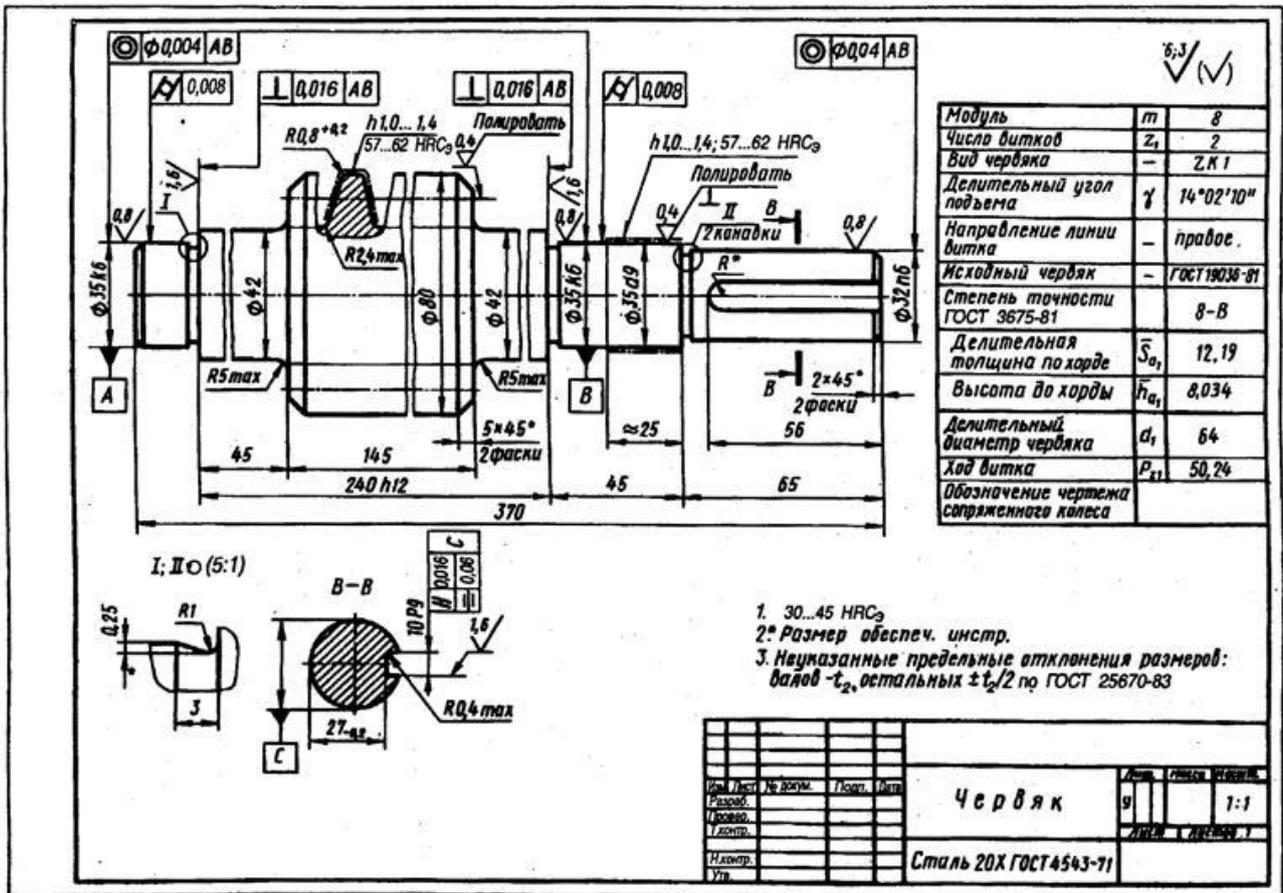


Рис.23. Пример оформления чертежа вала-червяка

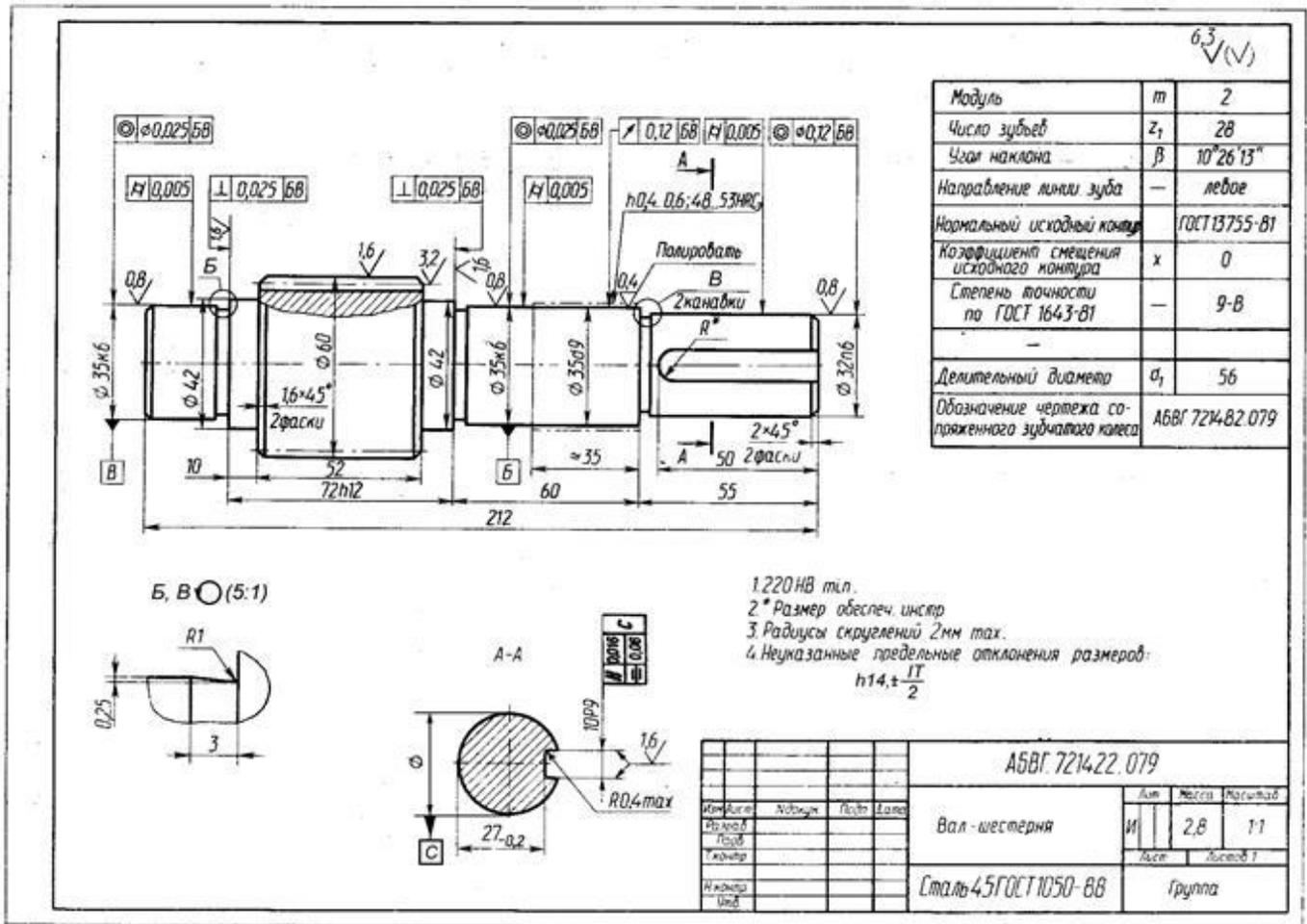


Рис.24. Пример оформления чертежа вала-шестерни

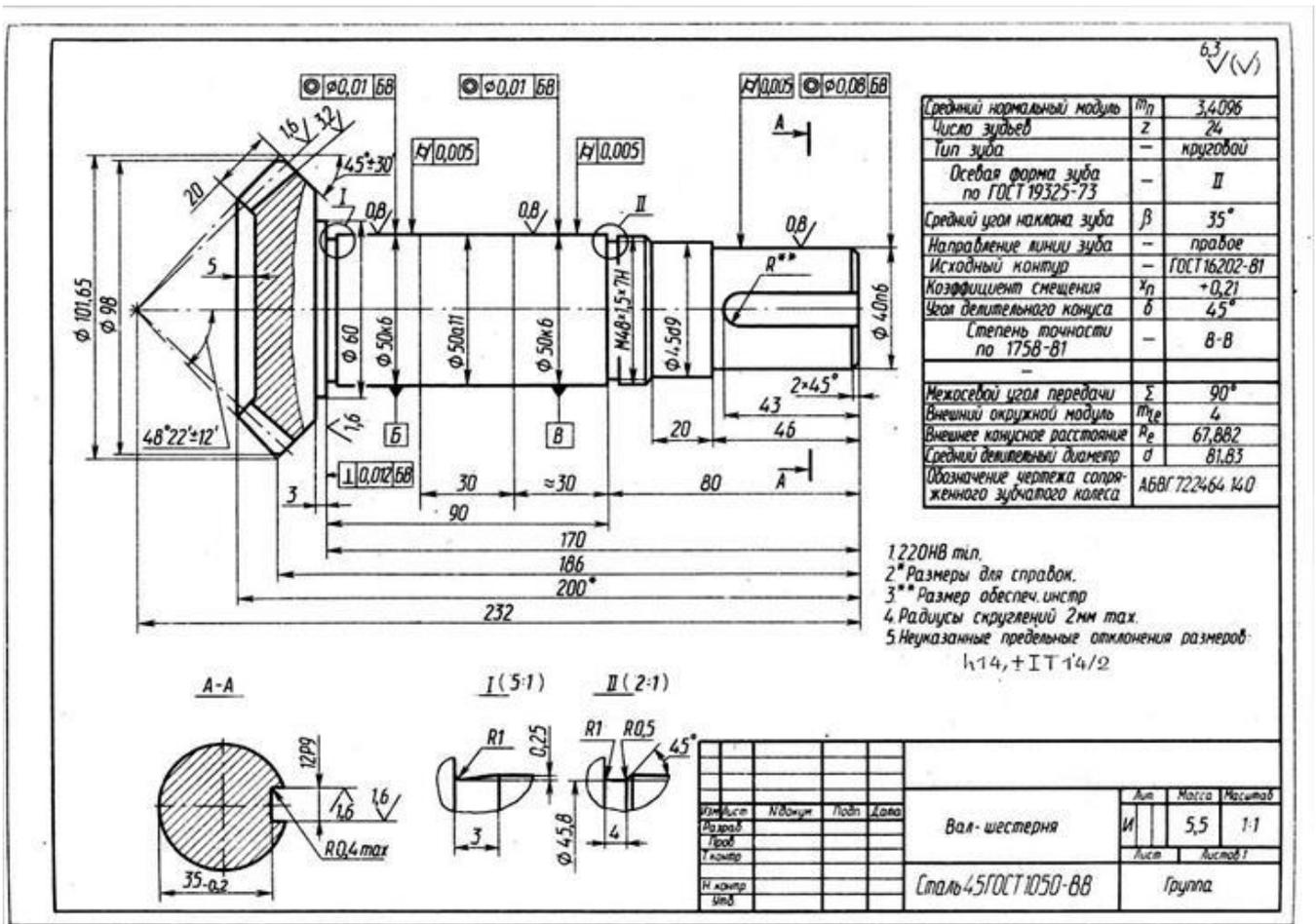


Рис.25. Пример оформления чертежа вала-шестерни конического

При выполнении чертежей общего вида (эскизного – привода и технического – редуктора) обратить внимание на специфику выполнения чертежей в учебном проектировании (см. Основные правила выполнения конструкторской документации).

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

8. Основные ошибки, встречающиеся в курсовых проектах

Ошибки, встречающиеся при выполнении курсового проекта, являющиеся следствием нерегулярной работы над проектом, игнорирования графика его выполнения, прогулов лекций и практических занятий.

8.1. Сборочные чертежи

