

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

Кафедра Машиноведения

## **ДЕТАЛИ МАШИН**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ  
ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ПОДГОТОВКИ 15.03.02, 29.03.02, 29.03.01,  
29.03.05**

**СОСТАВИТЕЛИ**

**Г. А. Новоселов**

**М. Р. Рудая**

Санкт-Петербург

2017

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания и контрольные задания по курсу «Детали машин» разработаны на основе аналогичных контрольных заданий Министерства высшего и среднего специального образования СССР (М.: Высшая школа, 1987).

Настоящие контрольные задания переработаны с учетом учебных программ, созданных в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования, утвержденными Министерством образования и науки Российской Федерации в 2010 году.

Контрольные задания по дисциплине «Детали машин» выполняются студентами-заочниками СПГУТД по направлениям подготовки 15.03.02, 29.03.01, 29.03.05, 29.03.02.

Для указанных направлений (специальностей) необходимо выполнение четырех контрольных заданий. Контрольные задания состоят из 10 групп задач, задачи каждой группы даны в 10 вариантах.

Обязательной для выполнения является та группа задач контрольного задания, номер которой соответствует последней цифре шифра студента (номер зачетной книжки), и тот вариант этой группы, который соответствует предпоследней цифре шифра студента.

Например, студент, имеющий шифр 785984, должен выполнить по каждому контрольному заданию соответствующие задачи 4-й группы варианта 8. Если последняя цифра шифра студента нуль, он должен выполнить задачи 10-й группы. Если предпоследняя цифра шифра студента нуль, то он выполняет задачи варианта 10 своей группы.

Задачи решают на отдельных сброшюрованных листах (или в тетради) с полями, оставленными для замечаний рецензента.

При выполнении задач необходимо полностью переписать условие, составить эскиз того соединения или передачи, которые рассчитывают,

указать все действующие на них усилия и моменты и выписать заданные величины. В случае необходимости добавьте расчетные сечения.

Эскиз и расчетные сечения выполняют от руки (можно карандашом в масштабе и с соблюдением условностей ГОСТов на чертежи). На расчетных эскизах размеры должны быть обозначены теми же буквами, что и в расчетных формулах.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ДЕТАЛИ МАШИН»

Цель изучения дисциплины «Детали машин»: исходя из заданных условий работы деталей и узлов машины, усвоить методы, правила и нормы проектирования, обеспечивающие выбор наиболее рациональных материалов, форм, размеров, степени точности и качества поверхности, а также технических условий изготовления.

## 1. ОСНОВЫ РАСЧЕТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Эта тема призвана ознакомить студентов со следующими вопросами: виды нагрузок, действующих на детали машин, режимы нагрузок; основные критерии работоспособности и расчета деталей машин; выбор допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении при статических и переменных нагрузках; машиностроительные материалы; стандартизация в машиностроении и ее значение; допуски и посадки; технологические требования, предъявляемые к деталям машин; роль экономических факторов в машиностроении; основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин.

В теме «Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин» ознакомьтесь с принципиальными основами расчета деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость и теплостойкость.

В теме «Выбор допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении» изучите факторы, от которых зависят допускаемые напряжения и запасы прочности, и существующие методы для их выбора.

При изучении темы «Машиностроительные материалы» ознакомьтесь с основными машиностроительными материалами и областями применения их для изготовления деталей машин. Особо следует

остановиться на пластмассах; изучите их основные свойства и области применения в машиностроении.

В теме «Допуски и посадки» усвойте терминологию и запомните такие понятия, как номинальный и предельный размеры, отклонения, зазор и натяг, система посадок, квалитет и посадка. Следует также знать, какие системы посадок, квалитеты и посадки различают по ГОСТу и где их применяют, как обозначают допуски и посадки на машиностроительных чертежах.

При ознакомлении с технологическими требованиями к деталям машин выяснить, что представляет собой технологичность деталей машин и какими способами она достигается.

В теме «Надежность и долговечность деталей машин» обратите особое внимание на основные направления повышения надежности и долговечности, на трение и износ в машинах.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Что представляют собой основные критерии работоспособности деталей машин и каково их значение?
2. В чем сущность расчетов деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость, виброустойчивость и теплостойкость?
3. Назовите методы выбора допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении. В чем их сущность?
4. В зависимости от каких факторов определяют допускаемые напряжения и запасы прочности в машиностроении?
5. Какие машиностроительные материалы являются основными?
6. На какие основные виды подразделяют стали, чугуны и сплавы цветных металлов и для каких деталей машин их применяют?
7. Какие основные группы пластмасс применяют в машиностроении и для каких целей?
8. Для каких деталей машин применяют дерево, резину, кожу и графит?

9. Что такое стандартизация? Какое значение она имеет в машиностроении?
10. Как обозначают Государственные общесоюзные стандарты (ГОСТы)?
11. Что нормализовано ГОСТами в машиностроении?
12. Как следует понимать выражение «взаимозаменяемость деталей»?
13. Будут ли детали машин, пригонка которых друг к другу производится во время сборки, взаимозаменяемыми?
14. Что такое зазор, натяг и посадка?
15. Что называют верхним и нижним отклонениями от номинального размера?
16. Что такое система отверстия и система вала? В чем преимущество системы отверстия? Почему в стандартах приняты обе системы?
17. Почему в стандартах установлены посадки нескольких квалитетов?
18. Какие существуют квалитеты и виды посадок и где их применяют?
19. Как обозначают допуски и посадки на чертежах?
20. Какую конструкцию называют технологичной?
21. Какое техническое и экономическое значение имеет технологичность машин, их узлов и деталей? От чего она зависит? Каким образом достигается?
22. Какова роль экономических факторов в машиностроении?
23. Какими путями достигается снижение стоимости машин при их проектировании и изготовлении?
24. Какими способами достигается экономичность машины при ее эксплуатации?
25. Каковы основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин?

## 2. СОЕДИНЕНИЯ

Ознакомьтесь с классификацией соединений: разъемных, неразъемных, фрикционных, нефрикционных.

*Вопросы для самопроверки*

1. В чем сущность соединения вал – ступица?
2. Укажите виды разъемных и неразъемных соединений, фрикционных и нефрикционных.

### 2.1. СВАРНЫЕ, ПАЯНЫЕ И КЛЕЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Основное внимание обратите на виды сварных соединений и сварных швов, области их применения и расчет; преимущества и недостатки сварных конструкций по сравнению с клепаными и литыми. Ознакомьтесь с нормами допускаемых напряжений для сварных швов.

Сварные конструкции, несмотря на большие преимущества, в отдельных случаях вследствие меньшей жесткости и наличия внутренних напряжений в швах оказываются менее качественными, нежели такие же конструкции из чугунного или стального литья.

Паяное соединение образуется в результате химических связей материала деталей и присадочного материала, называемого припоем. Нужно знать процесс подготовки поверхности деталей к пайке, виды припоев, расчет прочности паяных соединений.

Обратите внимание на суть процесса склеивания, виды клеев, подготовку поверхности деталей к склеиванию, на факторы, влияющие на качество клейки, научитесь рассчитывать на прочность клеевые соединения.

*Вопросы для самопроверки*

1. Преимущества сварных конструкций по сравнению с клепаными, литыми, коваными.
2. Каковы основные виды сварки в машиностроении и в чем их сущность?

3. Что называют сварным швом? Назовите типы сварных швов.
4. Как рассчитывают стыковые сварные швы?
5. Как рассчитывают угловые, лобовые и фланговые, а также комбинированные сварные швы?
6. Как рассчитывают сварной шов, подверженный действию изгибающего момента?
7. Как рассчитывают сварные швы соединений, работающих на сложное сопротивление?
8. Как рассчитывают сварные швы при переменных нагрузках?
9. Где применяют паяные соединения?
10. Как ведется подготовка поверхности деталей к пайке?
11. Укажите основные виды припоев и их применение для пайки конструкций.
12. Как рассчитывают на прочность паяные соединения?
13. Где применяют клеевые соединения?
14. Как ведутся подготовка поверхности деталей к склеиванию и процесс клейки?
15. Каковы клеевые составы и их применение для клейки различных материалов?
16. Какова прочность клеевых соединений и как ведется расчет на сдвиг и на отрыв?

## 2.2. ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Ознакомьтесь с конструкцией заклепок, их разновидностями по ГОСТам, из какого материала изготавливают заклепки, типами заклепочных швов по назначению и конструкции, областью их применения (в прошлом и в настоящее время) и расчетом прочных и прочноплотных швов.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают заклепки по назначению и по форме головок? Из какого материала их изготавливают?



2. Какие заклепочные швы различают по назначению и по конструкции?

3. По какому диаметру производят расчет заклепок на прочность? Какой диаметр указывают в спецификации на заказ заклепок?

4. Что учитывает коэффициент прочности заклепочного шва?

5. Какая существует зависимость между диаметром заклепки и толщиной листа?

Как рассчитывают прочные и прочноплотные заклепочные швы?

7. Как выбирают допускаемые напряжения при знакопеременных нагрузках?

### 2.3. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С НАТЯГОМ

Основное внимание обратите на виды прессовых посадок с натягом и области их применения в машиностроении, на поведение соединений с натягом цилиндрических поверхностей при нагружении осевой силой и крутящим моментом, расчеты этих соединений, соединения с помощью стяжных колец и планок.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают виды прессовых посадок, и какими способами их осуществляют?

2. Где применяют соединения посадками с натягом?

3. Как рассчитывают цилиндрические соединения, с натягом при нагружении: 1) осевой силой; 2) крутящим моментом?

### 2.4. РЕЗЬБОВЫЕ (ВИНТОВЫЕ) СОЕДИНЕНИЯ

Усвойте следующие вопросы: резьбы и их разновидности, ГОСТ на резьбы; достоинства, недостатки и области применения отдельных видов резьбы; расчет резьбы и подбор ее по ГОСТ; конструкция болтов, шпилек, винтов, гаек, шайб и гаечных замков, их разновидности по ГОСТ; их материал; резьбы для болтов; области применения различных болтов,

шпилек, винтов, гаек, шайб и гаечных замков и подбор их по ГОСТ и по ведомственным нормам; расчет болтов.

