

Р.Н. УЗЯКОВ

УЧЕБНОЕ
ПОСОБИЕ

34.44я7
У 34
СА-397313

ДЕТАЛИ МАШИН

ПУТЕВОДИТЕЛЬ

ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Кинематический расчет • Расчет закрытых и открытых передач

Предварительный расчет и конструирование валов

Первый этап компоновки редуктора • Расчет подшипников на долговечность

Расчет шпоночных соединений и смазывание

Второй этап компоновки редуктора • Уточненный расчет валов • Выбор муфт

Выполнение сборочного и рабочих чертежей

Оформление пояснительной записки, доклад и защита курсового проекта

КНОРУС

BOOK.ru

ЧИТАТЬ ONLINE



Р.Н. Узяков — gar

ДЕТАЛИ МАШИН

ПУТЕВОДИТЕЛЬ по курсовому проектированию

Рекомендовано
Экспертным советом УМО в системе ВО и СПО
в качестве учебного пособия для направлений подготовки
«Машиностроение»,
«Техника и технологии наземного транспорта»,
«Технологии материалов»,
«Авиационная и ракетно-космическая техника»,
«Электро- и теплоэнергетика»



BOOK.ru
ЧИТАТЬ ONLINE

КНОРУС • МОСКВА • 2023

✓ Государственное бюджетное
учреждение культуры
«Оренбургская областная универсальная
научная библиотека им. Н.К. Крупской»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ГЛАВА 1. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	10
1.1 Тематика заданий на курсовое проектирование	10
1.2 Исходные данные на курсовой проект	11
1.3 Задачи кинематического расчета привода	16
1.4 Последовательность выполнения кинематического расчета.....	17
1.4.1 Изучение кинематической схемы и нумерация валов	17
1.4.2 Выбор электродвигателя	17
1.4.3 Определение общего передаточного числа u_x^* привода и разбивка его между отдельными ступенями.....	19
1.4.4 Определение угловых скоростей валов привода	21
1.4.5 Определение частот вращения валов.....	21
1.4.6 Определение мощностей на валах привода	21
1.4.7 Определение вращающих моментов на валах привода	22
1.4.8 Анализ результатов кинематического расчета.....	22
1.5 Пример кинематического расчета привода	23
ГЛАВА 2. РАСЧЕТ ЗАКРЫТЫХ ПЕРЕДАЧ	28
2.1 Расчет закрытых цилиндрических передач.....	28
2.1.1 Выбор материала зубчатых колес, назначение упрочняющей обработки и определение допускаемых напряжений.....	30
2.1.2 Определение параметров зацепления и размеров зубчатых колес	32
2.1.3 Проверочные расчеты передачи	37
2.1.4 Определение сил, действующих в зацеплении.....	40
2.2 Пример расчета закрытой косозубой цилиндрической передачи	42
2.3 Пример расчета закрытой прямозубой цилиндрической передачи	47
2.4 Расчет закрытых конических прямозубых передач.....	52
2.4.1 Выбор материала конических колес, назначение упрочняющей обработки и определение допускаемых напряжений.....	54
2.4.2 Определение размеров конических колес и параметров зацепления	56

2.4.3 Проверочные расчеты передачи	58
2.4.4 Определение сил, действующих в зацеплении.....	59
2.5 Пример расчета конической прямозубой передачи	60
2.6 Расчет закрытых червячных передач	66
2.6.1 Выбор материала червячной пары и определение допускаемых напряжений	67
2.6.2 Определение размеров и параметров червячного зацепления	70
2.6.3 Проверочные расчеты передачи	73
2.6.4 Определение сил, действующих в зацеплении, и КПД передачи	75
2.6.5 Тепловой расчет и охлаждение червячных передач.....	77
2.7 Пример расчета закрытой червячной передачи.....	77
ГЛАВА 3.	
РАСЧЕТ ОТКРЫТЫХ ПЕРЕДАЧ	83
3.1 Расчет открытых цепных передач.....	83
3.1.1 Определение числа зубьев звездочек	85
3.1.2 Вычисление шага цепи	85
3.1.3 Проверка условия обеспечения износостойкости цепи	88
3.1.4 Определение геометрических параметров передачи.....	89
3.1.5 Проверка коэффициента запаса прочности	90
3.1.6 Определение силы, действующей на валы	91
3.2 Пример расчета открытой цепной передачи	91
3.3 Расчет открытых зубчатых передач.....	96
3.3.1 Выбор материалов зубчатых колес и допускаемых напряжений изгиба	97
3.3.2 Определение чисел зубьев и коэффициентов формы зуба	99
3.3.3 Определение модуля зацепления	100
3.3.4 Определение основных геометрических размеров передачи.....	101
3.3.5 Проверка условия прочности зубьев на выносливость.....	103
3.3.6 Определение сил, действующих в зацеплении.....	103
3.4 Пример расчета открытой зубчатой передачи.....	104
3.5 Расчет клиноременных передач	108
3.5.1 Выбор сечения ремня	110
3.5.2 Определение основных геометрических размеров передачи.....	110
3.5.3 Определение числа ремней в передаче	112
3.5.4 Определение среднего ресурса ремней при эксплуатации	116
3.5.5 Определение силы, действующей на валы	116
3.6 Пример расчета открытой клиноременной передачи	117
ГЛАВА 4.	
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВАЛОВ.....	120
4.1 Предварительный расчет валов	121
4.2 Конструирование валов.....	125