1. Сборочный чертёж выполнен без подробной предварительной эскизной компоновки на масштабной-координатной бумаге.

2. Угловой штамп выполнен неверно. Основная надпись выполнена неверно. Нет обозначения чертежа. Чертеж не подписан, не указана дата. Не указан масштаб или принят нестандартный масштаб (например, 1:3).

3. Надписи выполнены нестандартными шрифтом.

4. Отсутствуют номера позиций всех или части деталей.

5. Чертеж обведен не в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Толщина сплошной основной линии должна быть 0,8–1,5 мм.

6. Количество проекций, видов и разрезов недостаточно для полного выявления конструкции.

7. Указаны нетехнические характеристики и требования.

8. Отсутствуют габаритные размеры присоединительные и установочные размеры. В частности, нет размеров, относящихся к входному и выходному валам редуктора; нет размеров опорной поверхности и не нанесены координаты отверстий под фундаментные болты; диаметр отверстий под фундаментные болты не согласован со стандартными диаметрами болтов.

9. Не изображены шпонки на входном и выходном валах редуктора.

10. Не указаны посадки шпонок в пазы входного и выходного валов.

11. Не указаны межосевые расстояния передач и допуски на них.

12. Не указаны модуль, число и угол наклона зубьев каждого из зубчатых колес.

13. Не указаны посадки зубчатых колес и подшипников на валы, посадки наружных колец подшипников и крышек подшипниковых узлов в корпус редуктора и т.п.

14. Не предусмотрены штифты для фиксации положения крышки редуктора относительно его корпуса. Не предусмотрены элементы для транспортировки (строповки) изделия.

15. Расположение отверстий в плоскости разъема редуктора не позволяет установить болты и гайки, предназначенные для соединения крышки и корпуса редуктора (не выдержаны размеры под ключ).