При изучении расчета болтов, находящихся под действием статических нагрузок, уясните разницу в расчетах болтов в зависимости от способа их нагружения. Усвойте расчет болтов при действии на них переменных нагрузок и высоких температур; ознакомьтесь с методикой расчета групп болтов и с нормами допускаемых напряжений при расчете болтов. Обратите внимание на способы увеличения прочности болтов, винтов, шпилек и гаек.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают типы резьбы по назначению и по геометрической форме, и какие из них являются стандартными?
2. Какие существуют виды резьбы по числу заходов ее и по направлению наклона витков и где их применяют?
3. Почему для болтов применяют треугольную резьбу?
4. Какие различают виды метрической резьбы?
5. Почему метрическая резьба с крупным шагом имеет преимущественное применение?
6. Когда применяют резьбы с мелкими шагами, а также прямоугольную трапецеидальную упорную и круглую?
7. Как рассчитывают резьбу?
8. Какие различают болты и винты по форме головок, и какие из них нормализованы ГОСТами?
9. Какие различают болты, винты и шпильки по назначению и по конструкции?
10. Какие гайки, шайбы и гаечные замки различают по конструкции и какие из них нормализованы ГОСТом?
11. Из какого материала выполняют болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и гаечные замки?

12. Какие устройства применяют для разгрузки болта от действующей поперечной силы?

13. Когда применяют шпильки и винты вместо болтов?

14. Как рассчитывают болты, винты и шпильки при действии на них статических нагрузок в следующих случаях:

1) болт (винт, шпилька) нагружен осевой растягивающей силой;

2) болт нагружен осевой силой и крутящим моментом затяжки;

3) предварительно затянутый болт дополнительно нагружен осевой растягивающей силой с последующей затяжкой болта или без нее;

4) болт, установленный в отверстие с зазором, нагружен поперечной силой;

5) предварительно затянутый болт с эксцентрической головкой дополнительно нагружен внешней эксцентрической силой?

15. Как рассчитывают болт, винт и шпильку при действии на них переменных нагрузок? высоких температур?

16. Какова методика расчета групп болтов?

17. Как рассчитывают болты клеммовых соединений?

18. Как определяют допускаемые напряжения для болтов, винтов и шпилек при расчете их на прочность?

19. Какими способами достигается увеличение сопротивления усталости болтов, винтов, шпилек и гаек?

## 2.5. ШПОНОЧНЫЕ, ШЛИЦЕВЫЕ И ПРОФИЛЬНЫЕ (БЕСШПОНОЧНЫЕ) СОЕДИНЕНИЯ

Усвойте следующие вопросы: конструкции шпонок, шлицевых и профильных соединений; области их применения; подбор шпонок и шлицевых соединений по ГОСТу; способы центрирования шлицевых соединений; расчет шпонок и шлицевых соединений.

*Вопросы для самопроверки*

1. Для чего служат шпонки?

2. Какие шпонки нормализованы ГОСТами?
3. Где применяют различные типы шпонок? Из какого материала их изготавливают? Как определяют их размеры?
4. Как производится проверочный расчет призматических, сегментных и клиновых врезных шпонок?
5. Какие различают шлицевые (зубчатые) соединения, и какие из них нормализованы ГОСТом?
6. Какие преимущества имеют шлицевые соединения по сравнению со шпоночными?
7. Как осуществляется центрирование шлицевых соединений? Как их рассчитывают?
8. Какие различают виды профильных соединений и когда их применяют?

### 3. ПЕРЕДАЧИ

Уясните назначение и роль передач в машинах, классификацию передач, общие кинематические и силовые соотношения для механических передач вращательного движения, определение передаточных отношений, КПД и контактных напряжений в условиях статического нагружения.

*Вопросы для самопроверки*

1. Каково назначение передач?
2. Дайте классификацию механических передач
3. Как определяют передаточное отношение и КПД механических передач?

#### 3.1. ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Прежде всего усвойте основные термины и определения. Затем изучите следующие вопросы: виды зубчатых передач и их зубьев и области их применения; зубья зацепления Новикова, их достоинства, недостатки и области применения; основные типы зубчатых редукторов;

методы расчета зубьев на контактную прочность и на изгиб; особенности расчета косых и шевронных зубьев, а также зубьев конических колес; конструкцию, материал и расчет зубчатых колес, способы смазки зубчатых передач.

*Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают виды зубчатых передач и где их применяют?
2. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
3. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
4. Каков стандартный исходный профиль рейки эвольвентного зацепления?
5. Какие различают виды зубьев и где их применяют?
6. Что такое модуль зацепления и модуль зубьев? Какие модули различают для косых, шевронных и криволинейных зубьев?
7. Как определяют начальный и делительный диаметры зубчатого колеса?
8. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
9. Как определяют делительные диаметры зубчатых колес с косыми, шевронными и криволинейными зубьями?
10. Что такое коэффициент перекрытия и каково его минимальное значение?
11. Какое минимальное число зубьев допускается для колес различных видов зубчатых передач?
12. Что представляет собой передача со смещением и для чего ее применяют?
13. Что такое коэффициент смещения?
14. Какие различают виды передач со смещением и как они осуществляются?
15. Где применяют эти передачи?

16. Какое максимальное передаточное число допускается для одной пары различных видов зубчатых передач?
17. Какие потери имеют место в зубчатой передаче и чему равен ее КПД?
18. Как определяют силы давления на валы со стороны колес в различных видах зубчатых передач?
19. Из какого материала изготавливают зубчатые колеса и их зубья?
20. Какие виды термической и химико-термической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
21. Какие различают зубчатые колеса по конструкции?
22. Какие спицы по форме поперечного сечения применяют в зубчатых колесах?
23. Как определяют размеры обода, ступицы и спиц зубчатого колеса?
24. Какие степени точности изготовления зубчатых передач имеют преимущественное распространение и какие из них применяют в передачах общего машиностроения?
25. По каким причинам зубчатые передачи выходят из строя и соответственно по каким напряжениям производят расчет их зубьев на прочность?
26. Какие поправочные коэффициенты вводят в формулы расчета зубьев на контактную прочность и на изгиб? Каково значение этих коэффициентов и как их определяют?
27. Как производится расчет зубьев на изгиб? на контактную прочность?
28. По какому модулю зацепления производится расчет на прочность зубьев конических зубчатых колес?
29. По какому зубчатому колесу производится расчет зубьев на контактную прочность и по какому на изгиб?

30. Как устроены планетарные зубчатые передачи? Каковы их достоинства и где их применяют?

31. Что представляет собой волновая зубчатая передача и какими достоинствами она обладает?

32. Что представляет собой зацепление Новикова? Каковы достоинства и недостатки его и где его применяют?

33. В чем заключается расчет на прочность зубьев с зацеплением Новикова?

34. Что такое зубчатый редуктор и ускоритель?

35. Какие различают виды зубчатых редукторов по числу пар передачи, по форме колес, по форме зубьев и по расположению валов?

36. Какие основные параметры цилиндрических и конических зубчатых передач редуктора общего назначения нормализованы ГОСТами?

37. Как осуществляют смазку зубчатых колес?

38. Как производят расчет зубчатых редукторов на отвод теплоты?

### 3.2. ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Усвойте следующие вопросы: устройство червячных передач; их достоинства, недостатки и области применения; конструкцию червяка и червячного колеса и их материалы; геометрические, кинематические и силовые зависимости между червяком и червячным колесом; расчет зубьев червячного колеса цилиндрической червячной передачи на контактную прочность и на изгиб; особенности расчета глобоидных передач; расчет червяка и червячного колеса; расчет червячного редуктора на отвод теплоты; способы смазки червячных передач.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают виды червяков и червячных передач?

2. Почему червячная цилиндрическая передача с архимедовым червяком имеет преимущественное распространение?

3. Когда применяют червячные передачи с конволютными и эвольвентными червяками?
4. Где применяют червячную глобоидную передачу?
5. Каковы преимущества и недостатки червячной передачи по сравнению с зубчатой и где ее применяют?
6. Как определяется КПД червячной передачи?
7. Чем характеризуется самоторможение червячной передачи?
8. Когда применяют самотормозящую червячную передачу?
3. Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса?
10. Чему равно минимальное число зубьев червячного колеса?
11. Как определяют число заходов резьбы червяка и делительный диаметр цилиндра?
12. Какие силы действуют на червяк и на червячное колесо и как их определяют?
13. Как производится расчет зубьев червячных колес цилиндрической червячной передачи на контактную прочность? на изгиб?
14. Какова методика расчета глобоидных передач?
15. Какова конструкция современных червячных редукторов?
16. Какие основные параметры червячных цилиндрических передач редукторов общего назначения нормализованы ГОСТами?
17. Какие основные параметры червячных глобоидных передач нормализованы ГОСТами?
18. Как осуществляется смазка червячных передач?
19. Как производится расчет червячных редукторов на отвод теплоты?

### 3.3. РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Рассмотрите следующие вопросы: основные виды ременных передач и области их применения; материал и конструкции ремней; типы стандартных ремней; геометрические, кинематические и силовые



зависимости в ременных передачах; расчет ремней по тяговой способности их на долговечность; особенности расчета клиноременных передач и передач с натяжным роликом; конструкцию, материал и расчет шкивов; ременные вариаторы и их расчет.

Нужно ясно представлять зависимость между силами натяжения ремня при работе передачи, окружным усилием, коэффициентом трения и углом обхвата меньшего шкива, а также зависимость между силами натяжения ремня при работе передачи, начальным натяжением ремня и окружным усилием.

Обратите внимание на выбор места установки ролика в ременной передаче с натяжным роликом, а также на устройство и применение демпфера (успокоителя). Уясните зависимость предельных окружных скоростей шкивов от их материала и конструкции, необходимость ограждения ременных передач.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают виды ремней по форме их поперечного сечения?
2. Из каких материалов изготавливают плоские, клиновые и зубчатые ремни?
3. Какие плоские и клиновые ремни нормализованы ГОСТами?
4. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
5. Где применяют прорезиненные, кожаные, хлопчатобумажные, шерстяные и нейлоновые плоские ремни?
6. Какие различают виды ременных передач и где их применяют?
7. Каковы достоинства и недостатки ременной передачи по сравнению с другими передачами?
8. Как определяют передаточное число ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?
9. Как определяют силы натяжения ветвей ремня?
10. Как определяют силу давления на вал со стороны шкива? между ремнем и натяжным роликом?