4.3 Пример расчета и конструирования быстроходного вала	126
4.4 Пример расчета и конструирования тихоходных валов	130
4.5 Пример расчета и конструирования вала-шестерни конического редуктора	132
ГЛАВА 5.	
ПЕРВЫЙ ЭТАП КОМПОНОВКИ РЕДУКТОРА	136
5.1 Общие рекомендации по выполнению компоновки	136
5.2 Рекомендации по подбору подшипников качения	137
5.3 Первый этап компоновки цилиндрического редуктора	139
5.4 Первый этап компоновки конического редуктора	146
5.5 Первый этап компоновки червячного редуктора	153
ГЛАВА 6.	
РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ	159
6.1 Расчет на долговечность подшипников качения	159
6.1.1 Определение нагрузки, действующей на подшипники	160
6.1.2 Определение осевой нагрузки F_a с учетом осевой составляющей S радиальной нагрузки F_r для радиально-упорных подшипников	162
6.1.3 Определение эквивалентной динамической нагрузки	163
6.2 Пример № 1 расчета подшипников на долговечность	164
6.3 Пример № 2 расчета подшипников на долговечность	170
ГЛАВА 7.	
РАСЧЕТ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СМАЗЫВАНИЕ	177
7.1 Расчет шпоночных соединений	177
7.1.1 Допуски в шпоночных соединениях	179
7.2 Смазывание редукторов	179
7.3 Смазывание подшипников	181
ГЛАВА 8.	
ВТОРОЙ ЭТАП КОМПОНОВКИ РЕДУКТОРА	183
8.1 Конструирование корпусов	183
8.2 Проработка конструкции валов	194
8.3 Конструирование зубчатых и червячных колес	196
8.4 Конструирование опорных (подшипниковых) узлов	200
8.5 Второй этап компоновки цилиндрического редуктора	201
8.6 Второй этап компоновки конического редуктора	205
8.7 Второй этап компоновки червячного редуктора	208
ГЛАВА 9.	
УТОЧНЕННЫЙ РАСЧЕТ ВАЛОВ	211
9.1 Последовательность выполнения уточненного расчета валов	211
9.1.1 Исходные данные	211
9.1.2 Исходная схема	211
9.1.3 Расчетная схема	212

9.1.4	Реакции опор	212
9.1.5	Изгибающие моменты	212
9.1.6	Суммарный изгибающий момент	213
9.1.7	Крутящий момент	213
9.1.8	Эквивалентный момент	213
9.1.9	Эскиз вала	213
9.1.10	Опасные сечения	213
9.1.11	Коэффициенты запаса прочности	213
9.1.12	Прочность и жесткость вала	215
9.2	Пример № 1 выполнения уточненного расчета вала	218
9.3	Пример № 2 выполнения уточненного расчета вала	234
ГЛАВА 10.		
ВЫБОР МУФТ		245
10.1	Рекомендации по выбору типа муфты	245
10.2	Выбор типоразмера муфты	248
ГЛАВА 11.		
ВЫПОЛНЕНИЕ СБОРОЧНОГО И РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ		250
11.1	Выполнение сборочного чертежа редуктора	250
11.2	Выполнение рабочих чертежей деталей	254
11.3	Примеры выполнения чертежей и спецификации	259
ГЛАВА 12.		
ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ, ДОКЛАД И ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА		292
12.1	Выполнение пояснительной записки	292
12.2	Защита курсового проекта — доклад	302
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ		303
ПРИЛОЖЕНИЕ А		306