16. Не согласованы толщины фланцев и стенок корпуса (крышки) редуктора.

17. Не все детали, установленные на валах редуктора, имеют осевую фиксацию.

18. Не показаны шайбы, прокладки, приливы, бобышки, зазоры.

19. Не указан уровень масла.

20. Сборка и (или) разборка редуктора, монтажи (или) демонтаж отдельных элементов невозможны.

21. Форма и размеры стандартных деталей (болтов, гаек, шпонок, подшипников качения, шайб и др.) не соответствуют приведенным в стандартах.

22. Отсутствуют данные о зазорах, подлежащих регулировке при сборке механизма и способах выполнения регулировок.

23. Размеры концов валов не соответствуют госстандартам.

24. Отсутствуют технические требования, или их объем недостаточен для сборки изделия.

8.2. Рабочие чертежи

1. Форма и размеры детали на рабочем и сборочном чертежах не соответствуют друг другу.

2. Размеры детали не согласованы с расчетными.

3. Не указаны все размеры, необходимые для изготовления детали. Количество проекций, видов и разрезов недостаточно для полного выявления конструкции детали.

4. Размерная цепь замкнута.

5. Размеры указаны без предельных отклонений. Не указаны допуски формы и расположения поверхностей детали (цилиндричности, круглости, плоскостности, соосности, симметричности, перпендикулярности, радиального и торцового биения и т.д.) или их значения приняты необоснованно. Не указаны базовые поверхности.

6. Допуски указаны не по ЕСПБ.

7. Не для всех поверхностей детали обозначена шероховатость, параметры шероховатости приняты необоснованно (не соответствуют условиям работы поверхности, способу обработки поверхности или допуску на размер).

8. Отсутствуют технические требования, или их объем недостаточен для изготовления детали. Не указана масса детали, марка материала и госстандарт.

9. На чертежах зубчатого, червячного колес, червяка отсутствуют таблицы с параметрами зубчатого венца. Таблица выполнена не по госстандарту. Нет размеров и (или) допусков, определяющих взаимное положение разноименных профилей зубьев (длина общей нормали, размер по роликам и т.д.).

10. Не предусмотрена и не показана обработка опорных поверхностей для головок винтов (болтов), гаек, шайб, прокладок, пробок, рым-болтов и т.д.

11. На чертеже вала (вала-шестерни, червяка) не указаны форма и размер центровых отверстий по ГОСТ 14034-74.

12. Отсутствуют указания по поводу совместной обработки элементов данной детали с другой деталью.

13. Обрабатываемые поверхности не отделены от черных.

14. Не предусмотрена и не показана обработка опорных поверхностей головок винтов и гаек.

15. Неправильно выбран или принят нестандартный масштаб (например, 1:3).

16. Не предусмотрены конструктивные элементы (проточки, канавки и т.д.) для выхода обрабатывающего инструмента. Размеры проточек не соответствуют размерам детали.

8.3. Пояснительная записка

1. Титульный лист оформлен неверно.

2. Отсутствует техническое задание на проектирование.

3. Нет оглавления, введения, заключения, полностью или частично отсутствует нумерация страниц, разделов, подразделов и пунктов, рисунков, таблиц и формул. Нет разделов, посвященных выбору конструктивного прототипа и сравнению спроектированного механизма с аналогичными, выпускаемыми промышленностью в настоящее время.

4. Расчеты выполняются без поясняющего текста, использованные формулы приводятся без достаточных пояснений.

5. Нет ссылок на использованную литературу.

6. Ссылки на использованную литературу указаны ошибочно (например, не в тексте, а после формул).

7. Слово "где" в пояснениях к формулам пишется на той же строке, что и формула.

8. Числовые значения величин, входящих в формулы, подставляются в последовательности, не совпадающей с последовательностью буквенных обозначений этих величин.

9. После подстановки в формулу числовых значений расчетных величин, кроме результата, приводятся еще и промежуточные вычисления. Арифметические ошибки при вычислениях.

10. Не указан окончательный размер, принятый после выполнения расчета (например, принятый из ряда стандартных чисел).

11. Рисунки выполнены небрежно, не имеют названия или подрисовочных подписей, количество рисунков недостаточно.

12. Нет кинематической схемы привода.

13. На кинематической схеме не указаны значения мощностей, чисел оборотов и крутящих моментов на различных валах привода.

14. Нет названий коэффициентов и обоснования их выбора, отсутствуют ссылки на источники, из которых взяты справочные данные о значениях коэффициентов.

15. Не указана размерность величин.

16. Нет обоснования выбора материалов для деталей.