11. Как определяют груз натяжного ролика?
12. От чего зависит коэффициент трения между ремнем и шкивом?
13. Как влияют на окружное усилие коэффициент трения, угол обхвата шкива и скорость ремня?
14. Какое влияние оказывает угол клинового ремня на силу сцепления его со шкивом?
15. Какие потери мощности имеют место в ременной передаче и чему равен ее КПД?
16. Как рассчитывают плоские и клиновые ремни по их тяговой способности?
17. Как рассчитывают ремни на долговечность?
18. Какова методика расчета плоскоременной и клиноременной передач?
19. Из каких материалов изготавливают шкивы?
20. Как устроены ободья шкивов для клиновых и зубчатых ремней?
21. Для чего у некоторых шкивов плоскоременных передач обод делают выпуклым?
22. Какие скорости допускаются для чугунных, стальных, пластмассовых и деревянных шкивов?
23. Какого поперечного сечения выполняют спицы чугунных и сварных шкивов? Как рассчитывают спицы шкивов?
24. Какие размеры шкивов нормализованы ГОСТами?
25. Какие различают виды ременных вариаторов, как они устроены и где их применяют?

### 3.4. ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ И ВАРИАТОРЫ

Изучите следующие вопросы: основные виды фрикционных передач; достоинства, недостатки и области их применения; конструкцию и материал колес; расчет передач; фрикционные вариаторы, их основные виды, области применения и расчет.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают основные виды фрикционных передач?  
Фрикционных вариаторов?
2. Каковы достоинства и недостатки фрикционных передач?
3. Где применяют фрикционные передачи с постоянным передаточным отношением и где вариаторы?
4. Из каких материалов изготавливают колеса фрикционных передач?
5. Какими способами увеличивают трение между колесами фрикционных передач?
6. Как определяют передаточное отношение отдельных видов передач?
7. Что такое диапазон регулирования вариатора и как его определяют?
8. Как определяют силу нажатия между колесами цилиндрической и конической фрикционных передач?
9. Какие потери имеют место во фрикционных передачах и чему равны КПД этих передач?
10. Как производится расчет колес фрикционных передач по контактными напряжениям?
11. Как определяют диаметры и ширину колес фрикционных передач и вариаторов?

### **3.5. ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ**

Ознакомьтесь с типами цепей по ГОСТам и изучите следующие вопросы: виды цепных передач и области их применения; кинематические и силовые зависимости; определение диаметра звездочек; подбор цепей по ГОСТам и ведомственным нормальям.

Выясните причины неравномерности движения цепи и ее влияние на работу передачи; ознакомьтесь со способами смазки цепных передач.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Каковы достоинства и недостатки цепной передачи и где ее применяют?
2. Какие различают виды приводных цепей и какие из них нормализованы ГОСТами?
3. Где применяют различные виды цепей?
4. Какие потери имеют место в цепной передаче и чему равен ее КПД?
5. Как осуществляется смазка цепных передач?
6. Из какого материала изготавливают звездочки и приводные цепи?
7. Как определяют несущую способность цепей и как производят подбор их по ГОСТам и ведомственным нормальям?
8. Как производится расчет цепи на долговечность?
9. Как определяют диаметр начальной окружности звездочки?
10. Чему равно давление звездочки цепной передачи на вал?
11. Как устроены цепные вариаторы и где их применяют?

### 3.6. ПЕРЕДАЧА ВИНТ-ГАЙКА

Усвойте области применения передачи, резьбы для винтов и гаек, конструкцию, материал и расчет винтов и гаек.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Где применяют передачу винт – гайка? Каковы ее достоинства и недостатки?
2. Как устроены винты и гайки передач? Из каких материалов их изготавливают?
3. Как определяют КПД передачи винт – гайка?
4. Как определяют момент, необходимый для вращения винта или гайки?
5. Как рассчитывают винты передач?
6. Что является основной причиной выхода из строя винтов и гаек передач?

7. Когда винты передач рассчитывают на прочность и когда на устойчивость?

8. Как определяют основные размеры гайки?

#### 4. ОСИ И ВАЛЫ

Запомните назначение, конструкцию и материалы осей и валов, цапфы (шипы и шейки) и пяты осей и валов, их разновидности и области применения; расчеты осей и валов: а) по номинальным напряжениям; б) на сопротивление усталости; в) на жесткость; г) на критическую угловую скорость.

##### *Вопросы для самопроверки*

1. Что такое ось и вал и какая между ними разница?
2. Какие различают виды осей и валов?
3. Что называют цапфой, шипом, шейкой и пятой?
4. Какие различают по конструкции цапфы и пяты и где применяют их различные виды?
5. Из каких материалов изготавливают оси и валы?
6. Как рассчитывают оси и валы на статическую прочность? на сопротивление усталости? на жесткость?
7. В каких случаях валы можно рассчитывать только на кручение?
8. Что такое критическая угловая скорость оси или вала?
9. Когда необходимо рассчитывать ось или вал на поперечные колебания?

#### 5. ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ

Ознакомьтесь с основными типами и областями применения подшипников скольжения, научитесь подбирать их по ГОСТам и ведомственным нормам. Затем изучите материалы вкладышей и корпусов подшипников скольжения; области применения вкладышей в зависимости от их материала; расчеты подшипников скольжения,

работающих в условиях: а) смешанного трения; б) жидкостного трения; конструкции и расчет подпятников скольжения.

#### Вопросы для самопроверки

1. В каких областях машиностроения применяют подшипники скольжения? Каким основным требованиям они должны удовлетворять?
2. Какие различают виды трения в подшипниках скольжения и чем они отличаются между собой?
3. Почему при жидкостном трении режим работы подшипника скольжения является самым благоприятным?
4. В каких случаях применяют подшипники скольжения с полусухим или полужидкостным трением и в каких с жидкостным трением?
5. Какие различают подшипники скольжения в зависимости от направления воспринимаемой ими нагрузки?
6. Какие различают типы подшипников скольжения по конструкции и какие из них нормализованы ГОСТом?
7. Для чего предназначены вкладыши?
8. Какова особенность конструкции подшипников с самоустанавливающимися вкладышами?
9. Как устроены подпятники скольжения?
10. Когда применяют подшипники и подпятники скольжения с самоустанавливающимися сегментами?
11. Из каких материалов изготавливают корпуса и вкладыши подшипников скольжения?
12. Где применяют отдельные виды вкладышей в зависимости от их материала?
13. Как определяют основные размеры подшипников скольжения?
14. Какие смазочные материалы применяют в подшипниках скольжения?
15. Что такое вязкость и маслянистость масла?

16. Что представляют собой динамическая и кинематическая вязкость и каковы ее единицы?

17. В каких случаях в подшипниках скольжения применяют жидкую, консистентную и твердую смазки?

18. Как рассчитывают подшипники скольжения, работающие в условиях полусухого или полужидкостного трения? жидкостного трения?

19. Когда и как производится тепловой расчет подшипников скольжения?

20. Как рассчитывают подпятники скольжения?

## 6. ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Ознакомьтесь с классификацией и конструкцией, а также областями применения основных типов подшипников. Усвоить следующие вопросы: материалы деталей подшипников качения; смазка подшипников качения, их монтаж и регулировка; расчет подшипников качения на долговечность и на статическую грузоподъемность и подбор их по ГОСТам.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Из каких деталей состоят подшипники качения?

2. Из каких материалов изготавливают шарики, ролики, кольца и сепараторы подшипников качения?

3. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?

4. Какие различают виды подшипников качения по форме тел качения и по направлению воспринимаемой ими нагрузки?

5. Что представляют собой стандартные размерные серии подшипников качения?

6. Какие различают серии подшипников качения и когда их применяют?

7. Какие различают основные виды шарико- и роликоподшипников по конструкции и где их применяют?

8. Каковы особенности конструкции и работы игольчатых подшипников и где их применяют?

9. Каковы достоинства и недостатки шарикоподшипников по сравнению с роликоподшипниками?

10. Какие существуют способы посадки и закрепления подшипников качения на валах и в их корпусах?

11. Для чего применяют смазку в подшипниках качения и как она осуществляется?

12. Какие виды уплотняющих устройств применяют в подшипниках качения и где именно?

13. Как рассчитывают подшипники качения на долговечность? по статической нагрузке?

14. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?

## 7. МУФТЫ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ ВАЛОВ

Ознакомьтесь с классификацией и с основными типами муфт, их конструкцией и областями применения. Научитесь подбирать муфты по ГОСТам и ведомственным нормам и производить для них проверочные расчеты.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают группы муфт по назначению и по принципу действия?

2. На какие группы подразделяют постоянные муфты?

3. Как устроены втулочная и фланцевая (поперечно-свертная) муфты, где их применяют и как производят их проверочный расчет на прочность?

4. Как устроена и работает зубчатая муфта и как ее подбирают по ГОСТу?

5. Как устроены крестовые муфты – кулачково-дисковая и с плавающим вкладышем? Где их применяют и как рассчитывают?



6. Какие различают типы шарнирных муфт, какие из них нормализованы ГОСТом, как они устроены, как работают и как определяют их размеры?

7. Какие различают виды упругих муфт? Где их применяют и какие из них нормализованы ГОСТом?

8. Как устроена, работает и рассчитывается упругая муфта с пальцами? Другие упругие муфты?

9. Какие различают группы сцепных муфт?

10. Как устроены сцепные управляемые кулачковые и зубчатые муфты? Где их применяют и как рассчитывают?

11. Почему из сцепных муфт преимущественное применение имеют фрикционные?

12. Какие различают виды фрикционных муфт? Как они устроены и как работают?

13. Как рассчитывают дисковые, конусные и многодисковые фрикционные муфты?

14. Какие различают группы автоматических муфт?

15. Как устроены, где применяют и как рассчитывают предохранительные муфты? обгонные муфты?

## 8. СТАНИНЫ, КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ, НАПРАВЛЯЮЩИЕ

Нужно знать назначение, конструкцию и материалы основных типов станин, плит и коробок; основные требования к ним; определение их размеров.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Для чего служат станины, плиты и коробки? Какие основные требования к ним предъявляют?

2. Как устроены основные типы станин, плит и коробок и как определяют их размеры?

## 9. ПРУЖИНЫ

Усвойте: назначение пружин; классификацию по виду нагружения и по форме; области применения отдельных видов пружин; материал; расчет витых пружин растяжения, сжатия и кручения; рессоры, их устройство и области применения.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Для чего служат пружины?
2. Какие различают виды пружин по конструкции?
3. Как различают пружины по виду нагрузки?
4. Где применяют отдельные виды пружин?
5. Из каких материалов изготавливают пружины?
6. Как рассчитывают витые пружины растяжения, сжатия и кручения?
7. Для чего служат рессоры? Как они устроены и где их применяют?