ВВЕДЕНИЕ

Данный путеводитель не является самостоятельным и полным учебником по курсовому проектированию деталей машин. Автор исходит из того, что такого учебника в принципе быть не может. И даже если бы такой учебник был, то он нанес бы студентам больше вреда, чем пользы, так как наша задача научить будущих инженеров находить и использовать справочную информацию, анализировать и сравнивать различные варианты технических решений и **принимать свое аргументированное решение поставленной задачи**. При этом мы должны обучить студентов основным принципам проектирования деталей машин. Автор изложил свою точку зрения на эти вопросы, основываясь на опыте работы токарем и слесарем, механиком и главным инженером полиграфического производства, на непрерывной научной деятельности и 36-ти летнем стаже преподавания. А также на опыте проектирования, изготовления и пуска цепного подвешенного и напольного тележечного конвейеров, которые были изготовлены автором вместе с сотрудниками кафедры на Оренбургском заводе холодильного оборудования. При изложении материала автор дал ссылки на наиболее распространенные учебники по курсовому проектированию деталей машин. Во многих случаях в путеводителе цитируются авторы известных учебников, или просто приводятся ссылки на них, **в связи, с чем автор рассматривает себя как составителя данного путеводителя.**

Задача пособия — научить студентов принимать технически обоснованные решения с использованием полученных знаний и специальной литературы.

Основы науки детали машин были в значительной степени разработаны в XIX веке. В XX веке получили распространение клиноременные передачи, разработаны поли-клиноременные передачи и передачи зубчатым ремнем, а также волновые и шарико-винтовые передачи. В тоже время в течение XX — века было выпущено огромное количество технической и учебной литературы по деталям машин. Разные авторы излагали свои взгляды и методики расчета деталей машин, не меняющие физической сущности, основой которых является сопротивление материалов. **Поэтому расчеты, выполненные по разным методикам, дают практически одинаковые результаты.**

В данном пособии изложена методика расчетов, используемая в Оренбургском государственном университете (ранее Оренбургский политехнический институт), разработанная на кафедре Механики материалов, конструкций и машин (прежнее название кафедра Деталей машин и прикладной механики). Где работали такие специалисты как доценты: А. М. Ефанов, Ф. З. Еникеев, профессора А. А. Мулабаев, А. П. Фот и другие преподаватели кафедры.

При расчетах студенты могут использовать как формулы, изложенные в пособии, так и формулы из учебников, рекомендованных преподавателями, а также пользоваться справочным материалом из пособия и из другой технической литературы.

Не допускается использовать только материал, полученный из интернета, по следующим причинам:

- большое количество ошибок в формулах (по ряду различных причин);

- в Сеть выкладываются не оптимальные, а порой и ошибочные технические решения, написанные теми же студентами;
- интернет отучает думать и принимать самостоятельные решения.

Любителей интернета категорически прошу не использовать это пособие, и тем более не ссылаться на него.

Вне зависимости от того, кем вы будете: электриками, геологами, теплотехниками, вы будете инженерами, и ваша первая большая инженерная задача — это курсовой проект по деталям машин. От того, как вы решите данную задачу, зависит, кем вы станете: настоящим инженером — специалистом в своей области или продавцом в магазине с дипломом инженера. Это связано с тем, что принципы принятия технических решений одинаковы во всех областях.

На чертежах только 3% размеров получены по расчету и часть из них округлена до стандартных значений, а все остальные размеры **приняты**. Отсюда и задача данного пособия — научить **принимать** технически обоснованные решения с использованием полученных знаний и специальной литературы.

Курсовой проект по деталям машин заключается в разработке привода, соответствующего предъявленным к нему требованиям (исходным данным для расчета). С целью увеличения вариантов данного решения, студентам выдаются различные кинематические схемы привода, что позволяет увидеть многообразие решения одного и того же вопроса. Это учит не заикливаться на одном варианте, а искать много вариантов решения поставленной технической задачи. Выполнение своего варианта учит оптимизировать принятое решение.

Теоретической основой науки детали машин являются сопротивление материалов, теоретическая механика, материаловедение и теория механизмов и машин. К сожалению, многие «деталисты» об этом часто забывают. Основная задача сопротивления материалов — это **определение формы и размеров элементов конструкций и деталей машин, обеспечивающих их надежную работу, при условии наименьшего расхода материалов**. Эту задачу необходимо стремиться выполнять и при проектировании любых машин, механизмов и деталей. Однако не всегда можно обеспечить минимальный расход материалов, так как существуют технологические и экономические ограничения.

