

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Ивановский государственный химико-технологический  
университет

Т.Г. КОМАРОВА, В.П. ЗАРУБИН, А.О. МАГНИЦКИЙ

## **МЕХАНИКА**

### **Часть 3. ДЕТАЛИ МАШИН**

Методическое пособие  
для самостоятельной работы студентов

Под редакцией. В. Г. Мельникова

УДК 621.8.

Комарова Т. Г., Зарубин В. П., Магницкий А. О.  
Механика. Ч. 3. Детали машин: методическое пособие  
для самостоятельной работы студентов/  
Под ред. В. Г. Мельникова; Иван. гос. хим.-технол.  
ун-т. Иваново, 2008. – 112 с.

Методическое пособие содержит развернутую программу лекционного курса раздела «Детали машин» дисциплины «Механика», вопросы для самоконтроля, задачи для самостоятельного решения, а также примеры решения задач по указанным разделам. В последнем разделе пособия приведены тестовые вопросы по разделу «Детали машин».

Предназначено для студентов-технологов дневной и заочной форм обучения.

Рецензенты: кафедра механики Ивановской государственной сельскохозяйственной академии; кандидат технических наук В.В. Киселев (Ивановский институт ГПС МЧС России).

Иваново 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения деталей машин заключается в том, чтобы, исходя из условий работы деталей и узлов машины, усвоить методы, правила и нормы их проектирования, обеспечивающие выбор наиболее рациональных для них материалов, форм, размеров, степени точности, качества поверхности и технических условий изготовления.

При изучении деталей машин достаточно по каждому разделу проработать только один из рекомендуемых учебников (основная литература). Справочники, атласы чертежей, книги по отдельным вопросам и другие учебные пособия, указанные в дополнительной литературе, могут быть использованы при выполнении контрольных работ и курсового проекта.

Приступая к изучению деталей машин, прежде всего, необходимо уяснить основную задачу всего курса и его связь с другими общетехническими и специальными дисциплинами.

Рационально спроектированная и правильно построенная машина должна быть прочной, долговечной, возможно дешевой, экономичной в работе и безопасной при обслуживании.

Следует обратить внимание на основные тенденции современного машиностроения – повышение быстроходности и мощности машин, автоматизацию, механизацию технологических процессов, ввод в строй автоматических линий.

Однако нужно иметь в виду, что увеличение мощности, быстроходности, а следовательно, производительности машин, с одной стороны, улучшает ее технико-экономические показатели, с другой – повышает динамические нагрузки в деталях и узлах, что требует применения более современных механизмов и передач, высококачественных материалов, деталей, изготовленных с высокой точностью.

При изучении темы «Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин» необходимо ознакомиться с принципиальными основами расчета деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость и теплостойкость.

С учетом одного или нескольких из перечисленных критериев и ведется расчет, цель которого – определение основных размеров деталей машин. При этом расчеты нужно увязать с экономическими требованиями, так как детали машин должны быть работоспособными в течение заданного срока службы при минимально необходимой стоимости их изготовления и эксплуатации.

Первоначальная стоимость машины зависит, прежде всего, от стоимости материалов ее частей, стоимости изготовления этих частей и их массы. Поэтому необходимо хорошо знать все материалы, применяемые в машиностроении, их марки и механические свойства, области применения, все способы обработок (механической, химической, термической, химико-термической), а также способы поверхностного упрочнения деталей. Нужно обратить внимание на применение заменителей цветных металлов и других дефицитных материалов, на внедрение пластмассовых изделий и экономичных профилей изделий.

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

В современных расчетах деталей машин необходимо учитывать фактор времени и переменности режима работы машины.

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

Следует помнить, что на снижение себестоимости изготавливаемых машин большое влияние оказывает технологичность конструкций. Современное машиностроение развивается на базе применения самой совершенной технологии изготовления деталей, широкого внедрения сварных деталей и конструкций, повышения класса точности изготовления деталей, их взаимозаменяемости и стандартизации, применения поточной сборки и автоматизированного контроля.

При усвоении темы «Надежность и долговечность деталей машин» следует обратить особое внимание на основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин: 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, нанесения покрытий, наплавки и применения износостойких материалов и высокоэффективных смазок.

## ПРОГРАММА КУРСА

**3.1. Основные положения.** Цель и задачи раздела «Детали машин». Механизм и машина. Классификация машин в зависимости от их назначения. Детали и сборочные единицы машин, их классификация.

Критерии работоспособности машин. Прочность: общая, контактная. Контактные напряжения и деформации. Контакт сферических тел и цилиндров без внешней нагрузки и с внешней нагрузкой. Форма площадок контакта. Формула Герца для определения контактных напряжений на площадке контакта цилиндров; анализ формулы. Жесткость. Износостойкость. Виброустойчивость. Теплостойкость. Сохраняемость.

Основные понятия о надежности и долговечности машин и их деталей. Требования, предъявляемые к машинам, сборочным единицам и их деталям. Стандартизация. Унификация. Ремонтпригодность. Взаимозаменяемость.

**3.2. Материалы, применяемые для изготовления деталей машин** (с указанием областей применения). Стали (обыкновенные, конструкционные, легированные). Чугуны. Сплавы на основе меди (бронзы, латуни). Антифрикционные материалы. Неметаллические материалы. Композиционные материалы

**3.3. Общие сведения о передачах.** Вращательное движение, его достоинство и роль в механизмах и машинах. Классификация передач по принципу действия и передачи движения от ведущего звена к ведомому. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах.

**3.4. Зубчатые передачи.** Общие сведения: принцип действия, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация зубчатых передач.

Основы теории зубчатого зацепления (основная теорема зацепления, эвольвента окружности). Образование эвольвентного зацепления. Зацепление двух эвольвентных колес; основные элементы и характеристики зацепления, скольжение при взаимодействии зубьев. Зацепление эвольвентного зубчатого колеса с рейкой. Делительная окружность. Исходный контур зубчатой рейки. Краткие сведения об изготовлении зубчатых колес. Точность изготовления. Подрезание зубьев. Основные понятия о зубчатых колесах со смещением. Виды разрушения зубьев и основные критерии работоспособности и расчета зубчатых передач. Материалы зубчатых колес и допускаемые напряжения.

Прямозубые цилиндрические передачи. Основные геометрические соотношения. Силы, действующие в зацеплении. Расчет на контактную прочность и изгиб, исходные положения для расчета, расчетная нагрузка,

вывод формулы проверочного и проектировочного расчетов. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

Косозубые цилиндрические передачи. Основные геометрические соотношения. Силы, действующие в зацеплении. Особенности расчета косозубых передач на контактную прочность и изгиб. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

Конические прямозубые передачи и конические передачи с круговым зубом. Основные геометрические соотношения. Силы, действующие в зацеплении. Расчет конической передачи – прямозубой, с круговыми зубьями. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

**3.5. Червячные передачи.** Общие сведения о червячных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация.

Червячная передача с цилиндрическим архимедовым червяком. Нарезание червяков и червячных колес. Основные геометрические соотношения. Понятие о червячных передачах со смещением. Скорость скольжения в червячной передаче. Передаточное число и КПД червячной передачи. Силы, действующие в зацеплении. Виды разрушения зубьев червячных колес. Материалы звеньев червячной пары. Допускаемые напряжения для материалов червячных колес. Расчет передачи на контактную прочность и зубьев колеса на изгиб. Формулы проверочного и проектировочного расчетов. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов. Тепловой расчет червячной передачи.

**3.6. Цепные передачи.** Общие сведения о цепных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Детали цепных передач и смазка цепи (приводные цепи, звездочки и натяжные устройства). Основные геометрические соотношения в

передаче. Передаточное число. Силы, действующие в цепной передаче. Проектировочный и проверочный расчеты цепной передачи. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

**3.7. Ременные передачи.** Общие сведения о ременных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Детали ременных передач: приводные ремни, шкивы, натяжные устройства. Сравнительная характеристика передач с плоскими, клиновыми, поликлиновыми и зубчатыми ремнями. Основные геометрические соотношения в передачах. Силы и напряжения в ветвях ремня. Сила, действующая на валы и подшипники. Скольжение ремня на шкивах. Передаточное число. Расчет ременных передач по тяговой способности. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

**3.8. Валы и оси. Подшипники** Валы и оси, их назначение и классификация. Элементы конструкции (цапфы, посадочные поверхности, переходные участки). Материалы валов и осей. Ориентировочный, проверочный и уточненный расчеты валов. Конструктивные и технологические способы повышения сопротивления усталости.

Подшипники скольжения: конструкции, достоинства и недостатки, область применения, материалы и смазки. Виды разрушения и основные критерии работоспособности. Подшипники скольжения без смазки.

Подшипники качения: устройство и сравнение с подшипниками скольжения. Классификация, условные обозначения и основные типы. Особенности работы радиально - упорных шарико — и роликоподшипников. Критерии выбора и проверки пригодности подшипников качения (динамическая грузоподъемность и

долговечность). Смазка и уплотнения. Маслоуказатели. Краткие сведения о конструировании опор валов.

**3.9. Муфты** Муфты, их назначение и классификация. Методика подбора стандартных и нормализованных муфт.

**3.10. Соединения деталей машин** Назначения соединений. Общие требования к соединениям. Неразъемные и разъемные соединения.

Общие сведения о сварных соединениях. Достоинства, недостатки и области применения. Виды сварных соединений, основные типы сварных швов.

Шпоночные соединения. Назначение, достоинства и недостатки. Основные типы стандартных шпонок и их сравнительная характеристика. Проверочный расчет соединений призматическими и сегментными шпонками. Материал и допускаемые напряжения.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высш. шк., 1991.
2. Гузенков П.П. Детали машин: учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1986.
3. Устюгов И.И. Детали машин. - М.: Высш. шк., 1981.
4. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. - М.: Высш. шк., 2003 (1986). – 432 с.
5. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. - М.: Машиностроение, 1987.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. - М.: Машиностроение, 1978.
7. Киселев Б.Р. Проектирование приводов машин химического производства: учеб. пособие/ Б.Р.Киселев; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.-Иваново, 2007 (1997). – 180с.

8. Киселев Б.Р. Курсовое проектирование по механике: учеб. пособие/ Б.Р.Киселев; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.-Иваново, 2003 – 208с.
9. Чернилевский Д.В. Основы проектирования машин: учеб. пособие для вузов.- М.: 1998 – 472 с.
10. Дунаев В.П., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: учеб пособие для вузов.- М.: Высш. шк., 1985 – 416 с.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

#### К разделу 3.1 и 3.2

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. В зависимости от каких факторов определяются допускаемые напряжения и запас прочности в машиностроении?
4. Что такое стандартизация? Какое значение она имеет в машиностроении?
5. Что нормализовано ГОСТами в машиностроении?
6. Какие машиностроительные материалы являются основными?
7. На какие основные виды подразделяются стали и чугуны и для каких деталей машин они применяются?
8. Какие виды сплавов цветных металлов применяются в машиностроении и для каких деталей машин они предназначаются?
9. Какие различают виды термической и химико-термической обработки металлов и их сплавов?
10. Какими способами достигается механическое упрочнение металлических деталей машин?
11. Что представляют собой пластмассы и какими основными свойствами они обладают?

12. Какие основные группы пластмасс применяют в машиностроении и для каких деталей?
13. Для каких деталей машин применяется дерево, резина, кожа и графит?
14. Как следует понимать выражение «взаимозаменяемость деталей»?
15. Какое техническое и экономическое значение имеет технологичность машин, их узлов и деталей? От чего она зависит? Каким образом достигается?
16. Какими путями достигается снижение стоимости машин при их проектировании и изготовлении?
17. Какими способами достигается экономичность машины при ее эксплуатации?
18. Каковы основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин?

#### **К разделу 3.3 и 3.4**

1. Каково значение передач и виды их применения в машинах?
2. Какие различают виды зубчатых передач и где они применяются?
3. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
4. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
5. Какие различают виды зубьев и где они применяются?
6. Что такое модуль зацепления и расчетный модуль зубьев? Какие модули различают для косых, шевронных и криволинейных зубьев?
7. Как определяются начальный и делительный диаметры зубчатого колеса?
8. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
9. По какому модулю определяют делительные диаметры зубчатых колес с косыми, шевронными и криволинейными зубьями?

10. Какое минимальное число зубьев допускается для колес различных видов передач?
11. Какое максимальное передаточное число допускается для одной пары различных видов зубчатых передач?
12. Какие потери имеются в зубчатой передаче и чему равен ее коэффициент полезного действия (КПД)?
13. Как определяются силы давления на валы со стороны колес в различных видах зубчатых передач?
14. Из какого материала изготавливают зубчатые колеса и их зубья?
15. Какие виды термической и химико-термической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
16. Какие степени точности изготовления зубчатых передач имеют преимущественное распространение и какие из них применяют в передачах общего машиностроения?
17. По каким причинам зубчатые передачи выходят из строя и соответственно по каким напряжениям производится расчет их зубьев на прочность?
18. Как производится расчет зубьев на изгиб, на контактную прочность?
19. По какому модулю зацепления производится расчет на прочность зубьев конических зубчатых колес?
20. По какому зубчатому колесу производится расчет зубьев на контактную прочность и по какому – на изгиб?
21. Что такое зубчатый редуктор?
22. Какие различают виды зубчатых редукторов по числу пар передачи, по форме колес, по форме зубьев и по расположению валов?
23. Как осуществляется смазка зубчатых колес?

#### **К разделу 3.5**

1. Какие различают виды червячных передач?
2. Как устроены и как работают червячные передачи?
3. Чем вызвано широкое распространение червячных передач с архимедовым червяком и какие еще профили червяков применяются?

4. Назовите достоинства и недостатки червячных передач по сравнению с зубчатыми?
5. Укажите области применения червячных цилиндрических и глобоидных передач?
6. Какая существует зависимость между передаточным числом, числом заходов червяка и числом зубьев червячного колеса?
7. Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса?
8. Укажите причины выхода из строя червячных передач и критерии их работоспособности?
9. Как определяется КПД червячной передачи и при каких условиях получается ее самоторможение?
10. Назовите основные факторы, влияющие на величину КПД. Укажите случаи при которых КПД достигает максимальной величины?
11. Как производится расчет зубьев колес червячных цилиндрических передач на контактную прочность на изгиб?
12. Какие силы действуют в червячной передаче и как определяется их величина?
13. Назовите существующие способы охлаждения червячных передач. Методика теплового расчета?
14. Как осуществляется смазка червячных передач? Чем контролируется уровень масла в редукторах?
15. Перечислите наиболее употребительные конструкции червячных редукторов с различными схемами исполнения?

### **К разделам 3.6 и 3.7**

1. Каковы достоинства и недостатки цепных передач и область их применения?
2. Какие различают виды приводных цепей и какие из них нормализованы ГОСТами?
3. Какие потери мощности имеются в цепной передаче и чему равен ее КПД?