## 10. СМАЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Изучите способы смазки; типовые конструкции смазочных устройств; типовые конструкции устройств для контроля, подачи, очистки и охлаждения масла.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие различают способы смазки?
2. Где применяют жидкую, консистентную и твердую смазки?
3. В каких случаях используют смазки: индивидуальную, централизованную, периодическую, постоянную, без принудительного давления и под давлением?
4. Какие различают масленки для жидкой и консистентной смазки и какие из них нормализованы ГОСТом?
5. Какие смазочные устройства, кроме масленок, применяют для индивидуальной жидкой смазки и где именно?

6. Какие различают устройства для контроля, подачи, очистки и охлаждения масла и где их применяют?

## 11. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАШИН

Ознакомиться с такими способами повышения надежности и долговечности деталей машин, как: снижение динамической напряженности, создание оптимальных форм деталей машин; уменьшение концентрации напряжений; наклеп; химико-термическая и термическая обработка деталей машин и другие виды их упрочнения; повышение износостойкости деталей машин путем поверхностной закалки, покрытий, наплавки и применения износостойких материалов и высокоэффективных смазок.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Каким образом можно повысить надежность и долговечность деталей машин?
2. Какими способами можно снизить динамические напряжения и концентрацию напряжений в деталях машин?
3. Как достигается упрочнение деталей машин?
4. Какое техническое и экономическое значение имеет повышение надежности и долговечности машин для народного хозяйства РФ?

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. *Тополити К. Г.* Детали машин и подъемно-транспортные устройства в текстильной и легкой промышленности: учебник для вузов / К. Г. Тополити, Г. А. Новоселов, Р. А. Волков. – 2-е изд., пераб. и доп. – СПГУТД, 2000. – 388 с.

2. *Решетов, Д. Н.* Детали машин: учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов / Д. Н. Решетов. – 4-е изд., пераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

3. *Гузенков, П. Г.* Детали машин: учебник для вузов / П. Г. Гузенков. – 4-е изд., испр. М.: Высшая школа, 1986. – 359с.

4. *Чернавский, С. А.* Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для втузов / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.

Дополнительная

5. *Анурьев, В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х томах / В. И. Анурьев. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992.

6. *Детали машин.* Атлас конструкций / под. Ред. Д. Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1979.

7. *Справочник конструктора:* справочно-методическое пособие / под ред. И. И. Матюшева. – СПб.: Политехника, 2006. – 1027 с.

8. *Цехнович, Л. И.* Атлас конструкций редукторов: Учебное пособие для вузов / Л. И. Цехнович, И. П. Петриченко. – Киев: Вища школа, 1979. – 128 с.

# КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

## 1-я группа задач

1. Рассчитать шпильки, которыми крышка прикреплена к паровому цилиндру (рис.1). Давление пара в цилиндре часто меняющееся от 0 до максимального значения  $p$ . Максимальное рабочее давление пара  $p$ , внутренний диаметр цилиндра  $D$  и наружный диаметр крышки и фланца цилиндра  $D_1$  приведены в табл. 1. Недостающими данными задаться.

Таблица 1

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p$ , Мпа	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	0,57	0,58	0,58	0,59	0,51
$D$ , мм	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
$D_1$ , мм	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500

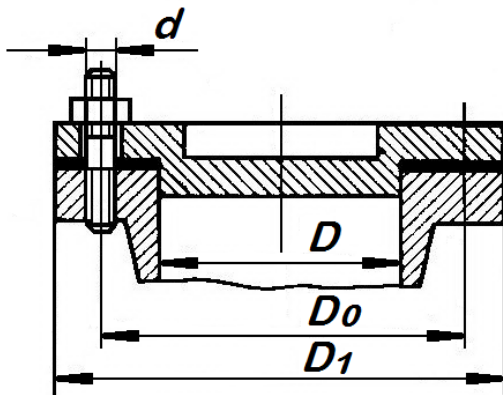


Рис.1

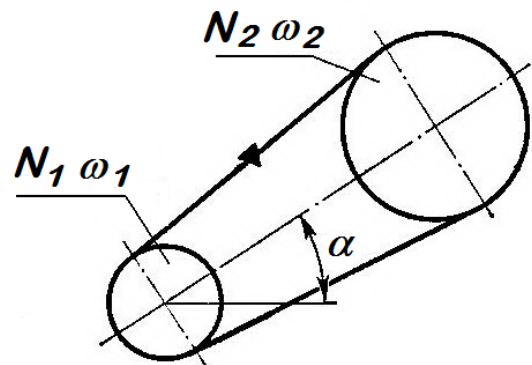


Рис.2

2. Рассчитать клиноременную передачу (рис. 2). Передаваемая ведущим шкивом мощность  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого шкива  $\omega_2$  приведены в табл. 2. Режимом работы передачи задаться.

Таблица 2

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14
$\omega_1$ , рад/с	250	240	230	220	210	200	190	180	170	160
$\omega_2$ , рад/с	50	48	46	44	42	40	38	36	34	30

3. Рассчитать зубчатые передачи редуктора привода ленточного транспортера (рис. 3). Мощность электродвигателя  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и угловая скорость барабана  $\omega_3$  приведены в табл. 3.

Таблица 3

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
$\omega_1$ , рад/с	145	145	145	96	96	96	74	74	74	74
$\omega_3$ , рад/с	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать ведущий вал редуктора (рис. 3) и подобрать по ГОСТ 8338-75 подшипники качения.

Расстояниями между подшипниками, а также между шестерней и подшипниками задаться. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).

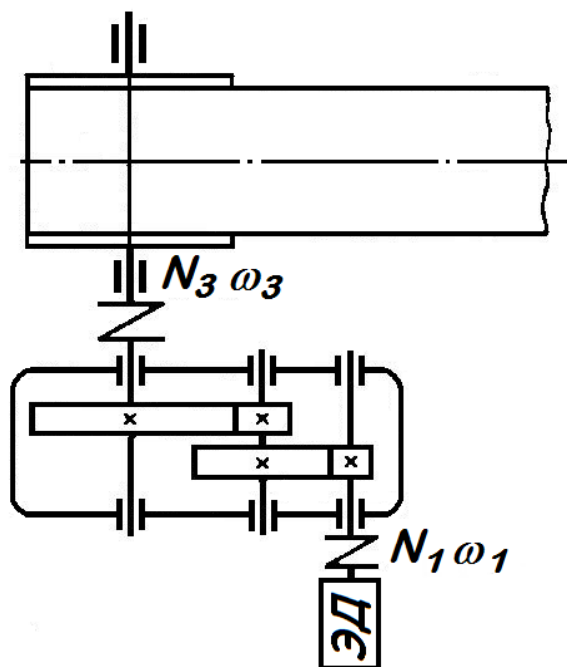
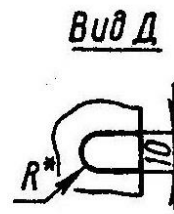
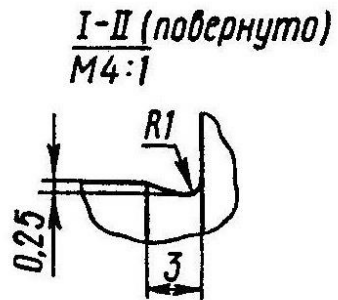
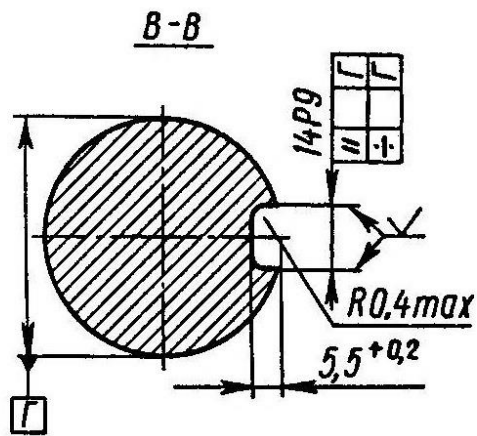
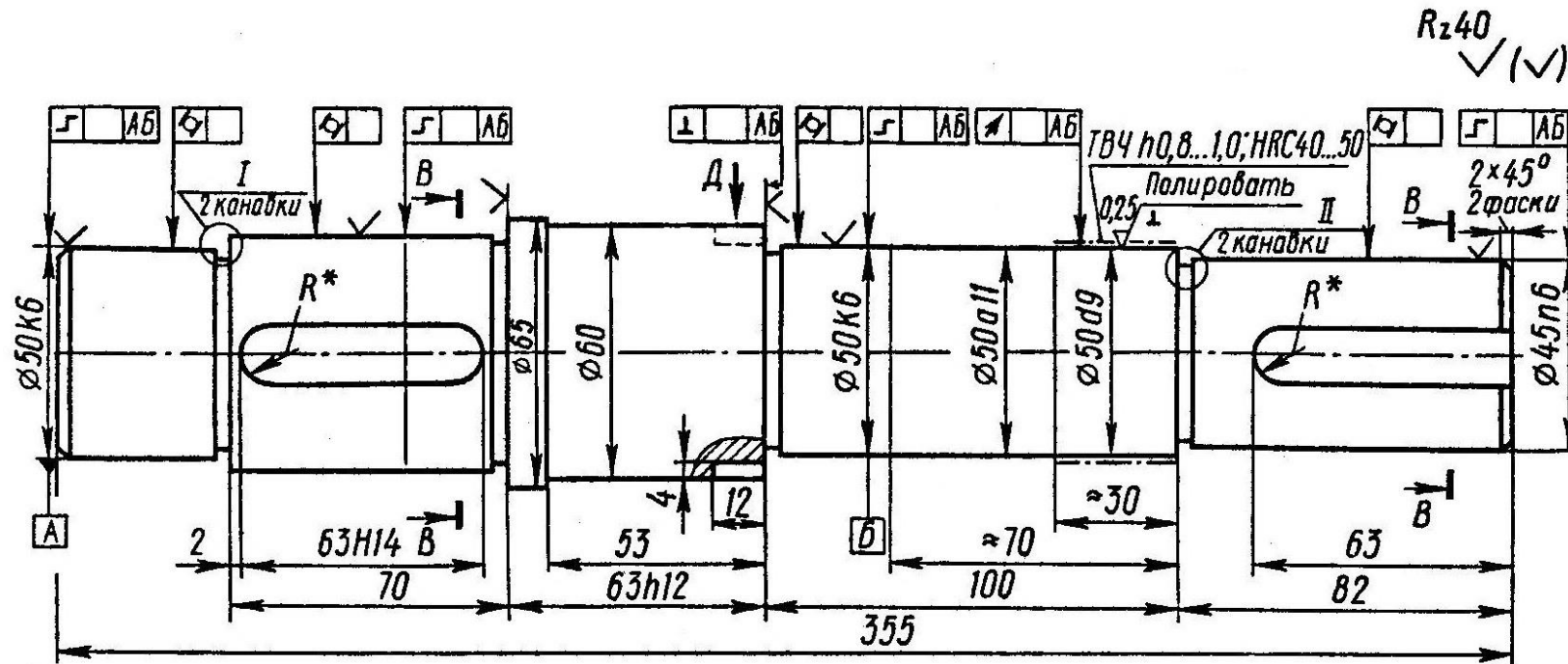


Рис.3



1. HB 260...285
- 2\* Размеры обеспеч. инстр.
3. Неуказанные пред. откл. размеров: валов h14, остальных ±IT7/2

Рис. 4

## 2-я группа задач

1. Рассчитать болты, которыми стойка прикрепляется к плите (рис.5), по данным табл. 4.