При выполнении расчетов и конструировании необходимо пользоваться следующими правилами:

- основной критерий, которому должны соответствовать все технические решения — здравый смысл. Решение, не соответствующее основному критерию, — заведомо не верно;
- в конструкции должно быть использовано максимальное количество стандартных изделий, размеров и форм, **использование не стандартных решений допускается только в технически обоснованных случаях;**
- принятые технические решения должны быть технологичными. Технологичными называют детали и узлы, требующие минимальных затрат средств, времени и труда в производстве, эксплуатации и ремонте;
- в принятии технических решений большую роль играет принцип унификации: унификация конструкции — максимально возможная замена деталей разной формы и типоразмеров одинаковыми, а также применение по возможности одинаковых диаметров отверстий, валов, размеров фасок, галтелей, использование одинаковых классов точности и шероховатости поверхности, одинаковых способов упрочняющей обработки и т.д.

ЗАПОМНИ, СТУДЕНТ, И ПРИМИ К СВЕДЕНИЮ

Любой курсовой проект — это очень большая **самостоятельная** работа, которую в принципе **невозможно выполнить за два-три дня**.

Отсюда первый вывод — курсовой проект надо начинать выполнять сразу, не откладывая ни на один день.

В курсовых проектах каждый последующий этап основывается на предыдущих, и ошибка, допущенная в начале, например, в кинематическом расчете, может выявиться в самом конце на чертежах, что приведет к необходимости пересчитывать и переделывать весь курсовой проект.

Отсюда второй вывод — прежде, чем начинать следующий этап курсового проекта, предыдущий должен быть проверен самостоятельно и преподавателем.

Самое большое знание, которое ты получаешь, выполнив курсовой проект самостоятельно, это то, что ты, оказывается, можешь разработать реальную конструкцию. Самое большое умение, которое ты получаешь, выполнив курсовой проект самостоятельно, это умение решать поставленные задачи даже в абсолютно новой для тебя области.

Отсюда третий вывод — курсовой проект надо делать самостоятельно, а если его за тебя выполнит другой человек, то он и получит знания и умения, те самые, которые тебе лично нужны будут на производстве.

При решении любой технической задачи необходимо первым делом изучить предыдущий опыт, выбрать оптимальный вариант и сделать то же самое, но с учетом предъявленных требований. И не надо изобретать велосипед, его давно уже изобрели!

Отсюда главный вывод — все очень просто! Используя предыдущий опыт, известные методики расчетов, требования ГОСТов и знания, полученные в вузе, всегда можно решить любую техническую задачу.

Выполнив самостоятельно курсовой проект, ты получишь огромный опыт. Ты научишься работать с технической литературой и поймешь, что не существует идеального учебника или справочника. В каждом из них есть что-то, что описано лучше, чем в других. Ты научишься не бояться поставленных задач. Научишься принимать технически обоснованные решения. Это и есть то богатство, за которым ты пришел в вуз. Это то, что даст тебе в жизни реальное богатство, уважение коллег и самоуважение. Умение самостоятельно решать любые задачи ценится в жизни больше, чем любой сертификат, любой диплом.

Принципы, изложенные в пособии, могут быть полезны при решении любых технических задач.

Особую благодарность автор выражает студенту Оренбургского государственного университета, электроэнергетического факультета, группы 04ЭП-1 Ринату Ринатовичу Хамитову, который еще в 2005 году спроектировал и выполнил в 3-D-формате цилиндрический, конический и червячный редуктора. Этими редукторами, как наглядным пособием, пользуются студенты и в настоящее время. Рисунки редукторов с разрезами в расчете закрытых передач в этом путеводителе взяты из работ Рината Хамитова.

В пособии принята единая система физических единиц (СИ) со следующими отклонениями, допущенными в стандартах (ИСО и ГОСТ) на расчеты деталей машин: размеры деталей передач выражаются в миллиметрах (*мм*), силы в ньютонах (*Н*), и, соответственно, напряжения в ньютонах, деленных на миллиметры в квадрате ($H/мм^2$), т.е. мегапаскалях (*МПа*), а моменты — в ньютонах, умноженных на миллиметр (*Н·мм*). У отдельных групп соответствующих формул даны соответствующие примечания.

ГЛАВА 1

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

В процессе изучения дисциплин детали машин, механика, прикладная механика и техническая механика обучающиеся получают теоретические знания по расчету и конструированию деталей и узлов общего назначения, встречающихся в различных механизмах и машинах.

Полученные знания закрепляют выполнением курсовых проектов (работ) (КП). При этом обучающиеся получают навыки и умения выполнения расчетов и конструирования.

Целью курсового проектирования является формирование практических навыков и умения самостоятельного решения инженерных задач, развитие творческих способностей и освоение навыков пользования технической, нормативной и справочной литературой.

Кинематический расчет силового привода является первой неотъемлемой частью расчетов, выполняемых обучающимися в процессе выполнения курсовых проектов.