4. Каким образом определяют размеры приводных цепей и как находят диаметры и числа зубьев звездочек?
5. Из какого материала изготавливают звездочки на приводные цепи?
6. Укажите причины, по которым цепные передачи выходят из строя?
7. Изложите методику расчета приводных цепей на прочность и долговечность?
8. Чем вызываются динамические нагрузки в цепных передачах и как определяется их величина?
9. Как определяется сила давления на вал со стороны звездочки цепной передачи?
10. В чем преимущество зубчатой цепи по сравнению с втулочной и роликовой?
11. Укажите виды смазки цепных передач и условия их применения?
12. Какие различают виды ремней по форме поперечного сечения их?
13. Из каких материалов изготавливают плоские и клиновые ремни?
14. Какие плоские и клиновые ремни нормализованы ГОСТами?
15. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
16. Где применяют прорезиненные, кожаные, хлопчатобумажные, шерстяные и нейлоновые ремни?
17. Какие различают виды ременных передач и где они применяются?
18. Каковы достоинства и недостатки ременной передачи по сравнению с другими передачами?
19. Как определяется передаточное число ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?
20. Как определяют силы натяжений ветвей ремня?
21. Как определяется сила давления на вал со стороны шкива, между ремнем и натяжным роликом?

22. От чего зависит коэффициент трения между ремнем и шкивом?
23. Как влияют на величину окружного усилия коэффициент трения, угол обхвата и скорость ремня?
24. Какие потери мощности имеют место в ременной передаче и чему равен ее КПД?
25. Как рассчитывают плоские и клиновые ремни по тяговой способности их?
26. Как рассчитывают ремни на долговечность?
27. Какова методика расчета плоскоременной и клиноременной передач?
28. Из каких материалов изготавливают шкивы?
29. Для чего у некоторых шкивов плоскоременных передач обод делают выпуклым?
30. Какого поперечного сечения выполняют спицы чугунных и сварных шкивов? Как рассчитываются спицы шкивов?

### К разделу 3.8

1. Как устроены оси и валы, для чего они предназначены и из каких материалов они изготавливаются?
2. Какова разница между осью и валом?
3. Укажите факторы, влияющие на выбор величины допускаемого напряжения на изгиб?
4. Какие различают виды валов?
5. Что называется шипом, шейкой и пятой?
6. Какие различают по конструкции шипы, шейки и пяты и где применяют различные виды их?
7. Как рассчитывают оси и валы на прочность?
8. В каких случаях можно рассчитывать валы только на кручение?
9. Как рассчитывают оси и валы на жесткость, на выносливость?
10. Из каких деталей состоят подшипники качения?
11. Из каких материалов изготавливают шарики, ролики, кольца и сепараторы подшипников качения?

12. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
13. Какие различают виды подшипников качения по форме тел качения и по направлению воспринимаемой ими нагрузки?
14. Что представляют собой стандартные размеры серии подшипников качения?
15. Какие различают серии подшипников качения и когда они применяются?
16. Какие различают основные виды шариковых и роликовых подшипников по конструкции и где они применяются?
17. Каковы особенности конструкции и работы игольчатых подшипников, где они применяются?
18. Каковы достоинства и недостатки шарикоподшипников по сравнению с роликоподшипниками?
19. Для чего применяется смазка в подшипниках качения и как она осуществляется?
20. Какие виды уплотняющих устройств применяют в подшипниках качения и где именно?
21. Как рассчитывают подшипники качения на долговечность по динамической грузоподъемности и как они подбираются по ГОСТу?
22. Как определяется динамическая грузоподъемность подшипников качения?
23. Как определяется эквивалентная динамическая нагрузка подшипников качения?
24. Чем ограничиваются предельные скорости вращения подшипников?
25. Как производится монтаж и демонтаж подшипников качения?
26. Где применяют подшипники качения, отдельные детали которых изготавливают из пластмасс?
27. В каких областях машиностроения применяют подшипники скольжения? Каким основным требованиям они должны удовлетворять?

28. Какие различают виды трения в подшипниках скольжения и чем они отличаются между собой?
29. Почему при жидкостном трении режим работы подшипника скольжения является самым благоприятным?
30. Какие различают подшипники скольжения в зависимости от направления воспринимаемой ими нагрузки?
31. Для чего предназначены вкладыши?
32. Какова особенность конструкции подшипников с самоустанавливающимися вкладышами?
33. Из каких материалов изготавливают корпус и вкладыши подшипников скольжения?
34. Какие смазочные материалы применяют в подшипниках скольжения?
35. Что такое вязкость и маслянистость масла?
36. Как рассчитывают подшипники скольжения, работающие в условиях полусухого или полужидкостного трения, жидкостного трения?

### К разделу 3.9

1. Какие различают классы, группы, подгруппы и виды муфт по принципу их действия?
2. На какие виды подразделяются неразъемные муфты?
3. Как устроены втулочная и фланцевая (поперечно-свертная) муфты? Где они применяются и как производится их проверочный расчет на прочность?
4. Как устроена и работает зубчатая муфта и как она подбирается по ГОСТу?
5. Как устроены крестовые муфты – кулачково-дисковая и с плавающим вкладышем, где они применяются?
6. Какие различают типы шарнирных муфт? Какие из них нормализованы ГОСТом? Как они устроены, как работают и как определяются их размеры?
7. Какие различают виды упругих муфт? Где они применяются и какие из них нормализованы ГОСТом?

8. Какие различают виды фрикционных муфт? Как они устроены и как работают?
9. Как рассчитывают дисковые, конусные и многодисковые фрикционные муфты?
10. Как устроены, где применяются и как рассчитываются предохранительные муфты, обгонные муфты?
11. Укажите принцип работы и области применения гидравлических и электромагнитных муфт?

### К разделу 3.10

1. Какие различают заклепки по назначению и по форме их головок? Из какого материала они изготавливаются?
2. Какие заклепочные швы различают по назначению и по конструкции?
3. Что называется сварным швом?
4. Какие виды сварки получили распространение в промышленности?
5. Какие преимущества имеют сварные конструкции по сравнению с клепаными, литыми и коваными?
6. Где применяются клеевые соединения?
7. Как ведется подготовка поверхностей деталей к склеиванию и процесс клейки?
8. Где применяются паяные соединения?
9. Как ведется подготовка поверхностей деталей к пайке?
10. Укажите основные виды припоев и их применение для пайки конструкций?
11. Каково назначение, области применения шпонок и какие их типы различают по ГОСТам?
12. Как определяют размеры шпонок?
13. Как рассчитывают призматические и сегментные шпонки, клиновые врезные шпонки?
14. Что такое зубчатые (шлицевые) соединения и какими преимуществами они обладают по сравнению со шпоночными?
15. Укажите виды зубчатых (шлицевых) соединений и область их применения?

**ЗАДАНИЯ  
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ**

**ЗАДАНИЕ 1  
КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА**

16. Какие различают типы резьбы по назначению и по геометрической форме и какие из них являются стандартными?
17. Какие существуют виды резьбы по числу заходов ее и по направлению наклона витков и где они применяются?
18. Почему для болтов применяется треугольная резьба?
19. Какие различают болты и винты по форме головок и какие из них нормализованы ГОСТами?
20. Какие различают болты, винты и шпильки по назначению и по конструкции?
21. Какие гайки, шайбы и гаечные замки различают по конструкции и какие из них нормализованы ГОСТом?
22. Из какого материала выполняют болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и гаечные замки?
23. Когда применяют шпильки и винты вместо болтов?

**Необходимо изобразить кинематическую схему привода из элементов, указанных (последовательно) в задании, выбрать электродвигатель, определить передаточное отношение привода, разбить его по ступеням и рассчитать мощность, частоту вращения, крутящий момент и угловую скорость всех валов привода. По дополнительному указанию преподавателя необходимо выбрать стандартный редуктор с помощью варьирования передаточных отношений редуктора и открытой передачи.**

- 1.1. Привод к ленточному конвейеру из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, одноступенчатого цилиндрического редуктора и муфты. Данные к расчету взять из таблицы .

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
$N_{p.v.}$ кВт	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$n_{p.v.}$ об/мин	60	66	70	75	80
$n_c$ , об/мин	1000	1000	1000	1000	1500

1.2. Привод к коническому смесителю состоит из: электродвигателя, открытой клиноременной передачи, червячного редуктора с верхним расположением червяка и цепной муфты.

Данные к расчету взять из таблицы

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	1,95	4,7	6,4	7,7	17,3
пр.в.об/мин	50	70	100	120	150
п с, об/мин	1500	1500	3000	3000	3000

1.3. Привод к барабанному смесителю состоит из: электродвигателя, муфты упругой втулочно-пальцевой, двухступенчатого цилиндрического редуктора, муфты торообразной, подшипников качения и открытой зубчатой передачи (колесо ОЗП надето на рабочий барабан).

Данные к расчету взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	5,6	33,4	6,85	29,6	36,7
п р.в.об/мин	20	25	9,5	15	30
п с, об/мин	1500	1500	1000	1500	1000

1.4. Привод к ленточному конвейеру состоит из электродвигателя, открытой плоскоременной передачи, одноступенчатого цилиндрического редуктора и муфты.

Данные к расчету взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	2	2,5	3	3,5	4,0
п р.в. об/мин	60	66	70	75	80
п с, об/мин	1000	1000	1000	1000	1500

1.5. Привод к цепному конвейеру состоит из электродвигателя, муфты, одноступенчатого цилиндрического редуктора, открытой цепной передачи и подшипников скольжения.

Данные к расчету взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	5	5	6	6	6
п р.в. об/мин	75	66	80	85	90
п с, об/мин	1000	1000	1000	1000	1500

1.6. Привод к винтовому конвейеру состоит из электродвигателя, муфты, двухступенчатого цилиндрического редуктора, открытой конической передачи и подшипников скольжения.

Данные к расчету взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	2,5	4,0	3,5	3,0	5,5
n р.в. об/мин	20	30	40	47	50
n с, об/мин	1000	1000	1000	1500	1500

1.7. Привод к грузовой лебедке состоит из электродвигателя, муфты, червячного редуктора с нижним расположением червяка, открытой зубчатой передачи, подшипников скольжения. Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	1,35	2,6	4,25	3,6	3,5
n р.в. об/мин	66	30	81	45	53
n с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.8. Привод общего назначения состоит из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, одноступенчатого цилиндрического редуктора с косозубыми колесами, цепной муфты

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	5,0	4,2	3,4	3,9	4,5
n р.в. об/мин	50	40	70	40	90
n с, об/мин	1000	750	1000	1000	1500

1.9. Привод шнекового транспортера состоит из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, червячного редуктора с верхним расположением червяка, цепной муфты.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	1,2	1,7	2,4	3,2	4,4
n р.в. об/мин	40	35	26	35	20
n с, об/мин	3000	3000	1500	1500	1500

1.10 Привод к винтовому конвейеру состоит из электродвигателя, муфты, двухступенчатого цилиндрического редуктора, открытой конической передачи и подшипников скольжения на рабочем валу привода.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	2,5	4,0	3,5	3,0	5,5
n р.в. об/мин	20	30	40	47	50
n с, об/мин	1000	1000	1000	1500	1500

1.11. Привод к транспортеру состоит из электродвигателя, муфты МУВП, двухступенчатого цилиндрического редуктора, открытой цепной передачи и подшипников скольжения на рабочем валу привода.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	2,7	4,28	4,0	3,6	4,1
n р.в. об/мин	60	54	60	40	32,5
n с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.12. Привод к элеватору состоит из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, червячного редуктора с верхним расположением червяка и цепной муфты.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	9,4	3,2	4,7	6,2	7,3
n р.в. об/мин	60	80	70	90	60
n с, об/мин	1000	1500	1500	1500	1500

1.13. Привод к цепному конвейеру состоит из электродвигателя, муфты МУВП, коническо-цилиндрического редуктора, открытой цепной передачи.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	5,8	3,1	1,7	5,9	9,7
n р.в. об/мин	25	20	20	15	75
n с, об/мин	1000	1000	1000	1000	1500

1.14. Привод к аппарату с мешалкой состоит из электродвигателя, муфты МУВП, червячного редуктора с нижним расположением червяка, открытой конической передачей и подшипников скольжения.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	0,6	1,1	1,3	1,6	1,9
n р.в. об/мин	14	12	18	20	13
n с, об/мин	1000	1000	1500	1000	750

1.15. Привод к цепному конвейеру состоит из электродвигателя, муфты МУВП, одноступенчатого цилиндрического редуктора, открытой цепной передачи, подшипников скольжения.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	3	3,2	3,4	3,6	3,8
n р.в. об/мин	90	84	81	75	81
n с, об/мин	1000	1000	1000	1000	1000

1.16. Привод к аппарату с мешалкой состоит из электродвигателя, муфты МУВП, червячного редуктора с нижним расположением червяка, открытой конической передачей и подшипников скольжения, расположенных на рабочем валу привода.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	2,5	4,0	3,5	3,0	4,5
n р.в. об/мин	20	30	40	47	47
n с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.17. Привод к конвейеру состоит из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, одноступенчатого цилиндрического редуктора, муфты, подшипников скольжения.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	3,0	3,5	4,2	5,0	3,75
n р.в. об/мин	40	45	50	60	55
n с, об/мин	750	750	750	1000	750

1.18. Привод к валкам состоит из электродвигателя, муфты МУВП, коническо-цилиндрического редуктора, открытой цепной передачи и подшипников скольжения, расположенных на рабочем валу привода.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	5,0	3,5	2,8	6,0	4,5
п р.в. об/мин	80	110	75	120	75
п с, об/мин	1000	1500	1000	1500	1000

1.19. Привод подвесного конвейера состоит из электродвигателя, муфты МУВП, двухступенчатого цилиндрического редуктора, цепной муфты, подшипников качения, открытой конической передачи.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
п р.в. об/мин	90	90	120	120	150
п с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.20. Привод к коническому смесителю состоит из электродвигателя, открытой клиноременной передач, червячного редуктора с верхним расположением червяка, цепной муфты и подшипников скольжения.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	4,0	5,6	3,1	3,9	4,1
п р.в. об/мин	50	60	70	80	55
п с, об/мин	1000	1000	1000	1000	1000

1.21. Привод к элеватору для подъема сыпучего груза состоит из электродвигателя, муфты МУВП, коническо - цилиндрического редуктора, открытой зубчатой передачи.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	4,2	5,1	4,0	4,5	5,0
п р.в. об/мин	50	40	64	40	41
п с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.22. Привод к аппарату - смесителю состоит из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, конического редуктора и цепной муфты.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	4,0	4,5	7,0	10,0	9,0
п р.в. об/мин	160	200	180	150	210
п с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.23. Привод к барабанному смесителю состоит из электродвигателя, муфты МУВП, червячного редуктора с верхним расположением червяка, торообразной муфты, подшипников качения и открытой зубчатой передачи (колесо ОЗП надето на барабан мельницы).