17. Нет аксонометрического изображения усилий, действующих на валы редуктора, не указано направление вращения валов.

18. Нет расчетных схем валов. Допущены ошибки при построении эпюр изгибающих и крутящих моментов, эпюры изображены без соблюдения масштаба.

19. Нет схемы усилий, действующих на подшипник, и схемы его установки. Отсутствует обоснование выбора типа подшипника.

20. Нет обоснования выбора способа смазки редуктора и смазочного масла.

21. Нет обоснования выбора типа соединительных муфт, размера рым-болтов.

22. Нет списка использованной литературы или список литературы написан неверно (например, приведены источники, на которые отсутствуют ссылки в тексте, не совпадают номера ссылок в тексте и в списке).

23. Текст пояснительной записки написан с нарушениями правил орфографии и пунктуации русского языка.

24. На титульном листе нет подписи студента и даты.

25. Отсутствуют компоновочные эскизы.

26. Нет распечаток результатов расчетов на ЭВМ. Отсутствуют пояснения к выбору исходных данных и полученным результатам.

8.4. Спецификация

1. Спецификация выполнена на нестандартных листах.

2. Представлены не все разделы.

3. Не приведены обозначения деталей.

4. Условное обозначение стандартных изделий не соответствует указанному в стандарте, отсутствует или ошибочна ссылка на стандарт.

5. В спецификации нет раздела «Материалы».

6. Не все сборочные единицы, детали и стандартные изделия внесены в спецификацию.

8.5. Защита курсового проекта

1. К защите не подготовлен доклад или его объем недостаточен.

2. При рассказе о конструктивном устройстве механизма не используются имеющиеся в аудитории макеты.

3. При рассказе о конструктивном устройстве механизма не используются атласы и имеющиеся в аудитории плакаты.

4. При обосновании принятых конструктивных решений не учитывается опыт выполненных конструкций, не выполняется сравнение с прототипом.

8.6. Заключение

1. Наличие в курсовом проекте ошибок, не вошедших в настоящий перечень, не освобождает студента от необходимости их исправления.

2. Курсовые проекты, выполненные с указанными выше ошибками, к защите не допускаются!

9. Вопросы к защите курсового проекта

- Каково назначение и устройство механизма привода, какие функции выполняет редуктор?
- Какие задачи решались при проектировании привода?
- Как выбирается электродвигатель для механизма привода?
- Как определялась мощность электродвигателя привода?
- Каким путем обеспечены наименьшие размеры редуктора?
- Как определяется передаточное отношение многоступенчатого механизма с последовательно соединенными ступенями?
- Как найти общее передаточное число механизма привода и как определить передаточные числа отдельных ступеней передачи?
- Запишите формулу для расчета передаточного отношения планетарных механизмов.
- Сформируйте условия синтеза планетарных механизмов (соосности, соседства, сборки).
- Определите угловую скорость планетарного колеса.
- Что означает "+" и "-" в передаточных отношениях? Для чего применяются многоступенчатые зубчатые передачи?
- Как сказывается значение передаточного числа на габаритах редуктора?
- За счет чего обеспечивается долговечность привода?
- Как разбить передаточное число привода по ступеням?
- Как определить передаваемую мощность и крутящий момент на каждом валу редуктора?
- Как определить коэффициент полезного действия привода?
- Как выбрать марки материала для деталей редуктора?
- В чем заключается определение допускаемых напряжений для расчета передач?
- Как найти эквивалентное число циклов перемены напряжений?
- Укажите концентраторы напряжения и опасные сечения на промежуточном валу редуктора.
- Что такое "плавающие" и фиксирующие опоры валов?
- Какую роль для расчета валов и подбора подшипников качения играет направление вращения вала?
- В чем заключается геометрический, кинематический, силовой и прочностной расчеты передачи?
- По какой величине мощности двигателя (потребной или номинальной) следует вести расчет передачи?