Таблица 4

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20
a, мм	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
b, мм	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110

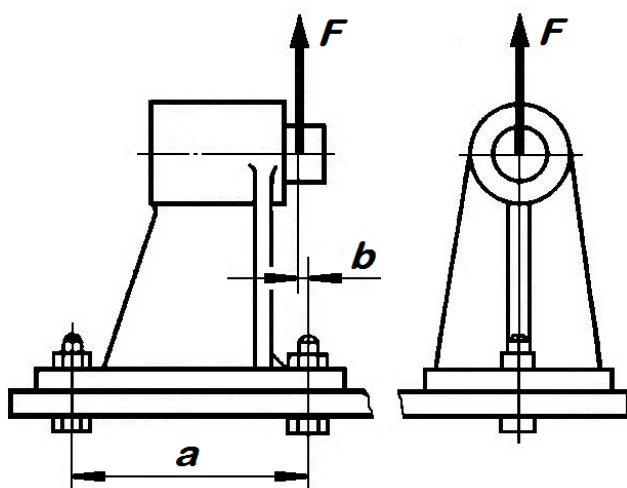


Рис.5

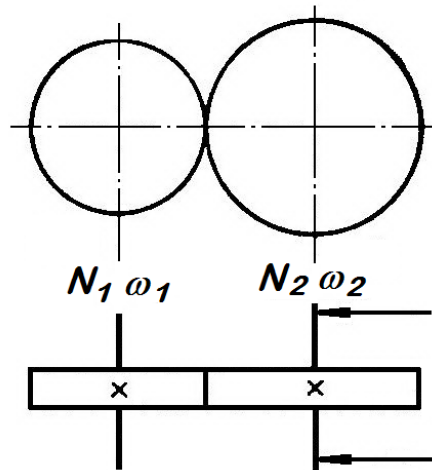


Рис. 6

2. Рассчитать цилиндрическую фрикционную передачу (рис.6). Передаваемая ведущим колесом мощность  $N_1$ , угловая скорость этого колеса  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого колеса  $\omega_2$  приведены в табл. 5.

Таблица 5

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8
$\omega_1$ , рад/с	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
$\omega_2$ , рад/с	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26



3. Рассчитать зубчатые колеса коробки передач (рис. 7). Мощность на ведущем валу  $N_1$ , угловая скорость этого вала  $\omega_1$  и передаточные числа редуктора  $u_{\max}$  и  $u_{\min}$  приведены в табл. 6.

Таблица 6

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	6	7	8	6	7	8	8	9	10	12
$\omega_1$ , рад/с	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
$u_{\max}$	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
$u_{\min}$	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать выходной вал коробки передач (рис.7) и подобрать по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстояниями между подшипниками, а также между зубчатыми колесами и подшипниками задаться. Выходной вал коробки передач соединяется со следующим валом посредством зубчатой муфты. Привести рабочий эскиз вала (рис.4).

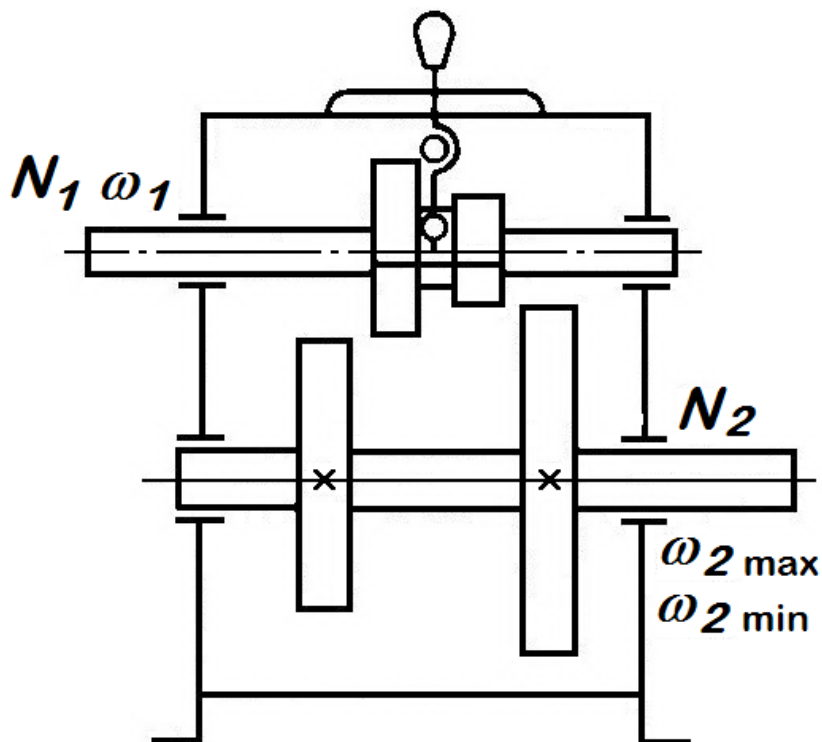


Рис. 7

### 3-я группа задач

1. Рассчитать болты дисковой муфты (рис. 8). Передаваемая муфтой мощность  $N$ , угловая скорость муфты  $\omega$ , диаметр окружности центров болтов  $D$  и число болтов  $z$  приведены в табл. 7. Материал половин муфты – чугун. Задачу решить в двух вариантах: 1) болты поставлены в отверстия с зазором; 2) болты точно пригнаны к отверстиям.

Таблица 7

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N$ , кВт	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$\omega$ , рад/с	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14
$D$ , мм	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
$z$ , шт.	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8

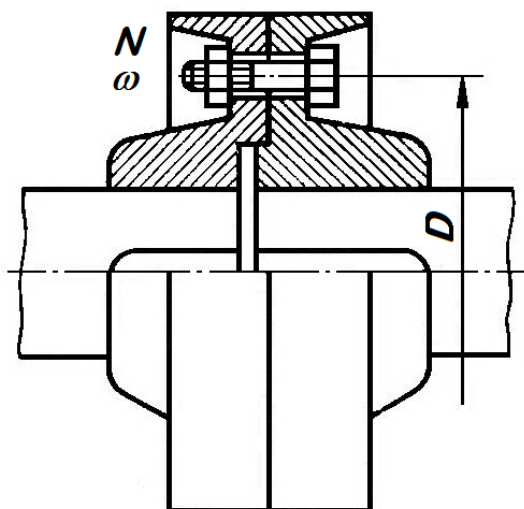


Рис. 8

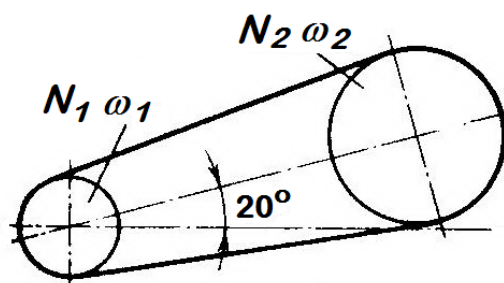


Рис. 9

2. Рассчитать плоскоремennую передачу (рис. 9). Мощность на ведущем валу  $N_1$ , угловая скорость  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого шкива  $\omega_2$  приведены в табл. 8. Расстоянием между центрами шкивов, а также режимом работы передачи задаться.

Таблица 8

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\omega_1$ , рад/с	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$\omega_2$ , рад/с	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65

3. Рассчитать червячную передачу редуктора привода лебедки (рис. 10). Мощность электродвигателя  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и угловая скорость барабана  $\omega_2$  приведены в табл. 9. Недостающими данными задаться. Срок службы редуктора 30 000 ч.

Таблица 9

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	12	14	16	18	20	12	14	16	18	20
$\omega_1$ , рад/с	78	78	78	78	100	100	100	150	150	150
$\omega_2$ , рад/с	6	6	6	6	10	10	10	12	12	12

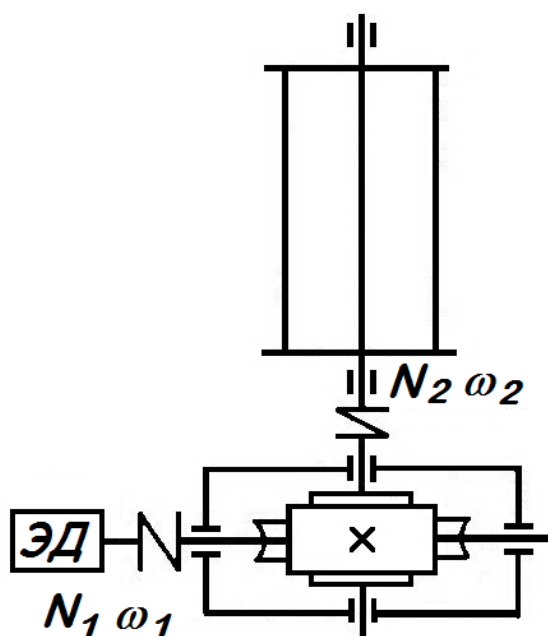


Рис. 10

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать вал червячного колеса редуктора (рис. 10) и подобрать для него по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстояниями между подшипниками конструктивно. Вал колеса соединяется с валом барабана посредством упругой муфты. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).