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	3,7	5,0	9,0	10,0	14,0
п р.в. об/мин	4,8	7,3	9,7	14,8	20
п с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.24. Привода к цепному конвейеру состоит из электродвигателя, муфты МУВП, червячного редуктора с нижним расположением червяка, открытой цепной передачи и подшипников скольжения.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	15,0	14,0	16,0	12,0	11,0
п р.в. об/мин	54	45	39	36	30
п с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.25. Канатный привод состоит из электродвигателя, муфты МУВП, червячного редуктора с верхним червяком, цепной муфты, подшипников качения, открытой зубчатой передачи, расположенной на рабочем валу привода, где на барабан наматывается канат.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	1,2	1,5	1,1	0,7	0,6
п р.в. об/мин	25	30	20	15	10
п с, об/мин	1500	1500	1500	1000	1000

1.26. Привода к цепному конвейеру состоит из электродвигателя, муфты МУВП, червячного редуктора с нижним расположением червяка, открытой цепной передачи и подшипников скольжения.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0
п р.в. об/мин	33	36	40	45	50
п с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

1.27. Привод к мешалке автоклава состоит из электродвигателя, открытой плоскоременной передачи, одноступенчатого конического редуктора и цепной муфты.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	3,2	4,0	3,5	4,5	3,2
п р.в. об/мин	60	80	85	100	90
п с, об/мин	1500	750	750	750	1000

1.28. Привод к аппарату с мешалкой состоит из электродвигателя, муфты МУВП, двухступенчатого цилиндрического редуктора, цепной муфты, подшипников скольжения и открытой конической передачи.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	0,8	3,0	2,2	3,2	2,0
п р.в. об/мин	14	25	20	30	18
п с, об/мин	1000	1000	1000	1000	1000

1.29. Привод к цепному конвейеру состоит из электродвигателя, муфты МУВП, одноступенчатого цилиндрического редуктора, открытой цепной передачи, подшипников скольжения.

Данные взять из таблицы.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
Нр.в. кВт	5,0	4,8	4,6	4,2	4,0
п р.в. об/мин	87	90	84	81	75
п с, об/мин	1500	1500	1500	1500	1500

**ЗАДАНИЕ 2**  
**РАСЧЕТ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ**  
**ЗАКРЫТОГО ТИПА**

Рассчитать цилиндрическую передачу закрытого типа в одноступенчатом редукторе, быстроходную (1-2) или тихоходную (3-4) ступень в двухступенчатом цилиндрическом редукторе с развернутой схемой расположения валов. Произвести прочностной, геометрический и силовой расчеты передачи, выполнить эскиз зубчатой пары с указанием размеров, в том числе и конструктивных размеров колеса. Недостающие данные принять самостоятельно.

2.1. Рассчитать быстроходную ступень цилиндрического двухступенчатого редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{1-2} = 3,15$	$U_{1-2} = 4,0$	$U_{1-2} = 3,15$	$U_{1-2} = 3,55$
$T_C = 113 \text{ Н·м}$	$T_C = 144 \text{ Н·м}$	$T_C = 108 \text{ Н·м}$	$T_B = 22,1 \text{ Н·м}$
$n_B = 2931$	$n_B = 2931$	$n_B = 2930$	$n_B = 1431$
об/мин	об/мин	об/мин	об/мин
сталь 40X	сталь 40XH	сталь 40X	сталь 45
косозубая	косозубая	косозубая	прямозубая

2.2. Рассчитать тихоходную ступень цилиндрического двухступенчатого редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{3-4} = 4,0$	$U_{3-4} = 2,5$	$U_{3-4} = 3,15$	$U_{3-4} = 2,8$
$T_C = 113 \text{ Н·м}$	$T_T = 256 \text{ Н·м}$	$T_C = 108 \text{ Н·м}$	$T_T = 204 \text{ Н·м}$
$n_T = 233$	$n_T = 372$	$n_T = 233$	$n_T = 144$
об/мин	об/мин	об/мин	об/мин
сталь 40X	сталь 40X	сталь 40X	сталь 45
$\psi_{ba} = 0,4$	$\psi_{ba} = 0,4$	$\psi_{ba} = 0,4$	$\psi_{ba} = 0,5$

2.3. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу закрытого типа по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{ред} = 5,0$	$U_{ред} = 4,0$	$U_{ред} = 6,3$	$U_{ред} = 4,0$
$T_T = 990 \text{ Н·м}$	$T_T = 478 \text{ Н·м}$	$T_T = 1200$	$T_T = 920 \text{ Н·м}$
$n_T = 48,5$	$n_T = 90$	Н·м	$n_T = 370$
об/мин	об/мин	$n_T = 40$	об/мин
сталь 45	сталь 45	об/мин	сталь 40X
прямозубая	прямозубая	сталь	косозубая
$\psi_{ba} = 0,315$	$\psi_{ba} = 0,4$	40XH	$\psi_{ba} = 0,5$
		$\psi_{ba} = 0,4$	

2.4. Рассчитать быстроходную ступень цилиндрического двухступенчатого редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{1-2} = 3,55$	$U_{1-2} = 5,0$	$U_{1-2} = 4,0$	$U_{1-2} = 5,0$
$T_B = 45 \text{ Н·м}$	$T_B = 18 \text{ Н·м}$	$T_C = 55,3 \text{ Н·м}$	$T_B = 17,3 \text{ Н·м}$
$n_B = 1456$	$n_B = 2898$	$n_C = 356$	$n_B = 1435$
об/мин	об/мин	об/мин	об/мин
косозубая	косозубая	прямозубая	прямозубая
		$\psi_{ba} = 0,315$	

2.5. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу закрытого типа по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{ред} = 2,5$	$U_{ред} = 4,5$	$U_{ред} = 2,5$	$U_{ред} = 2,5$
$T_T = 233 \text{ Н·м}$	$T_B = 405 \text{ Н·м}$	$T_B = 94 \text{ Н·м}$	$T_B = 101$
$n_T = 200$	$n_B = 738$	$n_B = 40$	Н·м
об/мин	об/мин	об/мин	$n_B = 1466$
сталь 45X	сталь 40X	прямозубая	об/мин
$\psi_{ba} = 0,315$	$\psi_{ba} = 0,4$	$\psi_{ba} = 0,4$	сталь 45X
			$\psi_{ba} = 0,4$

2.6. Рассчитать тихоходную ступень цилиндрического двухступенчатого редуктора по данным из таблицы.

1	2	3	4
$U_{3-4} = 2,8$ $T_T = 414 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 146$ об/мин прямозубая $\psi_{ba} = 0,4$	$U_{3-4} = 3,15$ $T_T = 265 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 184$ об/мин прямозубая $\psi_{ba} = 0,5$	$U_{3-4} = 5,0$ $T_T = 266 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 71,2$ об/мин прямозубая $\psi_{ba} = 0,4$	$U_{3-4} = 4,0$ $T_T = 321 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 72$ об/мин прямозубая

2.7. Рассчитать тихоходную ступень коническо-цилиндрического редуктора по данным из таблицы.

1	2	3	4
$U_{3-4} = 3,15$ $T_T = 331 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 146$ об/мин косозубая $\psi_{ba} = 0,4$ сталь 40XH	$U_{3-4} = 2,8$ $T_T = 423 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 154$ об/мин косозубая $\psi_{ba} = 0,4$ сталь 45	$U_{3-4} = 4,0$ $T_T = 3037$ Н·м $n_T = 78$ об/мин косозубая $\psi_{ba} = 0,4$ сталь 40X	$U_{3-4} = 3,55$ $T_T = 1515 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 98$ об/мин прямозубая $\psi_{ba} = 0,315$ сталь 45

2.8. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу закрытого типа по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{ред} = 3,15$ $T_B = 70 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 720$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 5,0$ $T_T = 530 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 90$ об/мин прямозубая	$U_{ред} = 4,0$ $N_T = 6,3 \text{ кВт}$ $n_T = 60$ об/мин прямозубая	$U_{ред} = 5,0$ $N_T = 6,5 \text{ кВт}$ $n_T = 72$ об/мин косозубая

2.9. Рассчитать быстроходную ступень цилиндрического двухступенчатого редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{1-2} = 2,0$ $T_C = 19 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_C = 706$ об/мин прямозубая	$U_{1-2} = 5,0$ $T_C = 15 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 1460$ об/мин прямозубая	$U_{1-2} = 5,6$ $T_C = 190 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 1460$ об/мин прямозубая	$U_{1-2} = 3,15$ $T_C = 125 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_C = 260$ об/мин прямозубая

2.10. Рассчитать тихоходную ступень двухступенчатого цилиндрического редуктора по данным из таблицы.

1	2	3	4
$U_{3-4} = 4,0$ $T_T = 73 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 177$ об/мин прямозубая	$U_{3-4} = 4,0$ $T_T = 2300$ Н·м $n_T = 48$ об/мин	$U_{3-4} = 3,15$ $T_T = 2100$ Н·м $n_C = 240$ об/мин	$U_{3-4} = 5,0$ $T_T = 4650$ Н·м $n_C = 232$ об/мин

2.11. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу закрытого типа по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{ред} = 2,8$ $N_T = 16,5$ кВт $n_B = 500$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 3,15$ $N_T = 22,7$ кВт $n_B = 750$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 5,0$ $N_T = 13,1$ кВт $n_B = 750$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 6,3$ $N_T = 12,7$ кВт $n_B = 1000$ об/мин косозубая

2.12. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу закрытого типа по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{ред} = 2,5$ $N_T = 59,8$ кВт $n_B = 750$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 3,55$ $N_T = 57,2$ кВт $n_B = 1000$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 4,5$ $N_T = 33,2$ кВт $n_B = 750$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 5,6$ $N_T = 26$ кВт $n_B = 750$ об/мин косозубая

2.13. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу закрытого типа по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{ред} = 4,0$ $T_B = 67,7$ Н·м $n_B = 970$ об/мин прямозубая	$U_{ред} = 5,0$ $N_B = 3,0$ кВт $n_B = 1430$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 5,0$ $N_T = 8,7$ кВт $n_T = 345$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 5,0$ $T_T = 388$ Н·м $n_T = 66$ об/мин прямозубая

2.14. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу закрытого типа по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{ред} = 3,55$ $T_T = 3360$ Н·м $n_T = 213$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 2,5$ $T_T = 3380$ Н·м $n_T = 200$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 4,5$ $T_T = 1920$ Н·м $n_T = 220$ об/мин косозубая	$U_{ред} = 4,0$ $T_T = 1970$ Н·м $n_T = 125$ об/мин косозубая

2.15. Рассчитать быстроходную ступень двухступенчатого редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{1-2} = 3,55$ $N_C = 30$ кВт $n_B = 1472$ об/мин косозубая	$U_{1-2} = 4,5$ $T_C = 182$ Н·м $n_C = 324$ об/мин	$U_{1-2} = 3,55$ $T_C = 678$ Н·м $n_C = 415$ об/мин косозубая	$U_{1-2} = 5,6$ $N_B = 4,03$ кВт $n_B = 1431$ об/мин

2.16. Рассчитать тихоходную ступень двухступенчатого цилиндрического редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{3-4} = 2,8$ $N_T = 28,6$ кВт $n_T = 148$ об/мин прямозубая	$U_{3-4} = 3,55$ $T_T = 618$ Н·м $n_T = 91$ об/мин	$U_{3-4} = 2,8$ $T_T = 1852$ Н·м $n_C = 415$ об/мин прямозубая	$U_{3-4} = 4,5$ $T_T = 620$ Н·м $n_C = 57$ об/мин

2.17. Рассчитать зубчатую цилиндрическую передачу закрытого типа по следующим данным:

1	2	3	4
$U_{ред} = 2,5$ $n_B = 960$ об/мин $T_T = 3700$ Н·м косозубая	$U_{ред} = 6,3$ $n_B = 960$ об/мин $T_T = 230$ Н·м прямозубая	$U_{ред} = 4,0$ $n_B = 960$ об/мин $\psi_{ba} = 0,25$ $T_T = 950$ Н·м косозубая	$U_{ред} = 4,0$ $n_B = 960$ об/мин $\psi_{ba} = 0,315$ $T_T = 1870$ Н·м косозубая

2.18. Рассчитать быстроходную ступень двухступенчатого редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{1-2} = 5,0$ $T_C = 402 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 420$ об/мин $\psi_{ba} = 0,315$	$U_{1-2} = 4,5$ $T_C = 413 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 1446$ об/мин $\psi_{ba} = 0,315$	$U_{1-2} = 5,0$ $T_B = 97 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 1446$ об/мин	$U_{1-2} = 6,3$ $T_B = 97 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 1446$ об/мин

2.19. Рассчитать тихоходную ступень двухступенчатого цилиндрического редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{3-4} = 4,0$ $T_T = 2400 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_T = 48$ об/мин	$U_{3-4} = 3,55$ $T_T = 1200$ Нм $n_T = 60$ об/мин	$U_{3-4} = 3,15$ $T_T = 2500$ Нм $n_T = 60$ об/мин	$U_{3-4} = 4,5$ $T_T = 3900$ Нм $n_T = 58$ об/мин

2.20. Рассчитать быстроходную ступень двухступенчатого редуктора по следующим параметрам:

1	2	3	4
$U_{1-2} = 5,0$ $T_C = 630 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 192$ об/мин	$U_{1-2} = 4,5$ $T_C = 355 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_C = 213$ об/мин	$U_{1-2} = 5,6$ $T_B = 910 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_C = 260$ об/мин	$U_{1-2} = 5,0$ $T_C = 820 \text{ Н}\cdot\text{м}$ $n_B = 190$ об/мин

### ЗАДАНИЕ 3 РАСЧЕТ ЗАКРЫТОЙ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Рассчитать червячную передачу закрытого типа. Произвести прочностной, геометрический и силовой расчеты передачи, выполнить эскиз червячной пары с указанием размеров, в том числе и конструктивных размеров колеса. Недостающие данные принять самостоятельно.