- Порядок размещения передач в кинематических схемах приводов.
- Чем отличается расчетная нагрузка в зубчатых передачах от номинальной?
- В чем заключается основное преимущество косозубых передач по сравнению с прямозубыми передачами?
- Какова основная причина того, что величина угла наклона зуба в цилиндрической косозубой передаче ограничена?
- Какие усилия возникают в проектируемом зацеплении (зубчатом, червячном, ременном, цепном)?
- Каков порядок расчета модуля зубчатого колеса?
- Проиллюстрируйте действие основной теоремы зацепления в спроектированном вами зубчатом зацеплении.
- Какие размеры и как рассчитываются для шестерни?
- Рассмотрите основные свойства эвольвентного профиля на примере спроектированного зубчатого колеса.
- Чем отличается делительная окружность от начальной? Дайте определения этим окружностям.
- Покажите углы профиля зуба в точках эвольвенты на основной окружности, на делительной окружности, на окружности вершин?
- Дайте определение линии зацепления. Чем отличается теоретическая и активная линия зацепления? Укажите их на вашем чертеже.
- Что характеризует коэффициент удельного скольжения профилей в зубчатом зацеплении?
- Как были выбраны коэффициенты смещения исходного контура при расчете зубчатой передачи? Имеется ли запас смещения по условию ограничения от подрезания зубьев?
- Что называют эвольвентой? Расскажите о последовательном построении эвольвенты.
- Каковы требования к положению общей нормали к профилям зубьев для получения постоянного передаточного отношения зацепления?
- Какова форма зубчатых колес с переменным передаточным отношением?
- Дайте определение основным геометрическим параметрам цилиндрических зубчатых колес: межосевое расстояние, угол зацепления, полюс зацепления, дуга зацепления.
- Будет ли в эвольвентном зацеплении изменяться передаточное отношение, если в процессе работы передачи несколько изменить межосевое расстояние?
- Какие факторы ограничивают малое число зубьев?
- Какими геометрическими параметрами отличаются зубчатые колеса и зацепления с нулевыми колесами от зацеплений колес, изготовленных со смещением?

- Какие напряжения возникают в зубьях закрытых зубчатых передач и с какой целью проводится их расчет на выносливость?
- Какие виды разрушений зубьев возникают при работе передачи?
- Какова основная причина выхода из строя открытых зубчатых передач?
- Материал какого зубчатого колеса в прирабатывающейся передаче должен иметь более высокие механические свойства?
- Какова основная причина выхода из строя зубчатых передач, работающих в масляной ванне?
- На какие группы по твердости делят зубчатые колеса?
- Как влияет повышение твердости поверхности зубьев на контактную прочность зубчатых колес?
- Почему твердость зубьев шестерни рекомендуется выбирать выше твердости зубьев колеса?
- Какие виды термообработки применяются для получения требуемой твердости зубчатых колес?
- Как влияют на размеры передачи механические характеристики выбранного материала?
- Как выбирается электродвигатель для механизма привода?
- Что необходимо определить при проверочном расчете зубчатого колеса по напряжениям изгиба?
- Как зависит межцентровое расстояние зубчатой передачи от твердости материала и расположения колес относительно опор?
- Как определяется вязкость масла для смазки зацеплений?
- Зубчатое колесо с валом может соединяться шпонкой, шлицами, гарантированным натягом. Что из них является более прогрессивным?
- Изобразите осевое сечение шестерни и колеса в зацеплении.
- Каковы заготовки зубчатых колес в вашем проекте?
- Каков порядок проектирования вала редуктора?
- Каково содержание расчета вала по напряжениям кручения?
- От чего зависит расстояние между опорами на расчетной схеме для проведения статического анализа вала?
- Какие требования по механическим свойствам, предъявляются к материалам, используемым для валов?
- Как повысить усталостную выносливость вала?
- На какой призме (стальной или чугунной) необходимо рихтовать стальной вал для устранения излишнего радиального биения?
- Изобразите расчетную схему выходного вала при реверсировании движения.
- Изобразите эпюры вращающих моментов на валах редуктора.

- В какой пропорции по моменту T должны изменяться диаметры валов вашего редуктора?
- Изобразите, как изменятся эпюры изгибающих моментов на выходном валу вашего редуктора, если изменить: а) наклон зубьев колеса; б) вращение вала?
- Изобразите силы в зацеплении промежуточного вала редуктора.
- Промежуточные валы редукторов Ц2 и КЦ установлены на подшипниках 7206. Почему на валу редуктора Ц2 один винтовой регулятор зазоров, а на валу редуктора КЦ их два?
- Нарисуйте схемы опор короткого и длинного валов на радиально-упорных подшипниках качения.
- Объясните отклонения формы и расположения поверхностей на рабочем чертеже вала.
- Для повышения производительности в 2 раза требуется увеличить частоту вращения валов, заменив двигатель на имеющий в 2 раза большую мощность и частоту вращения. Можно ли в приводе оставить прежний редуктор?
- Как влияет на размеры редуктора выбор передаточных чисел отдельных ступеней?
- Каков принцип подбора муфт.
- Цель теплового расчета червячной передачи.
- Как на изготовленном червяке определить число заходов?
- Изобразите силы в червячной передаче. Как на них влияет расположение червяка?
- Как обеспечить следующие передаточные числа в червячной передаче: 5; 11; 21; 59; 73; 100? Какие зубья колес в этом случае можно нарезать стандартными червячными фрезами?
- Объясните физический смысл параметров в технической характеристике на рабочем чертеже зубчатого (червячного) колеса?
- Исходя из какого параметра следует выбор марки материала для червячного колеса?
- Как зависит коэффициент полезного действия червячной передачи от передаточного отношения?
- Каково влияние коэффициента диаметра червяка на работу червячной передачи?
- Какие материалы применяют для червяка и червячного редуктора? Каково назначение "плавающей" опоры в червячном редукторе?
- Почему КПД червячной опоры ниже, чем цилиндрической? Как повысить КПД червячной передачи?
- В чем заключается червяка на жесткость и прочность?
- Для чего проводится тепловой расчет червячного редуктора?
- В каком порядке следует рассчитать коническую передачу?
- Как форма зуба конической шестерни влияет на качество работы передачи?