#### 4-я группа задач

1. Определить диаметр шпильки станочного прихвата (рис. 11) по данным табл. 10. Недостающими данными задаться.

Таблица 10

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6	6,1	6,2	6,3	6,5
a, мм	120	120	140	150	160	120	130	140	150	160
b, мм	110	115	120	125	130	110	115	120	125	130

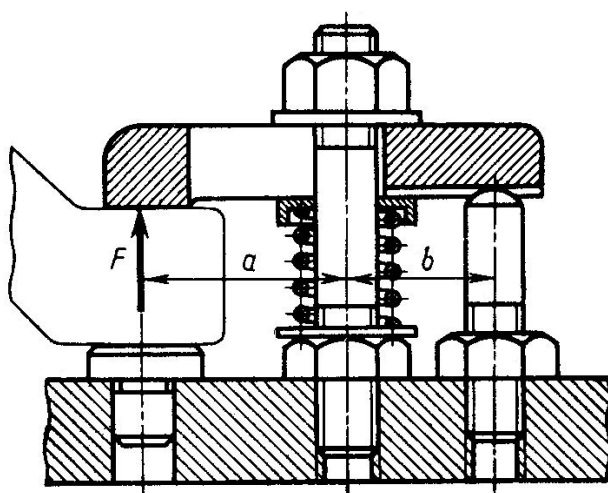


Рис. 11

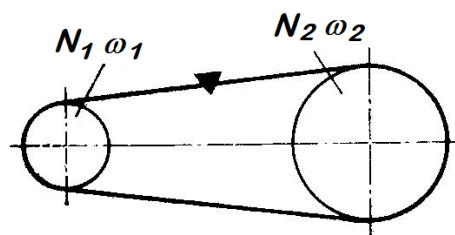


Рис. 12

2. Рассчитать клиноременную передачу (рис. 12). Передаваемая ведущим шкивом мощность  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого шкива  $\omega_2$  приведены в табл. 11. Расстоянием между центрами шкивов, а также режимом работы передачи задаться.

Таблица 11

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	6	7	6	7	6	7	8	7	8	7
$\omega_1$ , рад/с	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150
$\omega_2$ , рад/с	24	26	28	30	32	40	42	44	46	48

3. Рассчитать зубчатые передачи редуктора привода ленточного транспортера (рис. 13). Мощность электродвигателя  $N_1$ , угловая скорость

его  $\omega_1$  и угловая скорость барабана  $\omega_3$  приведены в табл. 12. Срок службы редуктора 28 000 ч.

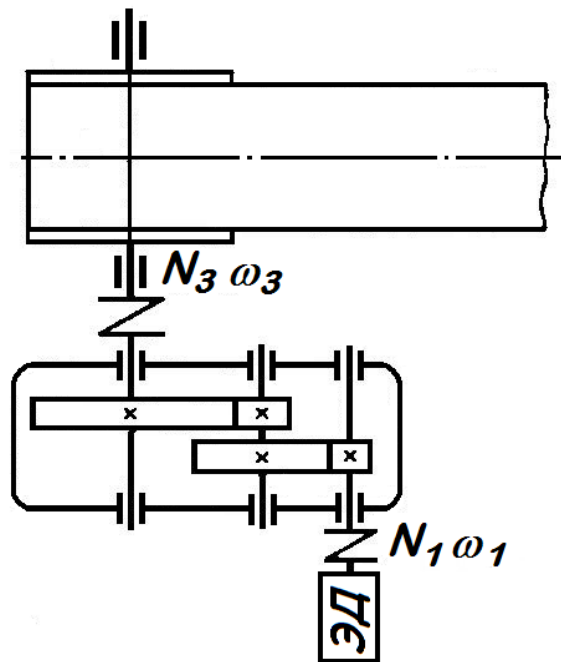


Рис. 13

Таблица 12

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
$\omega_1$ , рад/с	150	150	150	100	100	100	77	77	77	77
$\omega_3$ , рад/с	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать ведущий вал редуктора (рис. 13) и подобрать по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстояниями между подшипниками, а также между шестерней и подшипниками задаться. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).

### 5-я группа задач

1. Рассчитать болты крепления чугунного кронштейна с подшипником (рис. 14) к кирпичной стене по данным табл. 13. Недостающими данными задаться.

Таблица 13

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F, кН	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8
$\alpha$ , рад	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$
a, см	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
b, см	34	36	38	40	42	34	36	38	40	42
c, см	5	7	9	5	7	9	5	7	9	5

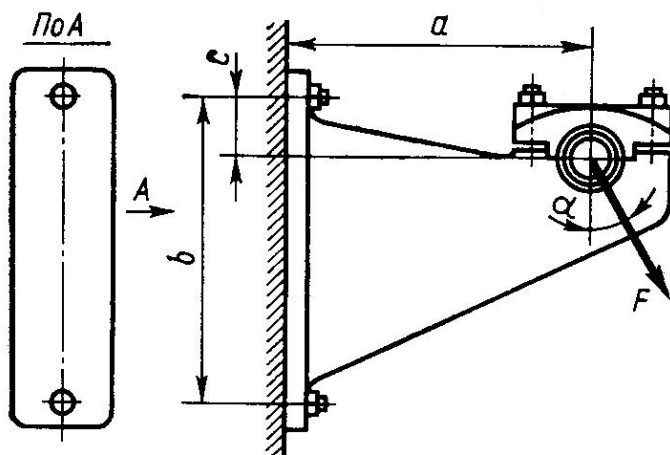


Рис.14

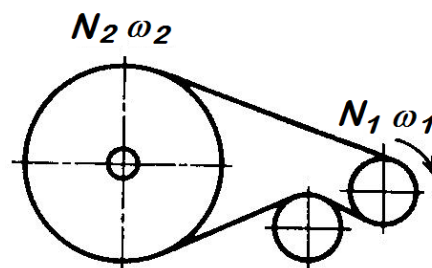


Рис. 15

2. Рассчитать плоскоременную передачу с натяжным роликом (рис. 15). Мощность на ведущем шкиве  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и передаточное число передачи  $u$  приведены в табл. 14.

Таблица 14

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	8	9	10	8	9	10	8	8	10	12
$\omega_1$ , рад/с	77	77	77	100	100	100	150	150	150	150
$u$	3,8	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7

3. Рассчитать зубчатую передачу редуктора привода ленточного конвейера (рис. 16). Мощность на ведомом валу редуктора  $N_3$  и угловая скорость вращения этого вала  $\omega_3$  приведены в табл. 15. Сроком службы зубчатых колес задаться.

Таблица 15

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_3$ , кВт	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
$\omega_3$ , рад/с	$2,3\pi$	$2,2\pi$	$2\pi$	$1,8\pi$	$1,7\pi$	$1,8\pi$	$2\pi$	$2,2\pi$	$2,3\pi$	$2,4\pi$

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать ведущий вал редуктора (рис. 16) и подобрать по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстояниями между подшипниками, а также между шестерней и подшипниками задаться. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).

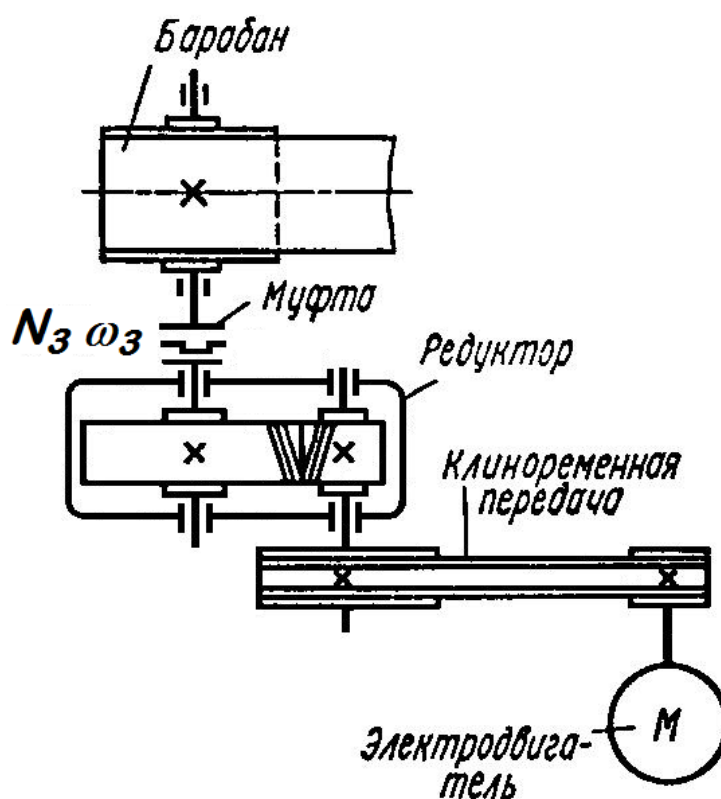


Рис. 16

### 6-я группа задач

1. Рассчитать болты, соединяющие крышку с цилиндрическим сосудом для сжатого воздуха (рис. 17). Давление воздуха в цилиндре по манометру  $p$ , наружный диаметр центрирующего выступа и внутренний диаметр прокладки  $D_1$ , наружный диаметр крышки фланца цилиндра и прокладки  $D$  приведены в табл. 16. Недостающими данными задаться.

Таблица 16

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, Мпа	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
D <sub>1</sub> , мм	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430
D, мм	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560

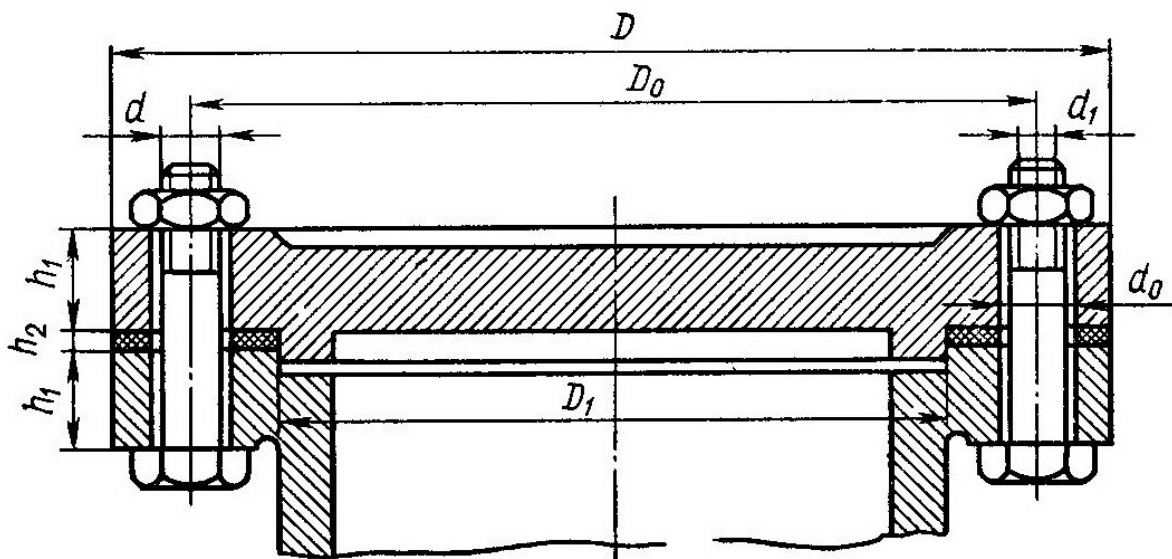


Рис. 17

2. Рассчитать клиноременную передачу (рис. 18). Передаваемая ведущим шкивом мощность  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого шкива  $\omega_2$  и угол наклона передачи  $\alpha$  приведены в табл. 17. Режимом работы передачи задаться.