Размерность физических величин: мощность  $N$  – кВт, частота вращения  $n$  – об/мин; крутящий момент  $T$ - Нм

3.1. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 8$	$u = 10$	$u = 16$	$u = 20$	$u = 8$
$n_2 = 180$	$n_1 = 1460$	$n_1 = 960$	$n_1 = 1460$	$n_1 = 950$
$T_2 = 160$	$T_2 = 300$	$T_2 = 700$	$T_2 = 530$	$T_2 = 1110$

3.2. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 25$	$u = 20$	$u = 16$	$u = 10$	$u = 40$
$n_2 = 56$	$n_2 = 70$	$n_2 = 91$	$n_2 = 145$	$n_2 = 35,5$
$T_2 = 370$	$T_2 = 380$	$T_2 = 390$	$T_2 = 350$	$T_2 = 360$

### 3.3. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 20$	$u = 16$	$u = 12,5$	$u = 31,5$	$u = 63$
$n_2 = 48$	$n_2 = 60$	$n_2 = 58$	$n_2 = 30$	$n_1 = 1440$
$T_2 = 95$	$T_2 = 200$	$T_2 = 180$	$T_2 = 100$	$T_2 = 150$

### 3.4. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 25$	$u = 40$	$u = 50$	$u = 63$	$u = 80$
$n_1 = 930$	$n_1 = 950$	$n_1 = 1460$	$n_1 = 1450$	$n_1 = 1460$
$T_2 = 50$	$T_2 = 100$	$T_2 = 50$	$T_2 = 90$	$T_2 = 80$

### 3.5. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 16$	$u = 31,5$	$u = 25$	$u = 40$	$u = 63$
$n_1 = 720$	$n_1 = 630$	$n_1 = 700$	$n_1 = 1200$	$n_1 = 1260$
$T_2 = 30$	$T_2 = 30$	$T_2 = 50$	$T_2 = 27$	$T_2 = 45$

### 3.6. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 16$	$u = 20$	$u = 25$	$u = 31,5$	$u = 40$
$n_1 = 1000$	$n_1 = 1000$	$n_1 = 1000$	$n_1 = 1480$	$n_1 = 1460$
$T_2 = 380$	$T_2 = 1200$	$T_2 = 360$	$T_2 = 750$	$T_2 = 680$

### 3.7. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 8$	$u = 12,5$	$u = 20$	$u = 25$	$u = 16$
$n_2 = 100$	$n_2 = 112$	$n_2 = 50$	$n_2 = 60$	$n_2 = 55$
$T_2 = 410$	$T_2 = 600$	$T_2 = 400$	$T_2 = 600$	$T_2 = 1500$

### 3.8. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 8$	$u = 16$	$u = 25$	$u = 40$	$u = 63$
$n_1 = 730$				
$T_2 = 1500$	$T_2 = 1650$	$T_2 = 1300$	$T_2 = 1500$	$T_2 = 1250$

3.9. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 50$	$u = 31,5$	$u = 20$	$u = 12,5$	$u = 10$
$n_1 = 950$				
$T_2 = 1300$	$T_2 = 1700$	$T_2 = 1220$	$T_2 = 1250$	$T_2 = 1200$

3.10. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 40$	$u = 25$	$u = 20$	$u = 16$	$u = 10$
$n_1 = 1420$	$n_1 = 1380$	$n_1 = 1400$	$n_1 = 1460$	$n_1 = 1460$
$T_2 = 360$	$T_2 = 370$	$T_2 = 380$	$T_2 = 390$	$T_2 = 350$

3.11. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 10$	$u = 12,5$	$u = 16$	$u = 25$	$u = 31,5$
$n_1 = 1460$	$n_1 = 1460$	$n_1 = 1400$	$n_1 = 1380$	$n_1 = 1400$
$T_2 = 100$	$T_2 = 90$	$T_2 = 110$	$T_2 = 100$	$T_2 = 125$

3.12. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 16$	$u = 40$	$u = 16$	$u = 25$	$u = 20$
$n_1 = 1450$	$n_1 = 920$	$n_1 = 1400$	$n_1 = 1000$	$n_1 = 1500$
$T_2 = 850$	$T_2 = 1200$	$T_2 = 980$	$T_2 = 670$	$T_2 = 310$

3.13. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 8$	$u = 8$	$u = 8$	$u = 8$	$u = 8$
$n_2 = 183$	$n_2 = 122$	$n_2 = 860$	$n_2 = 180$	$n_2 = 120$
$T_2 = 1150$	$T_2 = 200$	$T_2 = 1400$	$T_2 = 600$	$T_2 = 700$

3.14. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 10$	$u = 10$	$u = 10$	$u = 10$	$u = 10$
$n_2 = 85$	$n_2 = 60$	$n_2 = 140$	$n_2 = 130$	$n_2 = 90$
$T_2 = 1100$	$T_2 = 680$	$T_2 = 600$	$T_2 = 370$	$T_2 = 380$

3.15. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 12,5$				
$n_2 = 110$	$n_2 = 75$	$n_1 = 720$	$n_1 = 1400$	$n_1 = 1450$
$T_2 = 1000$	$T_2 = 1200$	$T_2 = 1350$	$T_2 = 190$	$T_2 = 370$

3.16. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 20$	$u = 20$	$u = 20$	$u = 25$	$u = 20$
$n_1 = 400$	$n_1 = 900$	$n_1 = 1200$	$n_1 = 1000$	$n_1 = 1300$
$T_2 = 1400$	$T_2 = 1200$	$T_2 = 1000$	$T_2 = 1250$	$T_2 = 640$

3.17. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 31,5$	$u = 31,5$	$u = 31,5$	$u = 31,5$	$u = 31,5$
$n_2 = 46$	$n_2 = 30$	$n_2 = 20$	$n_2 = 45$	$n_2 = 30$
$T_2 = 1500$	$T_2 = 1700$	$T_2 = 1900$	$T_2 = 380$	$T_2 = 430$

3.18. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 50$	$u = 50$	$u = 50$	$u = 50$	$u = 50$
$n_2 = 25$	$n_2 = 25$	$n_1 = 950$	$n_1 = 1200$	$n_2 = 19$
$T_2 = 230$	$T_2 = 360$	$T_2 = 420$	$T_2 = 360$	$T_2 = 400$

3.19. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 40$	$u = 40$	$u = 40$	$u = 40$	$u = 40$
$n_1 = 1160$	$n_2 = 24$	$n_2 = 20$	$n_1 = 1200$	$n_1 = 1300$
$T_2 = 680$	$T_2 = 1300$	$T_2 = 400$	$T_2 = 330$	$T_2 = 220$

2.20. Данные к расчету

Вариант				
1	2	3	4	5
$u = 63$	$u = 63$	$u = 63$	$u = 63$	$u = 63$
$n_1 = 1300$	$n_1 = 950$	$n_1 = 1450$	$n_1 = 1450$	$n_2 = 15$
$T_2 = 200$	$T_2 = 330$	$T_2 = 300$	$T_2 = 580$	$T_2 = 1050$

## ЗАДАНИЕ 4 РАСЧЕТ ВАЛА НА ИЗГИБ С КРУЧЕНИЕМ

Составить схему нагружения вала. Рассчитать стальной вал сплошного круглого сечения на сложное сопротивление (изгиб с кручением). Определить необходимый диаметр вала в опасном сечении из условия прочности.

В заданиях приняты следующие обозначения длины участков вала:  $c$  – между подшипником и точкой приложения нагрузки от муфты или открытой передачи;  $a$  и  $b$  – между подшипником и колесом, (шестерней, червяком).

4.1. Тихоходный вал червячного редуктора с нижним расположением червяка, с муфтой на выходном конце вала. (Материал вала – сталь 45 с улучшением до твердости HB280 -  $\sigma_B = 780$  МПа). Осевая сила направлена от муфты.  $F_{t2} = 1350$  Н,  $F_{a2} = 324$  Н (к муфте),  $F_{r2} = 486$  Н,  $d_2 = 252$  мм,  $d_{T(z2)} = 45$  мм,  $a = 58$  мм,  $b = 58$  мм,  $c = 150$  мм.

4.2. Быстроходный вал червячного редуктора с нижним расположением червяка и открытой ременной передачей на входном конце вала. (Материал вала – сталь 40X с закалкой до твердости 45HRC -  $\sigma_B = 900$  МПа).  $F_{t1} = 323$  Н,  $F_{a1} = 1350$  Н (к открытой передаче),  $F_{r1} = 485$  Н,  $d_1 = 63$  мм;  $m = 6,3$  мм;  $F_{оп} = 2780$  Н,  $a = b = 98$  мм,  $c = 85$  мм.

4.3. Тихоходный вал червячного редуктора с нижним расположением червяка, с консольной открытой зубчатой передачей. Материал вала – сталь 40X ( $\sigma_B = 1450$  МПа).  $F_{t2} = 5,3$  кН,  $F_{a2} = 3,15$  кН (к откр. передаче),  $F_{r2} = 1,93$  кН,  $d_2 = 256$  мм,  $F_{t3} = 6,78$  кН,  $F_{r3} = 2,2$  кН,  $a = 78$  мм,  $b = 78$  мм,  $c = 82$  мм.

4.4. Быстроходный вал вертикального цилиндрического редуктора с нижней шестерней со шкивом горизонтальной открытой ременной передачи.

Материал вала – сталь 45 ( $\sigma_B = 730$  МПа).  $F_{t1} = 8068$  Н;  $F_{a1} = 1422$  Н (к открытой передаче);  $F_{r1} = 2982$  Н;  $d_1 = 43$  мм;  $F_{оп} = 2219$  Н;  $D_2 = 450$  мм;  $l_{шк} = 112$  мм;  $a = b = 60$  мм;  $c = 140$  мм.

4.5. Промежуточный вал коническо-цилиндрического редуктора. Материал вала – сталь 45. ( $\sigma_B = 650$  МПа).

$T_C = 130$  Н·м;  $d_{e2} = 168$  мм;  $d_3 = 80$  мм;  $\delta_2 = 71^\circ 34'$ ; расстояние между подшипником С и шестерней  $Z_3$  - 65 мм; между подшипником D и колесом  $Z_2$  - 70 мм; между элементами зацеплений – 70 мм.

4.6. Тихоходный вал коническо-цилиндрического редуктора со звездочкой открытой цепной передачи на выходном конце вала. Открытая передача расположена горизонтально. Материал вала – сталь 40X ( $\sigma_B = 730$  МПа).

$T_T = 500$  Н·м;  $n_T = 80$  об/мин;  $F_{t4} = 5020$  Н;  $F_{r4} = 1840$  Н;  $F_{a4} = 715$  Н (к открытой передаче);  $d_4 = 204$  мм;  $F_{оп} = 7560$  Н;  $D_5 = 125$  мм;  $c = 47$  мм;  $a = 65$  мм;  $b = 50$  мм.

4.7. Быстроходный вал червячного редуктора (с верхним расположением червяка) со шкивом горизонтальной открытой ременной передачи. Материал вала – сталь 40X ( $\sigma_B = 900$  МПа).

$F_{t1} = 1082$  Н;  $F_{a1} = 3807$  Н (к открытой передаче);  $F_{r1} = 1386$  Н;  $d_1 = 64$  мм;  $d_{f1} = 45$  мм;  $F_{оп} = 1338$  Н;  $D_2 = 100$  мм;  $a = b = 133$  мм;  $c = 167$  мм.

4.8. Промежуточный вал двухступенчатого цилиндрического редуктора. Материал вала – сталь 40X ( $\sigma_B = 850$  МПа).

$F_{t2} = 2769$  Н;  $F_{a2} = 495$  Н (к подшипнику D);  $F_{r2} = 1024$  Н;  $d_2 = 132$  мм;  $F_{t3} = 6340$  Н;  $F_{a3} = 1148$  Н (к подшипнику C);  $F_{r3} = 2345$  Н;  $d_3 = 195$  мм; расстояние между подшипником C и шестерней  $Z_3$  - 43 мм; между подшипником D и колесом  $Z_2$  - 50 мм; между элементами зацеплений – 58 мм.

4.9. Тихоходный вал червячного редуктора (с нижним расположением червяка) с цепной муфтой на выходном конце вала. Материал вала – сталь 40X ( $\sigma_B = 850$  МПа).

$T_2 = 353,5$  Н·м;  $F_{t2} = 4540$  Н;  $F_{a2} = 1050$  Н (к муфте);  $F_{r2} = 1650$  Н;  $d_2 = 160$  мм;  $a = b = 60$  мм;  $c = 140$  мм.

4.10. Быстроходный вал червячного редуктора (с нижним расположением червяка) и со шкивом горизонтальной открытой ременной передачи на входном конце вала. Материал вала – сталь 45 ( $\sigma_B = 700$  МПа).

$T_B = 21$  Н·м;  $F_{t1} = 1050$  Н;  $F_{a1} = 4540$  Н (к открытой передаче);  $F_{r1} = 1650$  Н;  $d_1 = 40$  мм;  $m = 4$  мм;  $F_{оп} = 395$  Н;  $D_2 = 160$  мм;  $a = b = 110$  мм;  $c = 140$  мм.

4.11. Быстроходный вал одноступенчатого цилиндрического редуктора со шкивом вертикальной открытой клиноременной передачи на входном конце вала. Материал вала – сталь 40ХН.

$n_B = 450$  об/мин;  $F_{t1} = 4000$  Н;  $F_{r1} = 1470$  Н;  $d_1 = 54$  мм;  $m = 2$  мм,  $z_1 = 27$ ;  $b_1 = 58$  мм;  $F_{оп} = 500$  Н;  $a = b = 67$  мм;  $c = 92$  мм.

4.12. Тихоходный вал цилиндрического редуктора с муфтой на выходном конце вала. Материал вала – сталь 40ХН.

$n_T = 90$  об/мин;  $F_{t2} = 4000$  Н;  $F_{r2} = 1450$  Н;  $d_2 = 266$  мм;  $m = 2$  мм,  $z_2 = 133$ ;  $b_2 = 53$  мм;  $a = b = 56$  мм;  $c = 94$  мм.

4.13. Быстроходный вал червячного редуктора с верхним расположением червяка, на входном конце вала расположена муфта МУВП, соединяющая вал редуктора с валом электродвигателя. Материал вала – сталь 18ХГТ.  $n_B = 1380$  об/мин;  $F_{t1} = 1,08$  кН;  $F_{a1} = 2,96$  кН (к открытой передаче);  $F_{r1} = 7,28$  кН;  $d_1 = 62,5$  мм;  $z_2 = 50$ ;  $m = 2$  мм;  $b_1 = 110$  мм;  $q = 12,5$ ;  $a = b = 110$  мм;  $c = 100$  мм.

4.14. Быстроходный вал вертикального цилиндрического редуктора с верхним расположением шестерни со шкивом горизонтальной открытой ременной передачи на входном конце вала. Материал вала – сталь 45 ( $\sigma_B = 730$  МПа).

$F_{t1} = 8068$  Н;  $F_{a1} = 1422$  Н (от открытой передачи);  $F_{r1} = 2982$  Н;  $d_1 = 43$  мм;  $F_{оп} = 3140$  Н;  $a = b = 70$  мм;  $c = 160$  мм.

4.15. Тихоходный вал коническо – цилиндрического редуктора со звездочкой горизонтальной открытой цепной передачи на выходном конце вала. Материал вала – сталь 45 ( $\sigma_B = 730$  МПа).

$n_T = 90$  об/мин;  $F_{t4} = 4,2$  кН;  $F_{r4} = 1,552$  кН;  $F_{a4} = 0,74$  кН (от открытой передачи);  $d_4 = 204$  мм;  $m = 2$  мм,  $z_4 = 334$ ;  $b_4 = 53$  мм;  $F_{оп} = 6,3$  кН;  $c = 100$  мм;  $a = 80$  мм;  $b = 65$  мм.

4.16. Быстроходный вал червячного редуктора с открытой клиноременной передачей на входном конце вала. Материал вала – сталь 18ХГТ.

$n_B = 1271$  об/мин;  $F_{t1} = 0,625$  кН;  $F_{a1} = 3,96$  кН (к открытой передаче);  $F_{r1} = 1,44$  кН;  $d_1 = 50,4$  мм;  $z_1 = 2$ ;  $m = 3,15$  мм;  $b_1 = 80$  мм;  $q = 12,5$ ;  $d_{B(z1)} = 40$  мм;  $a = 85$  мм;  $b = 110$  мм;  $c = 100$  мм.

**4.17.** Быстроходный вал-шестерня коническо – цилиндрического редуктора, на входном конце вала расположена муфта МУВП для соединения вала редуктора с валом электродвигателя. Материал вала – сталь 45.