Результаты кинематического расчета являются исходными данными для всех остальных расчетов в курсовом проекте.

Курсовой проект заключается в разработке привода, соответствующего предъявленным к нему требованиям (исходным данным для расчета).

В настоящем пособии даны рекомендации, справочный материал и примеры кинематического расчета типовых приводов.

Условные обозначения величин приняты в соответствии с рекомендациями ISO R31 и государственными стандартами. При этом использована международная система (СИ) единиц величин, а внесистемная единица частоты вращения (*об/мин*) применяется лишь дополнительно к единице угловой скорости (*рад/с*).

1.1 ТЕМАТИКА ЗАДАНИЙ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовой проект должен содержать расчет и конструирование закрытых и открытых передач с достаточным числом деталей машин общего назначения для успешного усвоения основ их проектирования. Очень хорошие задания на курсовой проект приводов различных механизмов представлены в работе [4, стр. 15...33]. Мы предлагаем в заданиях силовые приводы цепных конвейеров (ПЦК) и ленточных транспортеров (ПЛТ), которые, как правило, имеют необходимое количество деталей.

Задания на курсовой проект приведены на рисунке 1.1, в таблице 1.1 и таблице 1.2. Они содержат кинематические (структурные) схемы указанных приводов и необходимые исходные данные.

Номер задания (кинематической схемы) должен соответствовать порядковому номеру обучающегося в журнале преподавателя, а номер варианта исходных данных, общий для каждой группы, выдается преподавателем.

1.2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Исходные данные на курсовой проект (работу) включают:

- кинематическая (структурная) схема привода;
- тяговое усилие на цепи (ленте) — $F, \kappa H$;
- скорость движения цепи (ленты) — $V, м/с$;
- диаметр звездочки или барабана — $D, м$;
- вид передач — реверсивные или неревверсивные;
- срок службы привода.

Таблица 1.1

Типы редукторов и открытых передач в приводах

Закрытая передача	Открытая передача		
	Клиноременная	Цепная, приводной роликовой цепью	Зубчатая цилиндрическая, прямозубая
Редуктор цилиндрический одноступенчатый горизонтальный (прямозубый)	29–ПЛТ	19–ПЛТ	22–ПЦК
Редуктор цилиндрический одноступенчатый вертикальный (прямозубый)	4–ПЦК	10–ПЦК	25–ПЛТ
Редуктор цилиндрический одноступенчатый горизонтальный (косозубый)	1–ПЛТ	7–ПЛТ	16–ПЦК
Редуктор цилиндрический одноступенчатый вертикальный (косозубый)	23–ПЛТ	27–ПЛТ	13–ПЛТ
Редуктор конический одноступенчатый горизонтальный (прямозубый)	11–ПЛТ	14–ПЦК	8–ПЦК
Редуктор конический одноступенчатый с вертикальным тихоходным валом (прямозубый)	30–ПЦК	20–ПЦК	2–ПЦК
Редуктор конический одноступенчатый с вертикальным быстроходным валом (прямозубый)	17–ПЛТ	21–ПЛТ	5–ПЛТ
Редуктор червячный одноступенчатый с нижним расположением червяка	9–ПЛТ	6–ПЦК	3–ПЛТ
Редуктор червячный одноступенчатый с верхним расположением червяка	18–ПЦК	15–ПЛТ	12–ПЦК
Редуктор червячный одноступенчатый с боковым расположением червяка	24–ПЦК	26–ПЦК	28–ПЦК

ГЛАВА 2

РАСЧЕТ ЗАКРЫТЫХ ПЕРЕДАЧ

Наибольшее распространение имеют следующие типы закрытых передач: **цилиндрические, конические и червячные**. Их используют в редукторостроении и большинстве машин для согласования движения.

Основным видом отказов закрытых передач является **усталостное выкрашивание рабочих поверхностей зубьев**, которое вызывается переменными **контактными** напряжениями и проявляется в виде ямок на рабочих поверхностях, число и размер которых быстро увеличивается, вплоть до полного разрушения рабочей поверхности.

Наибольшие **контактные** напряжения в зоне зацепления определяются формулой Герца. Выразив интенсивность нормальной силы, приведенный модуль упругости и приведенный радиус кривизны зубьев через параметры передач получают формулы для проверочного расчета передач на контактную выносливость рабочих поверхностей зубьев. Преобразовав последние, получают формулы для проектного расчета.

Расчет закрытых цилиндрических передач смотри [1, стр. 31], [2, стр. 17], [3, стр. 20], [4, стр. 61].