- Способ регулирования натяжения ремней (цепи) в вашем проекте.
- Почему ременную передачу устанавливают на валу двигателя?
- Шкив ременной передачи заменили другим, имеющим на 20 % меньший расчетный диаметр. Как это повлияет на долговечность ремней?
- Что такое типовая ременная передача и где она применяется?
- Что вы можете предложить, если по расчету число ремней сечения А оказалось 12,4?
- Нарисуйте, где находится расчетный диаметр шкива ременной передачи.
- Почему невыгодно применять трех- и особенно четырехрядные цепи?
- Во сколько раз будет изменяться шаг цепи при прочих равных условиях, если изменять ее рядность до двух, трех, и четырех?
- Какая передача будет иметь большую износостойкость цепи при одинаковых нагрузках и скорости - с шагом 19,05 или 25,4 мм?
- Почему при износе цепи типа ПР рекомендуют удалять два звена?
- Обоснуйте выбор подшипников для вала?
- На основании чего вы назначили тип, серию и схемы установки подшипников?
- От каких факторов зависит долговечность подшипников?
- Как определяется эквивалентная нагрузка, действующая на подшипник?
- Способы установки подшипников на валах.
- Какие посадки используются при установке подшипников и зубчатых колес на валы?
- Как производится монтаж и демонтаж подшипников качения?
- Как изменится ресурс подшипников качения, если их надежность увеличить с 0,9 до 0,94?
- Что обозначает собой параметр "e" при подборе подшипников?
- Какие из пары подшипники и почему имеют большую грузоподъемность: 208 или 108; 208 или 2208; 36308 или 46308; 7208 или 7208А; 7508 или 7608; 205 или 2/28?
- По каким признакам назначают посадки колец подшипников качения?
- Укажите, какие подшипники на валах вашего редуктора воспринимают осевые нагрузки?
- Как осуществляется регулирование передач и зазоров в подшипниках в вашем редукторе?
- Определите допустимую частоту вращения подшипников входного вала при жидкой и пластичной смазке.
- Исходя из каких соображений назначается высота заплечиков для колец подшипников качения?
- Способы регулирования зазоров в подшипниках при накладных и закладных крышках опор.
- Как правильно выбрать и рассчитать шпонку?

- Нарисуйте способы направления колес по шпонкам при сборке передач.
- По результатам расчета шпоночного соединения требуемая длина ступицы зубчатого колеса $l = 2d$. Каково ваше заключение?
- Какие детали определяют критерии расчета шпоночного соединения, если призматическая шпонка (сталь 45) соединяет вал (сталь 40Х) и шкив (силумин) ременной передачи?
- Для чего нужен болт отжимной и где он устанавливается?
- Назначение распорных втулок и технические требования, предъявляемые к ним.
- Каким образом обеспечивается точность расточки отверстий в корпусах редукторов под подшипники качения?
- По расчетам болты крепления редуктора к раме и рамы к фундаменту получились равными М6. Докажите, почему на практике они были приняты соответственно М12 и М16?
- Расшифруйте запись в спецификации и нарисуйте следующее изделие: БОЛТ 2М16 х 1,5 -6g х 80.88.40Х.016 ГОСТ 7808-70.
- Расшифруйте запись в спецификации и нарисуйте следующее изделие: ГАЙКА М16-Л-6Н.8. 059 ГОСТ 5927-70.
- На чертеже обозначено: 8-7-7 С ГОСТ 1643-81. Что это такое?
- Расшифруйте запись в спецификации и нарисуйте следующее изделие: МАНЖЕТА 2-50 х 70 - 4 ГОСТ 8752-79.
- Расшифруйте обозначения и нарисуйте сечения подшипников: 24-101Т2; 6-7318; А74-210Л; 5-36212К6; Х-7606А; 1210Х2; 2007112Д; 75/28.
- Объясните и изобразите запись в технических условиях: осевое смещение не более 2 мм; радиальное смещение не более 0,6/100 мм; перекос валов не более 1.
- Насколько изменится долговечность шарикоподшипника, если нагрузку на него увеличить вдвое, а частоту вращения уменьшить в 2 раза?
- Подшипник 36312 планируют заменить на подшипник 7312. Возможна ли эта замена в пределах старого корпуса? Какие изменения это вызовет в конструкции?
- Можно ли использовать муфту с $[T] = 800$ Нм в приводах с номинальным моментом $T = 500$ Нм и коэффициентом динамичности 1,6 и 2,1?
- Назначение и виды штифтов в корпусе редуктора.
- Цель предварительной затяжки резьбовых соединений и что учитывает коэффициент 1,3 при этом?
- Пружинная шайба: конструкция, способ установки, недостатки. Чем ее можно заменить?
- Нарисуйте и объясните соединение с круглой гайкой и многолапчатой шайбой.
- От чего зависит вариант сборки редукторов по ГОСТ 20373-74?
- Назовите общие элементы редукторов.