$n_B = 950$  об/мин;  $F_{t1} = 1,603$  кН;  $F_{a1} = 0,14$  кН (к муфте);  $F_{r1} = 0,56$  кН;  $d_{e1} = 53$  мм;  $c = 80$  мм;  $a = 55$  мм;  $b = 110$  мм.

**4.18.** Тихоходный вал червячного редуктора с нижним расположением червяка с цепной муфтой на выходном конце вала. Материал вала и ступицы колеса – сталь 45, материал венца колеса – БрА9Ж4Л.

$n_T = 41$  об/мин;  $F_{t2} = 3,96$  кН;  $F_{a2} = 0,625$  кН (от муфты);  $F_{r2} = 144$  кН;  $d_2 = 198,2$  мм;  $m = 3,15$  мм;  $b_2 = 45$  мм;  $a = b = 110$  мм;  $c = 157$  мм.

**4.19.** Промежуточный вал коническо - цилиндрического редуктора. Материал вала – сталь 45 ( $\sigma_B = 730$  МПа).

$N_C = 3,45$  кВт;  $n_C = 237$  об/мин;  $F_{t2} = 1,6$  кН;  $F_{r2} = 0,14$  кН;  $F_{a2} = 0,56$  кН;  $F_{t3} = 4,215$  кН;  $F_{r3} = 1,534$  кН;  $d_{e2} = 212$  мм;  $d_3 = 66$  мм;  $d_{f3} = 61$  мм (нарезная); расстояние между подшипником С и шестерней  $Z_3$  – 85 мм; между подшипником D и колесом  $Z_2$  – 67 мм; между элементами зацеплений – 50 мм.

**4.20.** Промежуточный вал двухступенчатого цилиндрического редуктора. Материал вала – сталь 45.

$F_{t2} = 2,935$  кН;  $F_{a2} = 0,515$  кН (от подшипника D);  $F_{r2} = 1,084$  кН;  $d_2 = 169,54$  мм;  $F_{t3} = 8,248$  кН;  $F_{a3} = 1,315$  кН (от подшипника С);  $F_{r3} = 3,041$  кН;  $d_3 = 58,73$  мм (нарезная); расстояние между подшипником С и шестерней  $Z_3$  – 85 мм; между подшипником D и колесом  $Z_2$  – 60 мм; между элементами зацеплений – 65 мм.

## ЗАДАНИЕ 5 ВЫБОР И РАСЧЕТ ШПОНОК

**5.1.** Определить допускаемую величину крутящего момента на валу барабана (нагрузка с ударами), которую может передать призматическая шпонка (шпонка 25×14×100), изготовленная из стали Ст 6. Диаметр вала  $d = 80$  мм. Материал вала – сталь 45. Материал барабана – чугун.

**5.2.** Подобрать призматическую шпонку для колеса быстроходного вала и проверить на смятие. Момент на валу  $T = 183,6$  Н·м, диаметр вала под колесом  $d_{B(Z2)} = 45$  мм, вал и ступица – стальная (сталь 45).

**5.3.** Зубчатое колесо, рассчитанное для передачи окружного усилия  $F_t = 4$  кН, соединено с валом диаметром  $d_B = 35$  мм при помощи призматической шпонки. Определить необходимую длину ступицы, если диаметр делительной окружности колеса  $d_2 = 150$  мм, материал колеса и вала – сталь 40Х, материал шпонки – Ст6, нагрузка – со слабыми толчками.

**5.4.** Выбрать по стандарту призматическую шпонку для соединения шестерни с валом диаметром  $d_B = 50$  мм. Материал шестерни – сталь 40Х, материал шпонки – сталь 45, длина ступицы  $l_{ст} = 70$  мм, передаваемый момент  $T = 500$  Н·м, соединение работает со слабыми толчками.

**5.5.** Определить допускаемую величину крутящего момента на валу мешалки (нагрузка со слабыми толчками), которую может передать призматическая шпонка (шпонка 14×9×110), изготовленная из стали Ст 6. Диаметр вала под колесом  $d_{B(Z2)} = 67$  мм. Материал вала – сталь 45, материал ступицы колеса – чугун.

5.6. Червячное колесо, рассчитанное для передачи окружного усилия  $F_{t2} = 1349$  Н, соединено с валом диаметром  $d_{B(Z2)} = 60$  мм при помощи призматической шпонки. Определить необходимую длину ступицы колеса, если диаметр делительной окружности колеса  $d_2 = 252$  мм, материал вала – сталь 45, ступицы колеса – чугун, материал шпонки – Ст 6, нагрузка – со слабыми толчками.

5.7. Выбрать по стандарту призматическую шпонку для соединения шестерни с валом диаметром  $d_B = 50$  мм и проверить ее на прочность. Материал шестерни – сталь 40Х, материал шпонки – сталь 45, длина ступицы  $l_{ст} = 65$  мм, передаваемый момент  $T = 700$  Н·м, передача работает со слабыми толчками.

5.8. Выбрать по стандарту призматическую шпонку для соединения колеса с валом и проверить на прочность. Передаваемый момент  $T = 716$  Н·м, диаметр вала  $d_{B(Z2)} = 70$  мм, материал вала и колеса – сталь 45, материал шпонки – Ст 6, режим работы – спокойный.

5.9. Определить, какой максимальный крутящий момент может передать призматическая шпонка (шпонка 14×9×50), изготовленная из стали Ст 6. Диаметр вала – 45 мм. Материал вала – сталь 45, материал колеса – сталь 45, нагрузка – со слабыми толчками.

5.10. Червячное колесо, рассчитанное для передачи окружного усилия  $F_{t2} = 3600$  Н, соединено с валом диаметром  $d = 60$  мм при помощи призматической шпонки. Определить необходимую длину ступицы колеса, если диаметр делительной окружности колеса  $d_2 = 200$  мм, материал вала – сталь 45, ступицы колеса – чугун АСЧ, материал шпонки – Ст 6, нагрузка – со слабыми толчками.

5.11. Подобрать призматическую шпонку для колеса быстроходного вала и проверить на смятие. Момент на валу  $T_c = 268,5$  Н·м, диаметр вала под колесом  $d_{B(Z2)} = 50$  мм, вал и ступица – стальная (сталь 45). Привод работает с легкими толчками, шпонка – из стали Ст 6.

5.12. Определить допускаемую величину крутящего момента на валу барабана (нагрузка с ударами), которую может передать призматическая шпонка (шпонка 22×14×100), изготовленная из стали Ст 6. Диаметр вала  $d = 80$  мм. Материал вала – сталь 45, материал барабана – чугун.

5.13. Выбрать по стандарту призматическую шпонку для соединения шестерни с валом диаметром  $d_B = 50$  мм. Материал шестерни – сталь 40Х, материал шпонки – сталь 45, длина ступицы  $l_{ст} = 70$  мм, передаваемый момент  $T = 500$  Н·м, соединение работает со слабыми толчками.

5.14. Зубчатое колесо, рассчитанное для передачи окружного усилия  $F_t = 4$  кН, соединено с валом диаметром  $d_{T(Z2)} = 40$  мм при помощи призматической шпонки. Определить необходимую длину шпонки, если диаметр делительной окружности колеса  $d_2 = 150$  мм, материал колеса и вала – сталь 40Х, материал шпонки – сталь 45, режим работы – с ударными нагрузками.

5.14. Червячное колесо, рассчитанное для передачи окружного усилия  $F_{t2} = 1349$  Н, соединено с валом диаметром  $d_{B(Z2)} = 55$  мм при помощи призматической шпонки. Определить необходимую длину ступицы колеса, если диаметр делительной окружности колеса  $d_2 = 252$  мм, материал вала – сталь 45, ступицы колеса – чугун, материал шпонки – Ст 6, нагрузка – со слабыми толчками.

5.15. Определить необходимую длину ступицы звездочки горизонтальной цепной передачи, посаженной с помощью призматической шпонки на выходной вал редуктора КЦ-1 по следующим исходным данным: крутящий момент  $T_T = 500$  Н·м, делительный диаметр звездочки  $d_{3B} = 125$  мм, давление на вал от натяжения цепи  $F_{оп} = 6560$  Н. Материал вала и звездочки – сталь 45, кратковременные перегрузки до 200 %.

5.16. Определить допускаемую величину крутящего момента на валу мешалки (нагрузка со слабыми толчками), которую может передать призматическая шпонка (шпонка 14×9×110, изготовление А) из Ст 6. Диаметр вала под колесом  $d_{B(Z2)} = 67$  мм. Материал вала – сталь 45, материал ступицы колеса – чугун.

5.17. Выбрать по стандарту призматическую шпонку для соединения колеса с валом и проверить на прочность. Передаваемый момент  $T = 716$  Н·м, диаметр вала  $d_{T(Z2)} = 70$  мм, материал вала и колеса – сталь 45, шпонки – Ст 6, режим работы – спокойный.

5.18. Определить, какой максимальный крутящий момент может передать призматическая шпонка (шпонка 14×9×50, тип А), изготовленная из стали Ст 6. Диаметр вала - 45 мм. Материал вала – сталь 45, материал колеса – сталь 45, нагрузка – со слабыми толчками.

5.19. Выбрать по стандарту и проверить на смятие призматическую шпонку для соединения зубчатого колеса с валом, передающим момент  $T_2 = 1200$  Н·м. Материал колеса, вала – сталь 45, шпонки – сталь 45. Диаметр вала под колесом – 80 мм. Соединение работает в режиме средней тяжести.

5.20. Подобрать и проверить шпонку для посадки шкива открытой ременной передачи на быстроходный вал редуктора по следующим данным: момент на валу  $T_B = 14$  Н·м; ширина шкива  $l_{шк} = 50$  мм, диаметр выходного конца вала  $d_{\delta(вых)} = 20$  мм; сила давления на вал от открытой передачи  $F_{оп} = 2780$  Н; материалы: вала – сталь 45; шкива – чугун СЧ15; шпонки – Ст 6; возможны ударные нагрузки.

5.21. Цилиндрическое колесо (сталь 45), рассчитанное для передачи окружного усилия  $Ft_2 = 740$  Н, соединено с валом (сталь 45) диаметром  $d_{T(Z2)} = 35$  мм с помощью призматической шпонки, выполненной из Ст.6. Определить необходимую длину ступицы колеса при делительном диаметре колеса  $d_2 = 107$  мм, режим работы – со скачками нагрузки.

5.22. Определить и обосновать необходимую длину ступицы ведомого шкива ременной передачи, соединяемого с помощью призматической шпонки с быстроходным валом редуктора, передающего момент  $T_B = 135$  Н·м. Материалы: вала и шкива – сталь 45, шпонки – Ст 6. Режим работы – легкий.

5.23. Выбрать по стандарту и проверить на смятие призматическую шпонку для соединения червячного колеса с валом в приводе крановой лебедки (режим работы – с ударами), если известно, что момент на валу  $T_2 = 1520$  Н·м, диаметр вала  $d_{T(Z2)} = 100$  мм, материалы: вала – сталь 45, ступицы колеса – чугун, шпонки – Ст 6.

5.24. Выбрать шпонку для посадки цилиндрического колеса на вал, передающий момент:  $T_c = 130$  Н·м, материал вала и колеса – сталь 45, диаметр вала под колесом  $d_{C(Z2)} = 40$  мм, режим работы – с легкими толчками.

## ЗАДАНИЕ 6 ВЫБОР МУФТЫ

6.1. Подобрать муфту для соединения вала электродвигателя 4A100S4Y3 с валом червячного редуктора, передающего момент  $T_B = 17$  Н·м. Режим работы спокойный, возможны легкие толчки.

6.2. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода ленточного транспортера при передаваемой мощности  $N = 4,8$  кВт и оборотах  $n_{ac} = 1425$  об/мин.

6.3. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода цепного транспортера при передаваемой мощности  $N^P = 13,9$  кВт и частоте вращения  $n_B = 1465$  об/мин.

6.4. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора ленточного транспортера при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 3,8$  кВт и оборотах  $n_{ac} = 950$  об/мин.

6.5. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора крановой лебедки при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 6,8$  кВт и оборотах  $n_B = 1455$  об/мин.

6.6. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода шнекового дозатора при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 4,5$  кВт и частоте вращения  $n_B = 1445$  об/мин.

6.7. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода винтового конвейера при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 10,2$  кВт и частоте вращения  $n_B = 973$  об/мин.

6.8. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода дробилки при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 16$  кВт и частоте вращения  $n_B = 1467$  об/мин.

6.9. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода к мешалке при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 2,6$  кВт и частоте вращения  $n_B = 953$  об/мин.

6.10. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода подвесного конвейера при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 7$  кВт и частоте вращения  $n_B = 1457$  об/мин.

6.11. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом червячного редуктора, передающего момент  $T_B = 63$  Н·м. Режим работы спокойный, возможны легкие толчки.

6.12. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода ленточного транспортера при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 4,8$  кВт и частоте вращения  $n_{ac} = 1445$  об/мин.

6.13. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода шнекового дозатора при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 4,5$  кВт и частоте вращения вала  $n_B = 1445$  об/мин.

6.14. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода винтового конвейера при передаваемой мощности  $N^P_{эл} = 10,2$  кВт и частоте вращения  $n_B = 973$  об/мин.

6.15. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода дробилки при передаваемой мощности  $N_{эл}^P = 1,6$  кВт и частоте вращения  $n_B = 1467$  об/мин.

6.16. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода к мешалке при передаваемой мощности  $N_{эл}^P = 2,6$  кВт и частоте вращения  $n = 953$  об/мин.

6.17. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода подвесного конвейера при передаваемой мощности  $N_{эл}^P = 7$  кВт и частоте вращения  $n_B = 1457$  об/мин.

6.18. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода к пресс-вальцам, если рабочая мощность электродвигателя  $N_{эл}^P = 1,8$  кВт, частота вращения быстрого вала редуктора  $n_B = 700$  об/мин.

6.19. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора привода цепного транспортера при передаваемой мощности  $N^P = 13,9$  кВт и частоте вращения  $n_B = 1465$  об/мин.

6.20. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора ленточного транспортера при передаваемой мощности  $N_{эл}^P = 3,8$  кВт и частоте вращения  $n_{ac} = 950$  об/мин.

6.21. Подобрать муфту МУВП для соединения вала электродвигателя с валом редуктора крановой лебедки при передаваемой мощности  $N_{эл}^P = 6,8$  кВт и оборотах  $n_B = 1455$  об/мин.

## 7. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Выберите из списка те критерии, которые являются основными критериями работоспособности деталей машин

- 1) безотказность;
- 2) экономичность;
- 3) прочность;
- 4) долговечность;
- 5) жесткость.

2. Какими из следующих свойств обуславливается надежность изделия?

- 1) безотказность
- 2) устойчивость
- 3) ремонтпригодность
- 4) теплостойкость
- 5) прочность

3. При расчетах на прочность деталей из пластичных материалов при постоянных напряжениях за предельное напряжение принимают...

- 1) предел прочности;
- 2) предел текучести;
- 3) предел выносливости
- 4) предел упругости;
- 5) предел пропорциональности

4. Для изготовления червяков обычно используют...