Расчет закрытых конических передач смотри [1, стр. 49], [2, стр. 26], [3, стр. 27], [4, стр. 68].

Расчет закрытых червячных передач смотри [1, стр. 61], [2, стр. 33], [3, стр. 34], [4, стр. 74].

2.1 РАСЧЕТ ЗАКРЫТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

Закрытые цилиндрические передачи бывают прямозубые, косозубые и шевронные, а также с внешним и внутренним зацеплением [11]. Обозначения их параметров показаны на рисунке 2.1, конструктивное оформление — редуктор на рисунке 2.2.

Исходные данные для расчета передачи выбираются из кинематического расчета привода **с соответствующих валов, и вводятся новые обозначения**: параметры для зубчатой шестерни обозначаются с индексом единица (1), а параметры для зубчатого колеса обозначаются с индексом два (2).

Вращающий момент:

$$T_1 = \quad ; T_2 = \quad (\text{Н}\cdot\text{мм}).$$

Угловая скорость:

$$\omega_1 = \quad ; \omega_2 = \quad (\text{рад/с}) (\text{с}^{-1}).$$

Частота вращения:

$$n_1 = \quad ; n_2 = \quad (\text{об/мин}).$$

Передаточное число:

$$u_{12} = \frac{z_2}{z_1} = |i_{12}| = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = u_{\text{э.л.}}^* = u.$$

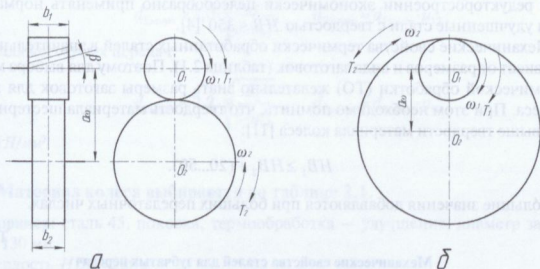


Рис. 2.1. Основные параметры цилиндрических передач
а — внешнее зацепление, б — внутреннее зацепление

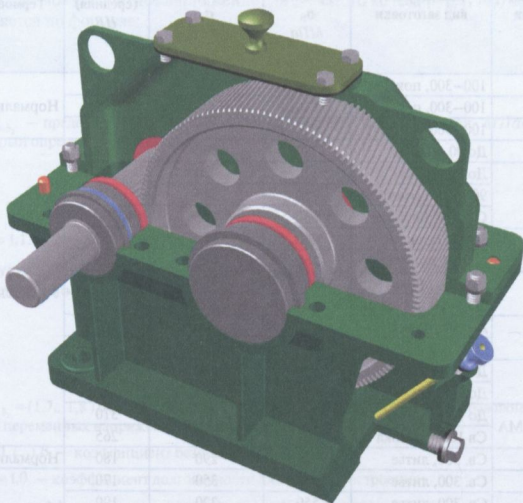


Рис. 2.2. Редуктор цилиндрический одноступенчатый
горизонтальный (косозубый)

Определение сил, действующих в зацеплении

Определяем окружные силы:

$$F_{t2} = F_{t1} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 26000}{56} \approx 929 \text{ Н}.$$

Определяем радиальные силы:

$$F_{r1} = F_{r2} = F_{t1} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 929 \cdot 0,364 \approx 338 \text{ Н}.$$

Определяем силы нормального давления:

$$F_{n1} = F_{n2} = \frac{F_{t1}}{\cos \alpha} = \frac{929}{0,94} \approx 988 \text{ Н}.$$

2.4 РАСЧЕТ ЗАКРЫТЫХ КОНИЧЕСКИХ ПРЯМОЗУБЫХ ПЕРЕДАЧ

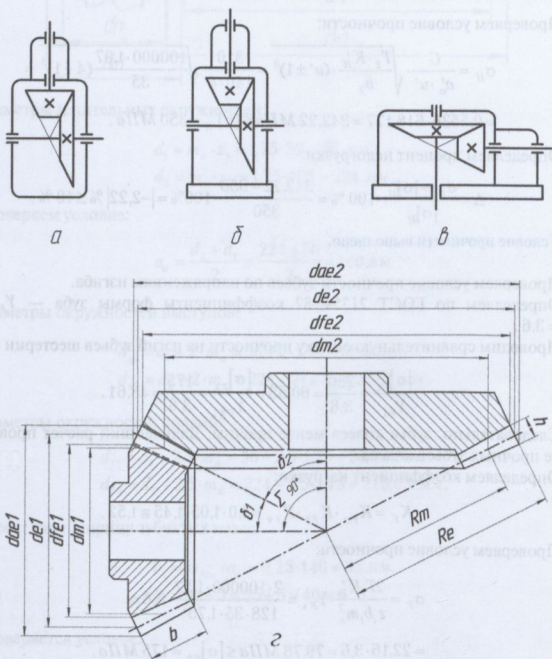


Рис. 2.5. Прямозубая коническая передача.