- В редукторе Ц2С при одинаковом материале обе ступени выполнены одинаковых размеров. Ваша оценка такого исполнения.
- Каким путем вы разработали компоновку редуктора?
- Исходя из каких соображений определяется толщина стенки корпуса редуктора?
- Для чего применяют стаканы в подшипниковых узлах?
- Какие функции в редукторе выполняет отдушина?
- Зачем нужен смотровой люк?
- Почему в плоскости разъемов корпусов и крышек редукторов, проходящих по осям валов, не ставят уплотнительные прокладки?
- Как определили диаметр болтов для крепления редуктора к раме?
- Как определили диаметр болтов для крепления крышек к корпусу редуктора?
- Расскажите о последовательности установки фундаментных болтов и оборудования на фундаменте.
- Составьте расчетные схемы болтов крепления двигателя и редуктора к раме (плите).
- Расскажите, как подобрали муфту?
- Как спроектировали раму привода?
- Прокомментируйте технические условия на чертежах: а) сборочного редуктора; б) общего вида привода; в) корпусной детали.
- Расшифруйте стандартное обозначение: РЕДУКТОР Ц2У - 160 - 22,4 - 23К - У2 ГОСТ Р 50891-96.
- Как выбирают размеры прокатных профилей для рам приводов?
- Укажите элементы транспортировки двигателя, редуктора и рамы плиты?
- Какая марка смазки применяется в редукторе?
- От чего зависит выбор сорта масла в редукторе?
- Какое количество масла заливается в редуктор?
- Как определить требуемый объем масла в редукторе?
- Способы контроля уровня масла в корпусе редуктора.
- Расскажите о системе смазки вашего редуктора.
- Где применяются маслосгонные и мазеудерживающие кольца?
- Чем отличаются сварные рабочие швы от связующих?
- Для изготовления сварного корпуса редуктора на складе предложили стальные листы толщиной 8 мм из сталей 08 и 45. Какой материал вы выберете?
- В узле сварной рамы обозначьте швы и изобразите варианты стыковки под прямым углом двух швеллеров №16 полками наружу и полками внутрь угла.
- Как влияют технические требования примененные на общем виде привода на качество его работы?
- Почему на деталях указаны приведенные предельные отклонения формы и размеров деталей?

- С какой целью назначена такая степень точности для зубчатого колеса?
- Объясните выбор проставленных на чертеже посадок. Почему в соединениях предпочтение отдается системе отверстия?
- Как производится выбор и расчет подшипников для валов в передачах?
- Какие типы смазки подшипников существуют? Как смазываются подшипники в проектируемой передаче?
- Как производится смазка зубчатых или червячных зацеплений в редукторе?
- Как зафиксировать на валу зубчатые колеса от осевого смещения?
- В чем заключаются предварительный и уточненный расчеты валов редуктора?
- Почему вал выполняется ступенчатой формы?
- Какой критерий определяет работоспособность валов редуктора?
- Назначение штифтов, соединяющих крышку и корпус редуктора?
- Как обеспечить герметичность между фланцами крышки и корпуса?
- Как выбрать оптимальный уровень масла в редукторе?
- Опишите порядок сборки и разборки редуктора.
- Какие материалы используются для деталей корпуса редуктора?
- Каково основное преимущество шлицевых соединений по сравнению со шпоночными?
- Что понимают под упругим скольжением ремня на шкивах в ременной передаче?
- Каковы основные преимущества плоскоремennых передач по сравнению с клиноремennыми?