- 1) углеродистые стали;
- 2) легированные стали;
- 3) любые стали с термообработкой до твердости витков выше 420 НВ;
- 4) чугуны;
- 5) бронзы

5. Лучшими антифрикционными свойствами обладает...

- 1) углеродистая сталь;
- 2) легированная сталь;
- 3) серый чугун;
- 4) бронза;
- 5) дюралюминий

6. Как называется вид термообработки, применяемый для снижения остаточных напряжений и повышения вязкости деталей после закалки?

- 1) отжиг;
- 2) нормализация;
- 3) отпуск;
- 4) улучшение;
- 5) панирование

7. Выберите из списка те критерии, которые являются основными критериями работоспособности деталей машин

- 1) надежность;
- 2) ремонтпригодность;
- 3) эргономичность;
- 4) износостойкость;
- 5) виброустойчивость

8. Какими из следующих свойств обуславливается надежность изделия?

- 1) долговечность;
- 2) сохраняемость;
- 3) твердость;
- 4) виброустойчивость;
- 5) жесткость

9. При расчетах на прочность деталей из пластичных материалов при постоянных напряжениях за допускаемое напряжение принимают...

- 1) предел прочности;
- 2) временное сопротивление;
- 3) предел текучести;
- 4) предел текучести, отнесенный к коэффициенту запаса прочности;
- 5) предел прочности, отнесенный к коэффициенту запаса прочности

10. Для изготовления термически не обрабатываемых деталей обычно применяют...

- 1) углеродистые стали обыкновенного качества;
- 2) качественные среднеуглеродистые стали;
- 3) качественные высокоуглеродистые стали;
- 4) качественные легированные стали;
- 5) высококачественные легированные стали

11. Наименьший коэффициент трения из перечисленных материалов имеет...

- 1) бронза;
- 2) сталь;
- 3) полиэтилен;
- 4) фторопласт;
- 5) асбест

12. Улучшением называют...

- 1) закалку в масле;
- 2) закалку в воде;
- 3) закалку с последующим низким отпуском;
- 4) закалку с последующим высоким отпуском;
- 5) среди приведенных нет правильного ответа

13. Выберите из списка те критерии, которые являются основными критериями работоспособности деталей машин

- 1) устойчивость;
- 2) экономичность;
- 3) твердость;
- 4) теплостойкость;
- 5) коррозионная стойкость

14. Продолжительность или объем работы изделия до отказа называют...

- 1) долговечность;
- 2) устойчивость;
- 3) наработка;
- 4) ресурс;
- 5) выносливость

15. При расчетах на прочность при постоянных напряжениях деталей из хрупких материалов в качестве предельного напряжения принимают...

- 1) предел прочности;
- 2) предел прочности, отнесенный к коэффициенту запаса прочности;
- 3) предел текучести;
- 4) предел текучести, отнесенный к коэффициенту запаса прочности;
- 5) предел выносливости

16. Для изготовления венцов червячных колес обычно используют...

- 1) углеродистые стали;
- 2) легированные стали;
- 3) любые стали с термообработкой до твердости зубьев выше 420 НВ;
- 4) чугуны;
- 5) бронзы

17. Какая из перечисленных ниже термообработок является поверхностной?

- 1) закалка в масле;
- 2) закалка в воде;
- 3) закалка ТВЧ;
- 4) улучшение;
- 5) отжиг

18. Выберите из списка критерии, не являющиеся основными критериями работоспособности

- 1) устойчивость;
- 2) теплостойкость;
- 3) ремонтпригодность;
- 4) безотказность;
- 5) жесткость

19. Свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя в определенных пределах свои эксплуатационные показатели в течение требуемого промежутка времени называют...

- 1) долговечность;
- 2) надежность;
- 3) сохраняемость;
- 4) безотказность;
- 5) прочность

20. Допускаемый коэффициент запаса прочности зависит от...

- 1) однородности материала заготовки детали;
- 2) требований безопасности рассчитываемой детали;
- 3) точности определения возникающих напряжений;
- 4) от всех приведенных выше факторов;
- 5) не зависит ни от одного из приведенных факторов

21. Для изготовления деталей машин, подверженных во время работы ударным нагрузкам используют...

- 1) серый чугун;
- 2) модифицированный чугун;
- 3) ковкий чугун;
- 4) антифрикционный чугун;
- 5) баббит

22. В каких изделиях обычно используется баббит?

- 1) муфты
- 2) подшипники скольжения;
- 3) подшипники качения;
- 4) шкивы ременных передач;
- 5) шестерни зубчатых передач

23. Цементацией называют...

- 1) закалку с последующим низким отпуском;
- 2) насыщение поверхностного слоя детали углеродом и азотом;
- 3) насыщение поверхностного слоя детали углеродом;
- 4) насыщение поверхностного слоя детали азотом;
- 5) покрытие поверхности детали цементом

24. Способность детали сопротивляться изменению формы под действием нагрузок называется...

- 1) прочность;
- 2) твердость;
- 3) жесткость;
- 4) выносливость;
- 5) износостойкость

25. Назовите наиболее распространенные сочетания материалов червяка и венца червячного колеса

- 1) сталь – чугун;
- 2) чугун – чугун;
- 3) бронза – сталь;
- 4) сталь – бронза;
- 5) чугун – бронза

26. Какой материал вкладыша подшипника скольжения не является антифрикционным?

- 1) бронза;      2) баббит;
- 3) чугун;      4) сталь;      5) латунь

27. Закалку детали проводят с целью...

- 1) увеличения её объема;
- 2) для снижения остаточных напряжений;
- 3) для повышения твердости и износостойкости;
- 4) для снижения твердости и улучшения обрабатываемости;
- 5) для повышения шероховатости поверхности детали

28. Повышения износостойкости вала можно добиться...

- 1) увеличением его твердости;
- 2) увеличением шероховатости его поверхности;
- 3) снижением шероховатости его поверхности;
- 4) увеличением его диаметра;
- 5) уменьшением его диаметра

29. При расчетах на прочность деталей при переменных напряжениях в качестве предельного напряжения принимают...

- 1) предел прочности;
- 2) предел текучести;
- 3) предел выносливости;
- 4) предел упругости;
- 5) временное сопротивление

30. Наибольшее переменное напряжение, которое может выдержать материал детали, не разрушаясь после произвольно большого количества циклов, называют...

- 1) пределом прочности;
- 2) пределом выносливости;
- 3) износостойкостью;
- 4) устойчивостью;
- 5) пределом упругости

31. Насыщение поверхностного слоя детали углеродом и азотом называют...

- 1) цементацией;
- 2) азотированием;
- 3) нитроцементацией;
- 4) улучшением;
- 5) поверхностной закалкой

32. Сохраняемостью называют...

- 1) свойство изделия сохранять работоспособность в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов;
- 2) свойство изделия сохранять обусловленные эксплуатационные показатели в течение и после срока хранения;
- 3) свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами;
- 4) свойство детали воспринимать приложенные нагрузки не разрушаясь;
- 5) свойство тела препятствовать внедрению в него другого, более твердого тела

33. Цианирование является видом...

- 1) механического упрочнения деталей;
- 2) поверхностной термической обработки;
- 3) объемной термической обработки;
- 4) химико-термической обработки;
- 5) механической обработки материалов

34. Какие материалы обычно применяют для изготовления шпонок?

- 1) углеродистая сталь;
- 2) чугун;
- 3) легированная сталь;
- 4) бронза;
- 5) алюминиевые сплавы

35. Что относят к деталям?

- 1) изделие из однородного по наименованию и марке материала
- 2) изделие из однородного по наименованию и марке материала, изготовленное без применения сборочных операций
- 3) изделие из однородного по наименованию и марке материала, изготовленное с применением сборочных операций
- 4) изделие без подвижных частей

36. Укажите последовательность действий при расчете червячной передачи

- 1) определение геометрических параметров червяка и колеса
- 2) выбор материалов червяка и колеса
- 3) определение межосевого расстояния передачи из условия контактной прочности
- 4) проверочный расчет передачи на контактную прочность и зубьев колеса на изгиб

37. Укажите основные элементы ременной передачи

- 1) шкив
- 2) звездочка
- 3) вал
- 4) ремень

38. Угол зацепления некоррегированной зубчатой передачи

- 1)  $10^\circ$
- 2)  $15^\circ$
- 3)  $20^\circ$
- 4) в зависимости от начального диаметра

39. Укажите основной материал венца червячного колеса

- 1) сталь;
- 2) олово;
- 3) бронза;
- 4) силумин

40. Какое основное отличие зубчатой передачи от всех других видов передач

- 1) расположение зуба
- 2) постоянство передаточного отношения
- 3) расположение осей ведущего и ведомого колеса
- 4) профиль зуба колеса
- 5) угол зацепления

41. Для каких видов разрушений зубьев разработаны методы расчета на контактную прочность

- 1) поломка
- 2) выкрашивание
- 3) изнашивание
- 4) заедание
- 5) срезание

42. Что является основным параметром при проектировании зубчатой цилиндрической передачи

- 1)  $y_{ba}$
- 2)  $a$
- 3)  $m$
- 4)  $Z_1, Z_2$
- 5)  $t$

43. Рассчитать диаметр вершин зубьев (мм) ведомого колеса прямозубой передачи, если  $Z_1=20$ ,  $U_{1-2}=2$ ,  $m=4$ мм

- 1) 80
- 2) 120
- 3) 160
- 4) 168
- 5) 240

44. По какой формуле рассчитывается ориентировочное межосевое расстояние цилиндрической зубчатой передачи

1)  $a = 0,5 \cdot m \cdot (Z_1 + Z_2)$

2)  $a = \left( \frac{Z_1}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{ \left( \frac{5400}{\frac{Z_2}{q} \cdot [s]_H^2} \right)^2 \cdot K_{Hb} \cdot K_{Hv} \cdot M_2}$

3)  $a = K_a (U + 1) \cdot \sqrt{ \frac{M_2 \cdot K_{Hb}}{U^2 \cdot y_{bd} \cdot [s]_H^2} }$

4)  $a = K_a (U + 1) \cdot \sqrt[3]{ \frac{M_1 \cdot K_{Hb}}{U^2 \cdot y_{bd} \cdot [s]_{H_1}^2} }$

5)  $a = K_a (U + 1) \cdot \sqrt[3]{ \frac{M_1 \cdot K_{Hb}}{U^2 \cdot y_{ba} \cdot [s]_H^2} }$

45. Какое передаточное число не входит в стандартный ряд величин...

- 1) 2,24
- 2) 3
- 3) 3,55
- 4) 5,6
- 5) 6,3

46. Как обозначается коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями...

- 1)  $K_{Hb}$
- 2)  $K_{Ha}$
- 3)  $K_{HV}$
- 4)  $K_{Fb}$
- 5)  $K_{HV}$

47. По какой формуле определяется допускаемое контактное напряжение при расчете цилиндрической зубчатой передачи

- 1)  $[s]_H = \frac{s_{H0} \cdot K_{HL} \cdot K_{HC} \cdot Y_S}{S_H}$
- 2)  $[s]_{H2} = 0,9 \cdot s_{B2} \cdot K_{HL}$
- 3)  $[s]_F = \frac{s_{F0} \cdot K_{FL}}{S_F}$
- 4)  $[s]_H = \frac{s_{H0} \cdot K_{FL}}{S}$
- 5)  $[s]_F = \frac{s_{F0} \cdot K_{FL} \cdot K_{FC} \cdot Y_S}{S_F}$

48. От чего зависит расчет на изгиб по зубьям шестерни или колеса

- 1)  $[s]_F$
- 2) HB
- 3)  $Y_F$
- 4)  $y_{bd}$
- 5) m

49. В каких единицах измеряется механическое напряжение

- 1) вольт, В
- 2) атмосфера, ат
- 3) МПа
- 4) Па
- 5) Н·м

50. По какой формуле определяется расчетное изгибное напряжение зуба цилиндрического колеса

- 1)  $s_{F2} = \frac{Y_{F2} \cdot Y_b \cdot 2000 \cdot M_2 \cdot K_{Fa} \cdot K_{Fb} \cdot K_{FV}}{b \cdot d_2 \cdot m}$
- 2)  $s_F = \frac{Y_F \cdot Y_b \cdot 2000 \cdot M \cdot K_{Fa} \cdot K_{Fb} \cdot K_{FV}}{b \cdot d \cdot m}$
- 3)  $s_{F2} = \frac{Y_{F2} \cdot Y_b \cdot 1500 \cdot M_2 \cdot K_{Fb} \cdot K_{FV} \cdot \cos g}{d_1 \cdot d_2 \cdot m}$
- 4)  $s_{F1} = \frac{Y_{F1} \cdot Y_b \cdot 2000 \cdot M_1 \cdot K_{Fa} \cdot K_{Fb} \cdot K_{FV}}{b \cdot d_1 \cdot m}$
- 5)  $s_F = \frac{Y_F \cdot Y_b \cdot 2720 \cdot M \cdot K_{Fa} \cdot K_{Fb} \cdot K_{FV}}{b \cdot d_e \cdot m_e}$

51. По какой формуле вычисляют модуль открытой зубчатой цилиндрической передачи

$$1) m = 1,48 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_2 \cdot K_{Fb} \cdot Y_{F2}}{Z_2^2 \cdot y_{bd} \cdot [s]_{F2}}}$$

$$2) m = K_m \cdot \sqrt{\frac{M \cdot K_{Fb} \cdot Y_F}{Z^2 \cdot y_{bd} \cdot [s]_F}}$$

$$3) m = 1,4 \cdot \sqrt[3]{\frac{M \cdot K_{Fb} \cdot Y_F}{Z_2 \cdot y_{bd} \cdot [s]_F}}$$

$$4) m = K_m \cdot \sqrt[3]{\frac{M_1 \cdot K_{Fb} \cdot Y_{F1}}{Z_1^2 \cdot y_{bd} \cdot [s]_{F1}}}$$

$$5) m = K_m \cdot \sqrt[3]{\frac{M_2 \cdot K_{Fb} \cdot Y_{F2}}{Z_2^2 \cdot y_{bd} \cdot [s]_{F2}}}$$

52. Какое основное отличие зубчатой конической передачи от всех других видов передач

- 1) расположение зуба
- 2) постоянство передаточного отношения
- 3) расположение осей шестерни и колеса
- 4) профиль зуба колеса
- 5) угол зацепления

53. Как обозначается внешний делительный диаметр конического зубчатого колеса

- 1)  $d_1$
- 2)  $d_{e1}$
- 3)  $d_2$
- 4)  $d_{a2}$
- 5)  $d_{f2}$

54. В каких пределах принимают угол наклона зубьев для косозубой передачи

- 1)  $8 \div 15^\circ$
- 2)  $20 \div 30^\circ$
- 3)  $20^\circ$
- 4)  $15 \div 20^\circ$
- 5)  $10^\circ$

55. С какими осями по расположению в пространстве является червячная передача

- 1) параллельными
- 2) осей нет
- 3) пересекающимися под углом  $90^\circ$
- 4) скрещивающимися
- 5) пересекающимися под любым углом