а, б, в — кинематические схемы, г — геометрические параметры.

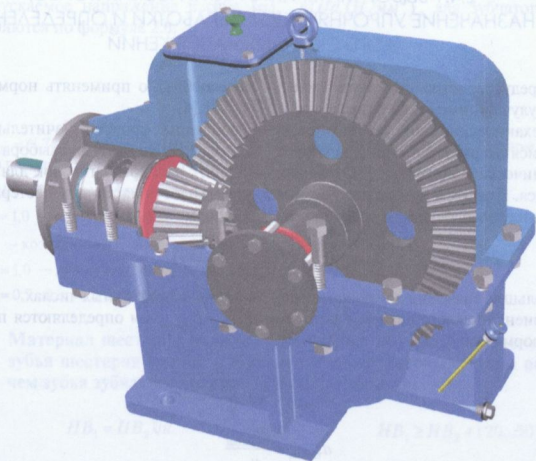


Рис. 2.6. Редуктор конический
прямозубый горизонтальный

Конические зубчатые колеса применяют в передачах между валами, оси которых расположены под углом. Основное применение [1] имеют передачи с осями, пересекающимися под углом $\Sigma = 90^\circ$ (рисунок 2.5), конструктивное оформление передачи — конический редуктор (рисунок 2.6).

Исходные данные для расчета конической передачи выбираются из кинематического расчета привода с соответствующих валов, и вводятся новые обозначения: параметры для зубчатой шестерни обозначаются с индексом единица (1), а параметры для зубчатого конического колеса обозначаются с индексом два (2).

Вращающий момент:

$$T_1 = ; T_2 = \text{Н}\cdot\text{м}.$$

Угловая скорость:

$$\omega_1 = ; \omega_2 = \text{рад/с}.$$

Частота вращения:

$$n_1 = ; n_2 = \text{об/мин}.$$

Передаточное число:

$$u_{12} = \frac{z_2}{z_1} = |i_{12}| = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = u_{\text{эл.}} = u.$$

2.6 РАСЧЕТ ЗАКРЫТЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

Червячные передачи относятся к числу зубчато-винтовых, имеющих характерные черты зубчатых и винтовых передач. Червячные передачи применяют между пересекающимися осями валов для получения большого передаточного числа. Наибольшее распространение получили червячные передачи с цилиндрическими червяками (рисунок 2.8), конструктивное исполнение — червячный редуктор (рисунок 2.9)

Исходные данные для расчета червячной передачи выбираются из кинематического расчета силового привода с соответствующих валов, и вводятся новые обозначения: параметры для червяка обозначаются с индексом единица (1), а параметры для червячного колеса обозначаются с индексом два (2).

Вращающий момент:

$$T_1 = ; T_2 = \quad (\text{Н} \cdot \text{мм}).$$

Угловая скорость:

$$\omega_1 = ; \omega_2 = \quad (\text{с}^{-1}).$$

Частота вращения:

$$n_1 = ; n_2 = \quad (\text{об/мин}).$$

Передаточное число:

$$u_{12} = \frac{z_2}{z_1} = |i_{12}| = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = u_{\text{э.л.}} = u$$

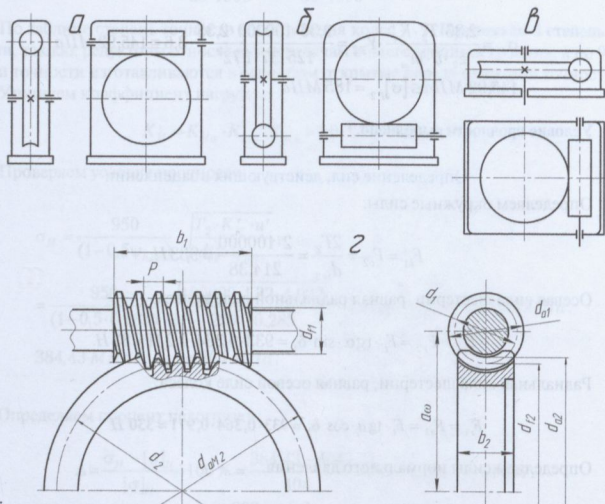


Рис. 2.8. Червячная передача. а, б, в — кинематические схемы; г — геометрические параметры.