Таблица 17

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	10	11	12	13	14	10	11	12	13	14
$\omega_1$ , рад/с	77	77	77	100	100	100	150	150	150	150
$\omega_2$ , рад/с	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$\alpha$ , рад	$\pi/6$	$\pi/9$	$\pi/12$	$\pi/6$	$\pi/9$	$\pi/12$	$\pi/6$	$\pi/9$	$\pi/12$	$\pi/6$



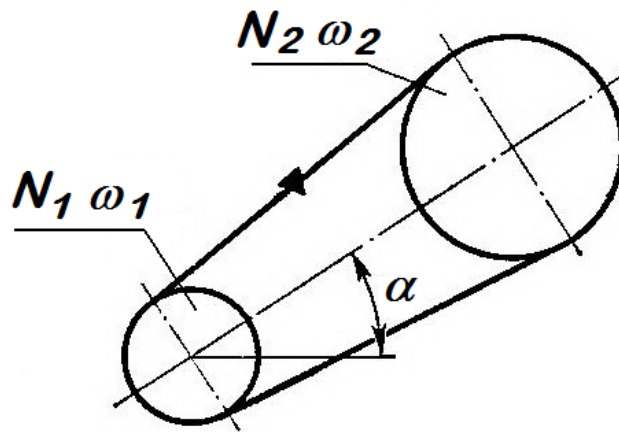


Рис.18

3. Рассчитать зубчатые передачи редуктора привода ленточного конвейера (рис. 19). Окружное усилие на барабане  $F_t$ , окружная скорость барабана  $v$  и диаметр барабана  $D$  приведены в табл. 18. Срок службы редуктора 28 000 ч.

Таблица 18

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	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	1	1	1,1	1,1
$D$ , мм	250	250	250	275	275	275	300	300	300	300

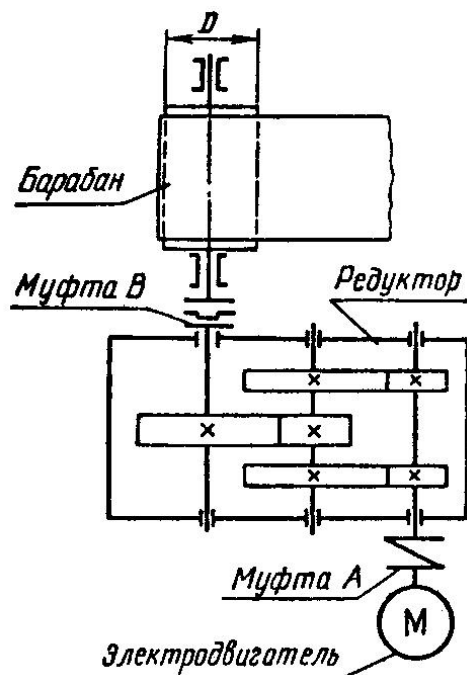


Рис.19

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать ведомый вал редуктора (рис. 19) и подобрать по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстояниями между подшипниками, а также между зубчатым колесом и подшипниками задаться. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).

## 7-я группа задач

1. Рассчитать болты фланцевого соединения водопроводных труб (рис. 20). Давление воды внутри труб по манометру  $p$ , диаметр труб  $D$  и диаметр окружности центров болтов  $D_1$  приведены в табл. 19. Недостающими данными задаться.

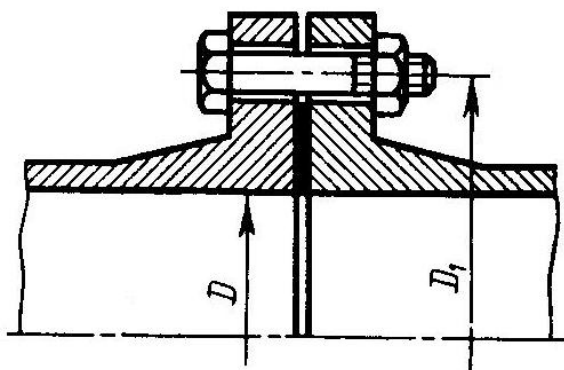


Рис. 20

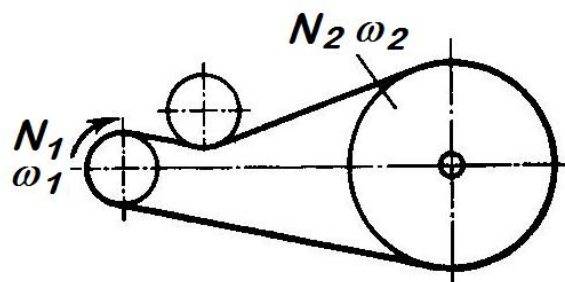


Рис. 21

Таблица 19

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p$ , Мпа	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,5
$D$ , мм	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
$D_1$ , мм	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350

2. Рассчитать плоскоремennую передачу с натяжным роликом (рис. 21). Мощность на ведущем шкиве  $N_1$ , его угловая скорость  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого шкива  $\omega_2$  приведены в табл. 20. Режимом работы передачи задаться.

Таблица 20

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
$\omega_1$ , рад/с	77	77	77	100	100	100	150	150	150	150
$\omega_2$ , рад/с	16	17	18	22	23	24	32	33	33	35

3. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу коническо-цилиндрического прямозубого редуктора (рис. 22). Мощность на ведущем

вала редуктора  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого вала  $\omega_3$  приведены в табл. 21. Сроком службы задаться.

Таблица 21

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
$\omega_1$ , рад/с	77	77	77	100	100	100	150	150	150	150
$\omega_3$ , рад/с	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать ведущий вал редуктора (рис. 22) и подобрать для него по ГОСТ 8338-75 подшипники

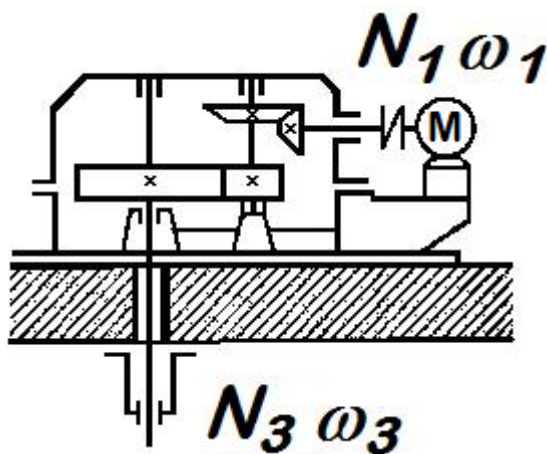


Рис. 22

качества. Расстояниями между подшипниками, а также между подшипниками и шестерней задаться. Ведущий вал редуктора соединяется с валом электродвигателя посредством упругой муфты. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).

### 8-я группа задач

1. Рассчитать болты, которыми полоса А прикреплена к швеллерной балке (рис. 23), по данным табл. 22. Определить диаметр болтов для двух случаев, когда они стоят: а) без зазора; б) с зазором. Коэффициент трения  $f$  между полосой и балкой равен 0,2.

Таблица 22

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F$ , кН	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\alpha$ , рад	$\pi/6$	$\pi/9$	$\pi/12$	$\pi/6$	$\pi/9$	$\pi/12$	$\pi/6$	$\pi/9$	$\pi/12$	$\pi/6$

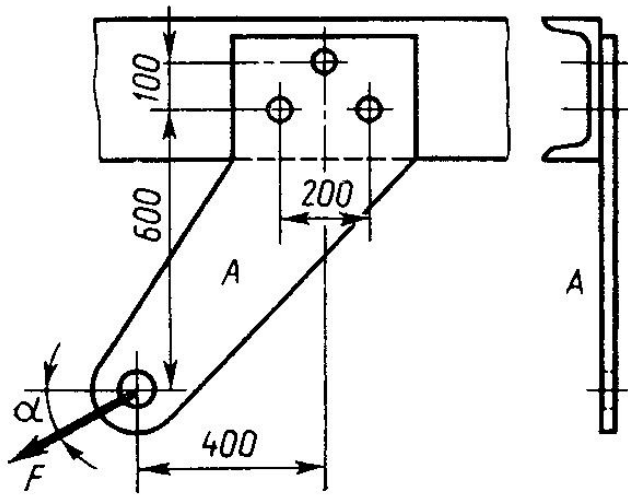


Рис.23

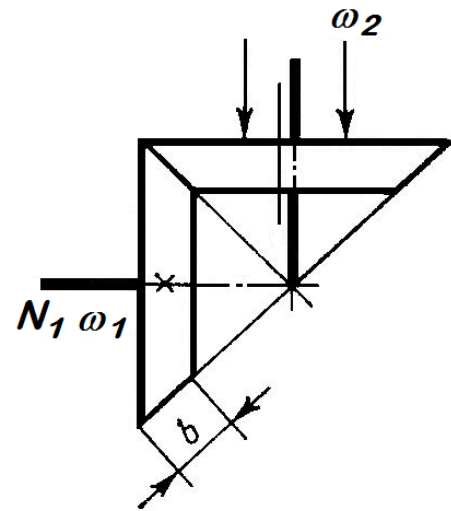


Рис.24

2. Рассчитать коническую фрикционную передачу (рис. 24). Передаваемая ведущим колесом мощность  $N_1$ , угловая скорость этого колеса  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого колеса  $\omega_2$  приведены в табл. 23.