56. Стандартом предусмотрены червяки

- 1) однозаходные
- 2) двухзаходные
- 3) трехзаходные
- 4) четырехзаходные
- 5) пятизаходные

57. В каких пределах находится КПД двухзаходного червяка

- 1)  $0,95 \div 0,99$
- 2)  $0,92 \div 0,95$
- 3)  $0,82 \div 0,92$
- 4)  $0,75 \div 0,82$
- 5)  $0,7 \div 0,75$

58. Наиболее распространен в машиностроении

- 1) цилиндрический эвольвентный червяк
- 2) глобоидный червяк
- 3) цилиндрический архимедов червяк
- 4) цилиндрический червяк

59. При скорости зацепления от 2 м/с до 6 м/с наиболее подходящим материалом для изготовления венца червячного колеса является

- 1) БрА10Ж4НЛ
- 2) АСЧ–2
- 3) БрО10Ф1
- 4) БрО6Ц6С3
- 5) БрА9Ж3Л

60. Червяки изготавливают с термообработкой не ниже НВ

- 1) 320
- 2) 350
- 3) 380
- 4) 420
- 5) 480

61. По какой формуле определяется ориентировочно межосевое расстояние червячной передачи

$$1) a = K_a (U + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{M_2 \cdot K_{Hb}}{U^2 \cdot y_{ba} \cdot [s]_H^2}}$$

$$2) a = 0,5 \cdot m \cdot (Z_1 + Z_2)$$

$$3) a = 0,5 \cdot m \cdot (q + Z_2)$$

$$4) a = \left( \frac{Z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left( \frac{5400}{Z_2 \cdot [s]_{F2}^2} \right)^2 \cdot K_{Hb} \cdot K_{HV} \cdot M_2}$$

$$5) a = \left( \frac{Z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left( \frac{5400}{Z_2 \cdot [s]_{H2}^2} \right)^2 \cdot K_{Hb} \cdot K_{HV} \cdot M_2}$$

62. Допускаемое изгибное напряжение для зубьев червячного колеса зависит от

- 1) реверсивная передача
- 2) нереверсивная передача
- 3) предела текучести
- 4) предела прочности
- 5) коэффициента долговечности

63. Расчетные контактные напряжения должны быть в пределах

$$1) 1,05 \leq s_{H2} \leq 0,85$$

$$2) 1,05 \cdot [s]_{H2} \leq s_{H2} \leq 0,85 \cdot [s]_{H2}$$

$$3) 0,85 \cdot [s]_{H1} \leq s_{H2} \leq 1,05 \cdot [s]_{H1}$$

$$4) 0,85 \cdot [s]_{H2} \leq s_{H2} \leq 1,05 \cdot [s]_{H2}$$

$$5) 85\% \cdot [s]_{H2} \leq s_{H2} \leq 105\% \cdot [s]_{H2}$$

64. В чем преимущество червячной передачи в сравнении с цилиндрической зубчатой

- 1) выше КПД
- 2) больше U
- 3) передает большие нагрузки
- 4) дешевле
- 5) работает без смазки

65. Какие силы в червячном зацеплении равны

$$1) F_{t1} = F_{t2}$$

$$2) F_{t1} = F_{r2}$$

$$3) F_{t2} = F_{r1}$$

$$4) F_{a2} = F_{a1}$$

$$5) F_{t1} = F_{a2}$$

66. Назовите распространенные сочетания материалов червяка и червячного колеса

- 1) сталь – чугун
- 2) чугун – чугун
- 3) бронза – сталь
- 4) сталь – бронза
- 5) чугун – бронза

67. На каком валу привода от электродвигателя к рабочему валу машины больше мощность

- 1) на валу электродвигателя
- 2) на быстроходном валу редуктора
- 3) на тихоходном валу редуктора
- 4) на валу открытой передачи
- 5) на рабочем валу машины

68. По какой формуле определяется передаточное отношение зубчатой передачи

- 1)  $U = \frac{n_2}{n_1}$
- 2)  $U = \frac{d_1}{d_2}$
- 3)  $U = \frac{Z_2}{Z_1}$
- 4)  $U = \frac{v_1}{v_2}$
- 5)  $U = \frac{V_1}{V_2}$

69. Какая механическая передача имеет наибольший КПД

- 1) зубчатая цилиндрическая
- 2) зубчатая коническая
- 3) червячная
- 4) клиноременная
- 5) цепная

70. От чего зависит величина момента рассматриваемого вала привода

- 1) от момента предыдущего вала
- 2) от передаточного отношения
- 3) от расположения валов
- 4) от КПД
- 5) от вида передачи

71. Как определяется величина передаваемого крутящего момента на валу электродвигателя через его мощность

- 1)  $M = \frac{N_{эл}}{v_c}$
- 2)  $M = \frac{N_{эл}^p}{v_{ac}}$
- 3)  $M = \frac{30 \cdot N_{эл}}{p \cdot n_c}$
- 4)  $M = \frac{30 \cdot N_{эл}^p}{p \cdot n_{ac}}$
- 5)  $M = \frac{N}{v}$

72. Как рассчитывают оси на прочность

- 1) только на изгиб
- 2) только на кручение
- 3) на совместное действие изгиба и кручения
- 4) только на растяжение
- 5) на совместное действие изгиба и кручения

73. Стандартные торцевые крышки узлов подшипников качения выбираются в зависимости от

- 1) диаметра вала установки крышки
- 2) диаметра вала под подшипником
- 3) диаметра внутреннего кольца подшипника
- 4) ширины подшипника
- 5) внешнего диаметра подшипника

74. Укажите по какой формуле определяют ориентировочно диаметр выходного конца вала из условий его жесткости

$$1) d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{экв}}}{0,1 \cdot [S]_F}}$$

$$2) d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{\text{кр}}}{p \cdot [t]_{\text{кр}}}}$$

$$3) d \geq 16,4 \cdot \sqrt[4]{\frac{N}{n \cdot [j_0]}}$$

$$4) d \geq \sqrt[3]{\frac{M_F}{0,1 \cdot [S]_F}}$$

$$5) d \geq (1100 - 1350) \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

75. Для передачи крутящего момента на валах чаще применяются

- 1) установочные винты
- 2) призматические шпонки
- 3) сегментные шпонки
- 4) клиновые шпонки
- 5) тангенциальные шпонки

76. Стандартные шпонки выбирают в зависимости от

- 1) длины ступицы
- 2) вида воспринимаемой силы
- 3) диаметра делительной окружности зубчатого колеса
- 4) диаметра вала
- 5) величины передаточного момента

77. Призматическую шпонку проверяют по напряжениям

- 1) среза;
- 2) смятия;
- 3) растяжения;
- 4) изгиба;
- 5) кручения

78. Призматическую шпонку проверяют по напряжению смятия

- 1) по всей высоте
- 2) по высоте находящейся в пазу вала части
- 3) по выступающей части
- 4) не рассчитывают на смятие
- 5) совместно п.п. 2 и 3

79. Напряжение смятия призматической шпонки определяют по формуле

$$1) s_{\text{см}} = \frac{M}{0,75 \cdot Z \cdot F \cdot t_{\text{cp}}} \leq [s]_{\text{см}}$$

$$2) s_{\text{см}} = \frac{2 \cdot M}{h \cdot d \cdot l_p} \geq [s]_{\text{см}}$$

$$3) s_{\text{см}} = \frac{2 \cdot M}{(h - t_1) \cdot d \cdot l_p} \geq [s]_{\text{см}}$$

$$4) s_{\text{см}} = \frac{2 \cdot M}{b \cdot d \cdot l_p} \leq [s]_{\text{см}}$$

$$5) s_{\text{см}} = \frac{2 \cdot M}{(h - t_1) \cdot d \cdot l_p} \leq [s]_{\text{см}}$$

80. Какие материалы применяют для изготовления шпонок

- 1) углеродистая сталь
- 2) чугун
- 3) легированная сталь
- 4) бронза
- 5) сплавы алюминия

81. Размер диаметра вала под подшипником принимается

- 1) любой
- 2) целой величиной
- 3) кратным четырем
- 4) кратным пяти
- 5) кратным двум

82. Вал редуктора конструируется

- 1) гладким
- 2) полым
- 3) ступенчатым
- 4) коленчатым
- 5) комбинированным

83. Укажите по какой формуле ориентировочно определяется диаметр вала из условия прочности

- 1)  $d \geq 16,4 \cdot \sqrt[4]{\frac{N}{n \cdot [j_0]}}$
- 2)  $d \geq m \cdot Z$
- 3)  $d \geq \frac{2 \cdot M}{P}$
- 4)  $d \geq \frac{V \cdot 60 \cdot 1000}{p \cdot n}$
- 5)  $d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{p \cdot [t]_{кр}}}$

84. Что не является критерием работоспособности валов и осей

- 1) КПД
- 2) прочность
- 3) выносливость
- 4) износостойкость сопряженных поверхностей
- 5) жесткость

85. Какие элементы конструкции вала исключены

- 1) фаски
- 2) галтели
- 3) буртики
- 4) канавки
- 5) привалы

86. Уточненный расчет вала определяет

- 1) величину прогиба
- 2) коэффициент запаса прочности
- 3) напряжение кручения
- 4) напряжение изгиба
- 5) угол закручивания

87. Укажите наиболее распространенные в машиностроении шлицевые соединения

- 1) треугольные
- 2) прямоугольные
- 3) эвольвентные
- 4) желобчатые
- 5) трапецеидальные

88. В чем заключается основной недостаток подшипников скольжения

- 1) работают при небольших скоростях
- 2) не воспринимают большие удельные нагрузки
- 3) не взаимозаменяемы
- 4) не являются демпфером
- 5) высокий класс точности изготовления

89. Для нормального режима работы подшипника скольжения при выборе масла основным параметром является

- 1) вязкость
- 2) объемное расширение
- 3) температурный коэффициент
- 4) коррозионные свойства
- 5) сжимаемость

90. Какой материал вкладыша не является антифрикционным

- 1) баббит
- 2) бронза
- 3) чугун
- 4) сплав алюминия
- 5) сталь

91. Укажите, что реже применяется в качестве смазывающего вещества для подшипников скольжения

- 1) минеральное масло
- 2) гликоли
- 3) консистентная смазка
- 4) животные и растительные масла
- 5) вода

92. Что является основным критерием работоспособности подшипника скольжения

- 1) допускаемая температура в рабочей зоне подшипника
- 2) допускаемое давление
- 3) допускаемая скорость скольжения
- 4) допускаемое напряжение
- 5) антифрикционность материала вкладыша

93. Радиальный однорядный шариковый подшипник воспринимает нагрузку

- 1) только радиальную
- 2) только осевую
- 3) одинаково радиальную и осевую
- 4) в большей степени осевую, в меньшей – радиальную
- 5) радиальную и осевую (70 % от неиспользованной грузоподъемности)

94. Подшипники качения выбираются на вал в зависимости от ...

- 1) вида тел качения
- 2) диаметра вала и усилий, воспринимаемых подшипников
- 3) диаметра вала
- 4) осевого и радиального усилия в зацеплении
- 5) вида усилий

95. Как классифицируют подшипники качения по характеру нагрузки для восприятия которой они предназначены

- 1) шариковые, легкие, средние, средне-широкие, тяжелые;
- 2) шариковые, роликовые, конические, игольчатые;
- 3) радиальные, радиально-упорные, упорно-радиальные, упорные;
- 4) самоустанавливающиеся, несамоустанавливающиеся;
- 5) однорядные, двухрядные, четырехрядные

96. Эквивалентная нагрузка на опору вала определяется по формуле

$$1) P_{э\text{кв}} = \sqrt{(R_{\text{max}}^X)^2 + (R_{\text{max}}^Y)^2}$$

$$2) P_{э\text{кв}} = \sqrt{R_{\text{max}}^2 + F_a^2}$$

$$3) P_{э\text{кв}} = F_r + F_a$$

$$4) P_{э\text{кв}} = (X \cdot V \cdot R_{\text{max}} + Y \cdot F_a) \cdot K_\sigma \cdot K_T$$

$$5) P_{э\text{кв}} = \frac{V \cdot F_r}{F_a}$$

97. Как определить две последние цифры маркировки подшипника, если известен диаметр вала

- 1) разделить на пять
- 2) умножить на пять
- 3) разделить на два
- 4) разделить на четыре
- 5) умножить на два

98. Конструктивно, как устанавливаются подшипники на валу червяка

- 1) враспор
- 2) свободно
- 3) с зажатыми внутренними кольцами обоих подшипников
- 4) с жестко установленными кольцами обоих подшипников
- 5) один плавающий подшипник, другой жестко установленный

99. Какой из приложенных типов подшипников может работать при перекосе вала

- 1) радиальный шариковый двухрядный сферический
- 2) радиальный шариковый однорядный
- 3) роликовый конический
- 4) упорный шариковый
- 5) радиальный роликовый однорядный

100. Табличные коэффициенты X и Y в уравнении определения эквивалентной силы действующей на подшипник зависят от

- 1) расположения подшипников
- 2)  $F_a$
- 3)  $F_r$  и  $F_a$
- 4)  $\frac{F_a}{V \cdot F_r}$
- 5)  $\frac{F_a}{V \cdot R_{\max}}$

101. Какую величину нагрузки на подшипник принимают за расчетную

- 1)  $R_{\max}$
- 2)  $F_r$
- 3)  $P_{\text{экв}}$
- 4)  $F_a$
- 5)  $R = \sqrt{F_r^2 + F_a^2}$

102. Для ограничения попадания жидкого масла из редуктора в подшипниковый узел применяют...