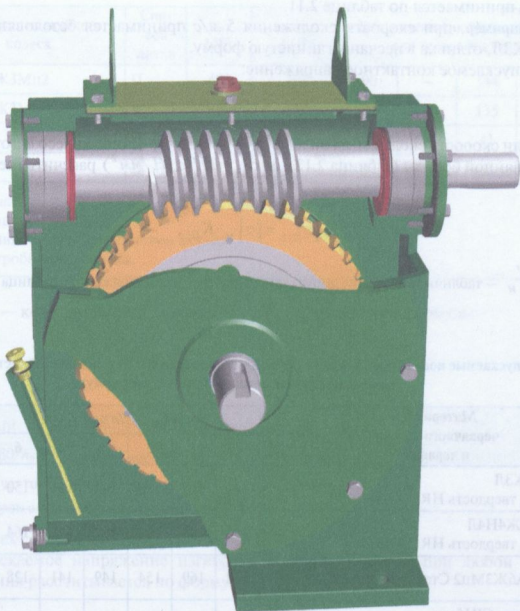


Рис. 2.9. Редуктор червячный одноступенчатый с верхним расположением червяка

2.6.1 ВЫБОР МАТЕРИАЛА ЧЕРВЯЧНОЙ ПАРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСКАЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

2.6.1.1 Материал червячного колеса

В большинстве случаев червячные колеса делают составными: зубчатый венец из бронзы, а центр — из чугуна или стали. При скорости скольжения $V_{СК} \geq 8 \dots 10$ м/с применяют оловянные бронзы. При $0,5 \leq V_{СК} \leq 8 \dots 10$ м/с — более дешевые безоловянные бронзы и латунь [1]. При скорости скольжения $V_{СК} < 2$ м/с — для механизмов с ручным приводом — серый чугун.

Предварительно скорость скольжения $V_{СК}$ м/с определяется по формуле:

$$V_{СК} = \frac{4,5 \cdot n_1}{10^5} \cdot \sqrt[3]{T_2} \quad (2.75)$$

ГЛАВА 3

РАСЧЕТ ОТКРЫТЫХ ПЕРЕДАЧ

Наиболее распространенными объектами реальных приводов, используемых в промышленности, являются открытые передачи. Это связано с тем, что обычно при проектировании приводов используют готовые редукторы, выпускаемые промышленностью. А необходимое для привода передаточное отношение получают за счет открытых передач. Поэтому при курсовом проектировании, наряду с закрытыми передачами, рассчитываются открытые зубчатые, цепные и ременные передачи. Расчеты открытых передач в различных источниках имеют некоторые отличия, так как существуют различные подходы к решению этих задач.

Расчет открытых цепных передач смотри [1, стр. 149], [4, стр. 92].

Расчет открытых ременных передач смотри [1, стр. 131], [4, стр. 85].

В данном пособии предложены наиболее известные стандартные методики расчета открытых передач и приведены необходимые справочные данные.

3.1 РАСЧЕТ ОТКРЫТЫХ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ

Цепные передачи — (ЦП) относятся к передачам зацеплением с гибкой связью. ЦП применяются для передачи движения между параллельными валами, расположенными на значительном расстоянии — до 8 м, когда зубчатые передачи непригодны, а ременные ненадежны. ЦП обычно применяются в качестве понижающих на тихоходных ступенях приводов при мощностях $P \leq 120$ кВт, скоростях цепи $V \leq 15$ м/с и передаточных отношениях $i \leq 6$. ЦП состоит из ведущей и ведомой звездочек, огибаемых замкнутой цепью (рисунок 3.1).

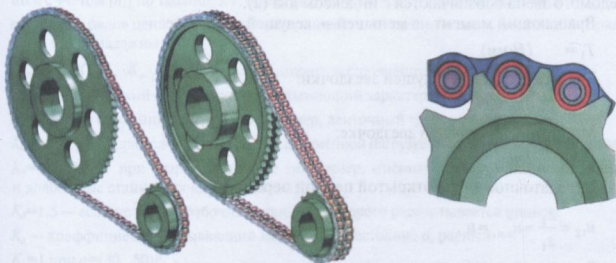


Рис. 3.1. Цепные передачи

Конец ознакомительного фрагмента

Уважаемый читатель!

**Размещение полного текста данного
произведения невозможно в связи с ограничениями
по IV части ГР РФ.**

**Эту книгу вы можете почитать в Оренбургской
областной универсальной научной библиотеке
им. Н. К. Крупской по адресу: г. Оренбург,
ул. Советская, 20; тел. для справок: (3532) 32-32-49**