Таблица 23

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
$\omega_1$ , рад/с	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
$\omega_2$ , рад/с	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

3. Рассчитать зубчатые колеса косозубо-прямоугобого соосного редуктора (рис. 25). Мощность на ведомом валу редуктора  $N_3$ , угловая скорость ведомого вала  $\omega_3$  и передаточное число редуктора  $u$  приведены в табл. 24. Сроком службы зубчатых колес задаться.

Таблица 24

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_3$ , кВт	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
$\omega_3$ , рад/с	5	5	6	6	5	5	7	7	6	6
$u$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

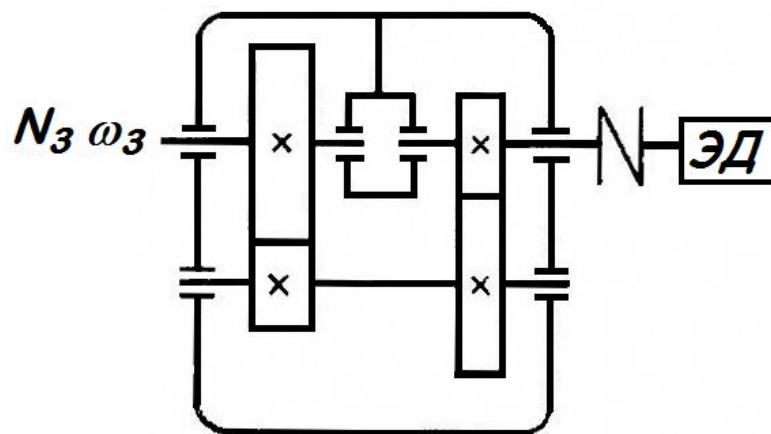


Рис. 25

4. По данным задачи 3 рассчитать промежуточный вал редуктора (рис. 25) и подобрать для него по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстоянием между зубчатыми колесами и подшипниками задаться. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).

### 9-я группа задач

1. Рассчитать болт клеммового соединения, посредством которого рычаг неподвижно закрепляется на валу (рис. 26). Диаметр вала  $D$ , сила, действующая на рычаг,  $F$  и радиус рычага  $R$ , и расстояние от оси болта до вала  $a$  приведены в табл. 25. Материал вала – сталь, материал рычага – чугун.

Таблица 25

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D$ , мм	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
$F$ , Н	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$R$ , мм	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
$a$ , мм	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42

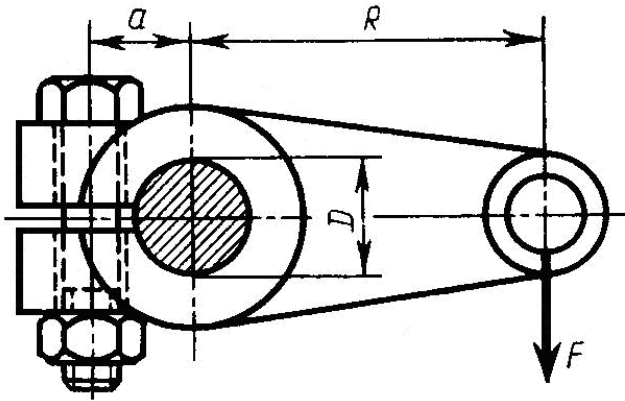


Рис. 26

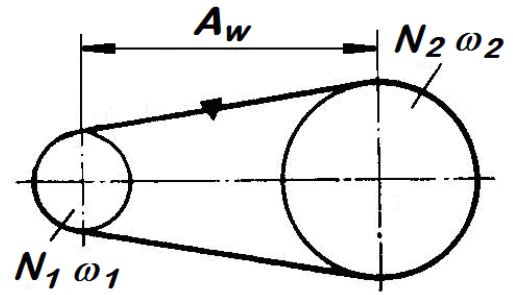


Рис. 27

2. Рассчитать клиноременную передачу (рис. 27). Передаваемая ведущим шкивом мощность  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого шкива  $\omega_2$  приведены в табл. 26. Работа односменная; пусковая нагрузка до 150 % номинальной.

Таблица 26

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\omega_1$ , рад/с	77	77	77	100	100	100	150	150	150	150
$\omega_2$ , рад/с	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44

3. Рассчитать червячную передачу редуктора (рис. 28). Передаваемая червяком мощность  $N_1$ , угловая скорость его  $\omega_1$  и передаточное число передачи  $u$  приведены в табл. 27. Недостающими данными задаться. Срок службы передачи 20 000 ч.

Таблица 27

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\omega_1$ , рад/с	77	77	77	100	100	100	150	150	150	150
$u$	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22

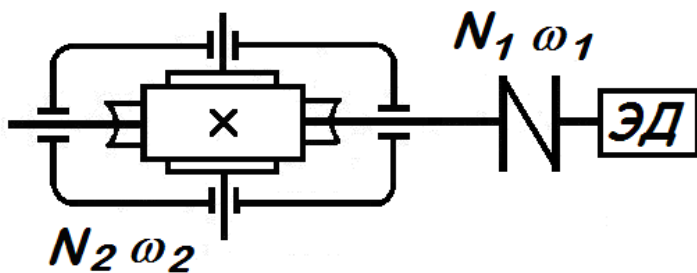


Рис. 28

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать вал червячного колеса редуктора (рис.28) и подобрать для него по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстояниями между

подшипниками выбрать конструктивно. Вал колеса соединяется со следующим валом посредством упругой муфты. Привести рабочий эскиз вала (рис.4).

### 10-я группа задач

1. Рассчитать болты крепления зубчатого колеса к барабану лебедки (рис. 29). Вес поднимаемого груза  $F$ , диаметр барабана  $D_1$  и диаметр окружности центров болтов  $D_2$  приведены в табл. 28. Расчет вести для двух случаев постановки болтов: а) без зазора; б) с зазором. Материал барабана – чугун, материал колеса – сталь. Недостающими данными задаться.

Таблица 28

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F$ , кН	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
$D_1$ , мм	250	250	300	300	350	350	400	400	450	450
$D_2$ , мм	400	400	450	450	500	500	550	550	600	600

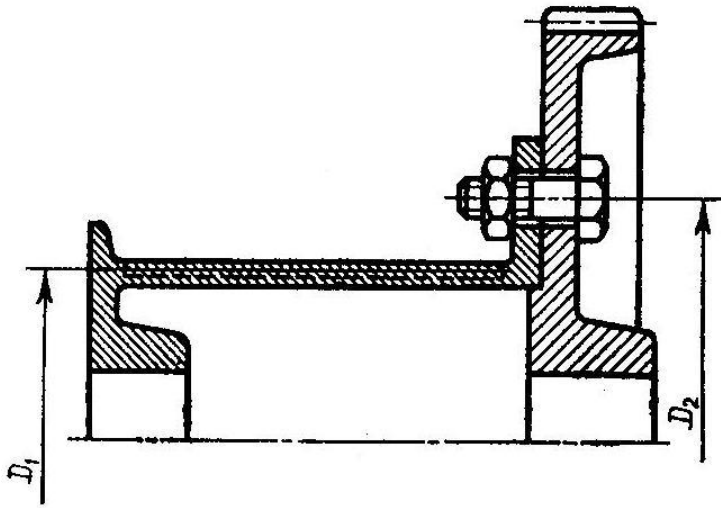


Рис. 29

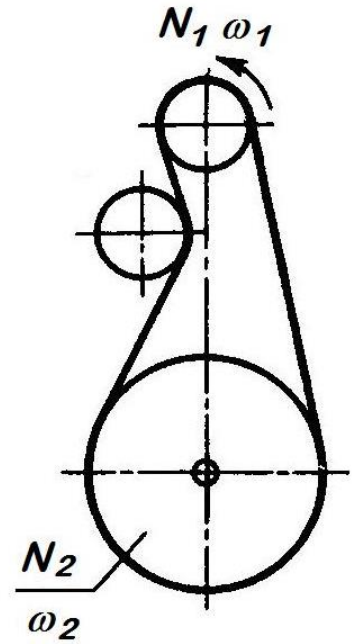


Рис. 30

2. Рассчитать плоскоремennую передачу с натяжным роликом (рис. 30). Мощность на ведущем шкиве  $N_1$ , его угловая скорость  $\omega_1$  и угловая скорость ведомого шкива  $\omega_2$  приведены в табл. 29. Режимом работы передачи задаться.

Таблица 29

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_1$ , кВт	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5
$\omega_1$ , рад/с	150	150	150	100	100	100	77	77	77	77
$\omega_2$ , рад/с	45	50	55	35	40	45	25	30	35	25

3. Рассчитать коническую зубчатую передачу редуктора и открытую цилиндрическую зубчатую передачу привода шаровой мельницы (рис. 31). Мощность на зубчатом колесе мельницы  $N_3$ , угловая скорость его  $\omega_3$  и передаточное число привода  $u$  приведены в табл. 30. Срок службы передачи 30 000 ч.



Таблица 30

Величина	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_3$ , кВт	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\omega_3$ , рад/с	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10
$u$	12	14	15	16	12	14	15	16	12	15

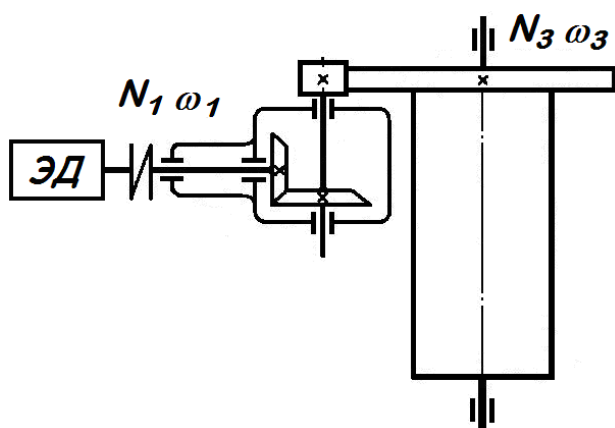


Рис. 31

4. По данным предыдущей задачи 3 рассчитать ведущий вал редуктора (рис.31) и подобрать для него по ГОСТ 8338-75 подшипники качения. Расстояниями между подшипниками, а также между шестерней и подшипником задаться. Ведущий вал

соединяется с валом электродвигателя посредством упругой муфты. Привести рабочий эскиз вала (рис. 4).