- 1) распорные втулки
- 2) круглые гайки со стопорной шайбой
- 3) пружинные кольца
- 4) маслоудерживающие кольца
- 5) стопорные кольца

103. Из какой стали изготавливают тела качения подшипников

- 1) Ст 5
- 2) Сталь ХН
- 3) Сталь ШХ
- 4) Сталь 45
- 5) Сталь ХГТ

104. Для проверочного расчета подшипника качения по динамической грузоподъемности необходимо знать:

- 1) радиальную и осевую нагрузки опор
- 2) передаточное число
- 3) крутящий момент на валу

105. В настоящее время наиболее применяемые уплотнения в подшипниковых узлах

- 1) войлочные
- 2) резиновые кольца
- 3) манжетные
- 4) специальные вращающиеся шайбы
- 5) торцовые

106. Долговечность подшипника вычисляют по формуле

$$1) L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{C_r}{P_{экр}} \right)^a$$

$$2) L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{C_{0r}}{P_{экр}} \right)^a$$

$$3) L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{C_r}{R_{\max}} \right)^a$$

$$4) L_h = \frac{10^6}{60 \cdot v} \cdot \left( \frac{C_r}{R_{\max}} \right)^b$$

$$5) L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{C_r}{P_{экр}} \right)^b$$

107. Шарнирно – подвижная (плавающая) опора подшипникового узла предназначена для

- 1) восприятия осевой и радиальной нагрузок
- 2) для жесткой фиксации вала
- 3) для компенсации температурных деформаций

108) Манжетные уплотнения применяют при невысоких скоростях, так как они

- 1) оказывают сопротивление вращению вала
- 2) быстро изнашиваются
- 3) сильно нагреваются

109. Укажите последовательность действий при проверочном расчете вала на усталостную прочность

- 1) определение расчетного коэффициента запаса усталостной прочности в опасном сечении
- 2) определение опасного сечения вала по эпюрам изгибающих и крутящих моментов
- 3) сравнение допускаемого коэффициента запаса прочности с расчетным

110. По какой формуле определяется окружная сила зубчатой передачи

$$1) F_t = \frac{2 \cdot T}{d}$$

$$2) F_t = \frac{N}{V}$$

$$3) F_t = F_r \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$4) F_t = \frac{2 \cdot T}{d_1 + d_2}$$

111. Если передаточное отношение механической передачи  $U = 3$ , то при частоте вращения ведущего вала 240 об/мин какая будет частота вращения ведомого вала

- 1) 720 об/мин
- 2) 40 об/мин
- 3) 60 об/мин
- 4) 80 об/мин

112. Используя указанные символы, запишите формулу для определения окружной скорости зубчатого зацепления

$$V = \frac{\dots}{\dots}$$

- 1)  $n_{1,2}$  ;
- 2)  $t$  ;
- 3)  $60$  ;
- 4)  $d_{1,2}$  ;
- 5)  $1000$  ;
- 6)  $p$  ;
- 7)  $v$

113. Какая ременная передача имеет больший КПД

- 1) плоскоремная
- 2) плоскоремная с натяжным роликом
- 3) клиноремная
- 4) передача с круглым ремнем
- 5) с зубчатым ремнем

114. Чему равен допускаемый угол обхвата для клиноременной передачи

- 1) 110°
- 2) 120°
- 3) 130°
- 4) 140°
- 5) 150°

115. При больших скоростях шкивы изготавливают из

- 1) чугуна
- 2) бронзы
- 3) стали
- 4) дерева
- 5) алюминиевых сплавов

116. Каким показателем учитывается характер циклических напряжений (цикла напряжений)

- 1) коэффициентом долговечности
- 2) коэффициентом запаса прочности
- 3) коэффициентом асимметрии цикла
- 4) амплитудой циклических напряжений

117. Какие передачи рассчитывают по контактным напряжениям

- 1) открытые
- 2) закрытые
- 3) полуоткрытые

118. Укажите основные параметры, зная которые можно рассчитать все геометрические размеры цилиндрических зубчатых передач

- 1)  $U$ ;                      2)  $a_w$  ;                      3)  $T$ ;  
4)  $m$ ;                      5)  $Z$ ;                      6)  $\beta$

119. Чем отличается клиновой ремень типа А от типа Б

- 1) числом прослоек
- 2) площадью поперечного сечения
- 3) углом наклона рабочих поверхностей
- 4) материалом
- 4) длиной

120. Какой основной вид деформации испытывает ремень передачи

- 1) растяжение
- 2) изгиб
- 3) кручение
- 4) смятие
- 5) сжатие

121. Максимальная частота пробегов клинового ремня не должна превышать

- 1)  $5 \text{ c}^{-1}$
- 2)  $8 \text{ c}^{-1}$
- 3)  $10 \text{ c}^{-1}$
- 4)  $12 \text{ c}^{-1}$
- 5)  $15 \text{ c}^{-1}$

122. Количество клиновых ремней определяют по формуле

- 1)  $Z = \frac{D_2}{D_1}$
- 2)  $Z = \frac{N_1}{[N]}$
- 3)  $Z = N_0 \cdot C_a \cdot C_p$
- 4)  $Z = \frac{A}{(D_1 + D_2)}$
- 5)  $Z \leq \frac{A_{onm}}{D_2}$

123. Какие недостатки имеют ременные передачи в сравнении с цепной передачей

- 1) более низкий КПД
- 2) большие нагрузки на валы
- 3) большие габариты
- 4) большое межосевое расстояние
- 5) вибрацию

124. Что является характеристикой нормального и узкого сечения клиновых ремней одного и того же типа

- 1) площадью поперечного сечения
- 2) высотой
- 3) отношением  $b_p/h$
- 4) числом прокладок
- 5) расчетной шириной нейтрального слоя

125. Какие плоские ремни наиболее часто применяют в машинах

- 1) кожаные
- 2) хлопчатобумажные
- 3) шерстяные
- 4) синтетические
- 5) прорезиненные

126. От чего зависит усталостное разрушение ремня

- 1) от попадания абразивных материалов на рабочую поверхность ремня
- 2) от его буксования
- 3) от его перегрева
- 4) от его циклического изгиба при огибании шкива
- 5) от его вибрации

127. Укажите наиболее распространенный тип цепи, применяемых в приводах

- 1) втулочная;
- 2) круглозвенная;
- 3) зубчатая;
- 4) роликовая;
- 5) пластинчатая

128. Основное преимущество цепной передачи в сравнении с ременной передачей

- 1) габариты
- 2) виброактивность
- 3) постоянство передаточного отношения
- 4) простота конструкции
- 5) отсутствие нагрузки на валы

129. Профиль зуба звездочки роликовой цепи является

- 1) циклоидой
- 2) эвольвентой
- 3) прямой
- 4) криволинейным
- 5) Сочетание криволинейных и прямых участков

130. Какой стандартный шаг цепей не входит в ГОСТ 13568–75

- 1) 12,7 мм
- 2) 15,12 мм
- 3) 19,05 мм
- 4) 25,4 мм
- 5) 31,75 мм

131. Что означает в маркировке цепи второй цифровой параметр, например ПР–12,7–1820

- 1) межосевое расстояние
- 2) длина цепи
- 3) допускаемое удельное давление в шарнирах, кг/см<sup>2</sup>
- 4) погонный вес цепи
- 5) разрушающая нагрузка, кг

132. ГОСТ не предусматривает цепи  
1) однорядные; 2) трехрядные;  
3) пятирядные; 4) двухрядные; 5) четырехрядные

133. Приводные цепи применяются для  
1) перемещения грузов  
2) подвески  
3) подъема грузов  
4) передачи движения  
5) обвязки

134. Как определить количество зубьев ведомой звездочки

- 1)  $Z_2 = Z_2 - Z_1$
- 2)  $Z_2 = Z_1 \cdot U$
- 3)  $Z_2 \leq 100 - 200$
- 4)  $Z_2 = Z_1 \cdot U \cdot (1 - e)$
- 5)  $Z_2 = \frac{d_2}{m}$

135. Что является основным критерием долговечности цепей

- 1) давление в шарнирах
- 2) износостойкость шарниров цепи
- 3) коэффициент запаса прочности
- 4) число ударов цепи с обеими звездочками
- 5) натяжение цепи

136. Какую цепную передачу можно рекомендовать для бесступенчатого изменения передаточного числа

- 1) с втулочной цепью
- 2) с роликовой цепью
- 3) с зубчатой цепью
- 4) цепной вариатор
- 5) любую из перечисленных

137. Какой параметр является базовым при расчете цепной передачи

- 1) диаметр ролика;
- 2) межосевое расстояние;
- 3) шаг;
- 4) средний диаметр звездочки;
- 5) ширина цепи

138. Укажите, какие соединения деталей относятся к неразъемным

- 1) заклепочные;
- 2) сварные;
- 3) болтовые;
- 4) шпоночные;
- 5) паяные

139. Укажите, какие передачи относятся к классу передач трением

- 1) зубчатые цилиндрические;
- 2) ременные;
- 3) цепные;
- 4) фрикционные;
- 5) червячные

140. Упругие муфты предназначены для

- 1) соединения валов
- 2) изменения скорости вращения
- 3) передачи крутящего момента
- 4) защиты деталей от воздействия окружающей среды
- 5) изменения крутящего момента

141. Какие факторы учитываются при выборе муфты

- 1) режим работы
- 2) угловая скорость
- 3) температура окружающей среды
- 4) диаметры соединяемых валов
- 5) материалы соединяемых валов

142. Для проверочного расчета подшипника качения по динамической грузоподъемности необходимо знать

- 1) радиальную и осевую нагрузки опор
- 2) передаточное число
- 3) крутящий момент на валу

143. Укажите последовательность действий при расчете шпоночного соединения

- 1) сравнение действительного напряжения смятия с допусковым
- 2) выбор типоразмера
- 3) определение напряжения смятия
- 4) определение допускового напряжения смятия

145. По каким показателям выбирают смазочный материал для редукторов

- 1) температура в редукторе
- 2) контактное напряжение на колесе
- 3) окружная скорость колеса
- 4) контактное напряжение и скорость колеса
- 5) изгибное напряжение и частота вращения колеса

## 8. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Привод к конвейеру состоит из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, червячного редуктора с верхним расположением червяка. Составить схему привода, выбрать стандартный электродвигатель, определить передаточное отношение и все кинематические параметры для каждого вала.

Данные к расчету:  $N_{рв} = 4,5$  кВт;

$$n_{рв} = 70 \text{ об/мин};$$

$$n_c = 3000 \text{ об/мин.}$$

**Решение.**

1) Составляем схему привода из указанных в задании элементов (рис.8.1)

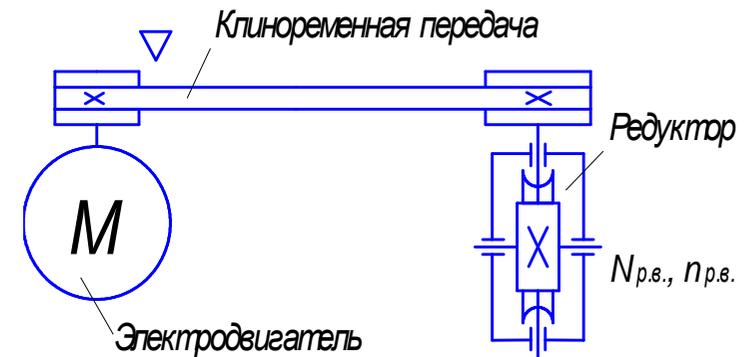


Рис. 8.1.

2) Для того, чтобы выбрать электродвигатель, необходимо определить общий коэффициент полезного действия привода (КПД). Но у червячной передачи КПД. зависит от заходности ( $Z_1$ ) червяка, а та, в свою очередь, зависит от передаточного числа ( $U_{чп}$ ), поэтому надо определить ориентировочное значение передаточного отношения привода.

$$U_{пр} = n_c / n_{рв} = 3000/70 = 42,8$$

Разбиваем это число на части:  $U_{чп} = 20$

(выбираем из стандартного ряда передаточных чисел) и

$U_{орп} = 42,8 / 20 = 2,14$  (в дальнейшем это число будет уточнено).

Теперь можно определить общий КПД привода:

$$\eta_{пр} = \eta_{орп} \cdot \eta_{чп} \cdot \eta_{пк}^2 = 0,96 \cdot 0,83 \cdot 0,993^2 = 0,786$$

где  $\eta_{орп} = (0,95 - 0,97)$  - КПД открытой ременной передачи;

$\eta_{пк} = (0,99 - 0,995)$  - КПД пары подшипников качения;

$\eta_{чп} = (0,8 - 0,85)$  - КПД червячной передачи для

двухзаходных червяков при  $U_{чп}=20$  [7, с.40].

Требуемая (рабочая) мощность электродвигателя

$$N_{эл}^P = N_{рв} / \eta_{пр} = 4,5 / 0,786 = 5,725 \text{ кВт}$$

Выбираем электродвигатель **4A100L2У3**

$$N_{эл}^P = 5,5 \text{ кВт}$$

$$n_c = 3000 \text{ об/мин}$$

$$S = 3,4 \% \quad [7, \text{стр.42}]$$

Перегрузка электродвигателя составляет

$$[(5,725 - 5,5) / 5,5] \cdot 100\% = 4,1\%,$$

что допустимо, т.к. меньше 5%.

3) Определяем асинхронную (реальную) частоту вращения вала электродвигателя

$$n_{ас} = n_c (1 - S / 100) = 3000 (1 - 3,4 / 100) = 2898 \text{ об/мин}$$

Требуемое передаточное число привода

$$U_{пр} = n_{ас} / n_{рв} = 2898 / 70 = 41,4$$

Оставляем для червячного редуктора  $U_{чп} = 20$ ,

тогда  $U_{орп} = 41,4 / 20 = 2,07$ , округляем до  $U_{орп} = 2,1$

Критерием округления является отклонение частоты вращения рабочего вала от заданного значения, отклонение не должно превышать (3 – 4) %.

4) Определяем мощность на каждом валу привода

$$N_{б} = N_{эл}^P \cdot \eta_{орп} \cdot \eta_{пк} = 5,725 \cdot 0,96 \cdot 0,993 = 5,46 \text{ кВт},$$

$$N_{т} = N_{б} \cdot \eta_{чп} \cdot \eta_{пк} = 5,46 \cdot 0,83 \cdot 0,993 = 4,50 \text{ кВт},$$

$$N_{рв} = N_{т} = 4,50 \text{ кВт}.$$

Совпадает с заданным значением, значит, расчет выполнен правильно.

5) Определяем частоты вращения валов

$$n_{б} = n_{ас} / U_{орп} = 2898 / 2,1 = 1380 \text{ об/мин},$$

$$n_T = n_B / U_{\text{ЧП}} = 1380 / 20 = 69 \text{ об/мин,}$$

$$n_{\text{РВ}} = n_T = 69 \text{ об/мин}$$

Отклонение от заданного значения составляет

$[(70 - 69) / 70] \cdot 100\% = 1,4 \%$ , что является допустимым, т.к. меньше 3%. Это подтверждает правильность определения и разбиения передаточного отношения.

б) Определяем крутящие моменты на валах по формуле

$$T_i = (30 \cdot N_i) / (\pi \cdot n_i)$$

$$T_{\text{ЭЛ}} = (30 \cdot 5725) / (3,14 \cdot 2898) = 18,87 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

$$T_B = (30 \cdot 5460) / (3,14 \cdot 1380) = 37,8 \text{ Н}\cdot\text{м,}$$

$$T_T = (30 \cdot 4500) / (3,14 \cdot 69) = 623 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

7) Определяем угловые скорости вращения валов по формуле  $\omega_i = (\pi \cdot n_i) / 30$

$$\omega_{\text{ЭЛ}} = (3,14 \cdot 2898) / 30 = 303,3 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_B = (3,14 \cdot 1380) / 30 = 144,4 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_T = (3,14 \cdot 69) / 30 = 7,2 \text{ рад/с}$$

Сводим данные кинематического расчета в таблицу

Вал	Параметры			
	$N_i$ , кВт	$n_i$ , об/мин	$T_i$ , Н·м	$\omega_i$ , рад/с
Электродвигателя	5,725	2898	18,87	303,3
Быстроходный	5,46	1380	37,8	144,4
Тихоходный	4,5	69	623	7,2

**Пример 2.** Подобрать муфту упругую втулочно-пальцевую для соединения валов электродвигателя и редуктора в приводе цепного конвейера.

Данные к расчету:  $T_B = 120 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ,  $n_B = 1467 \text{ об/мин}$ , режим работы – средней тяжести.

**Решение.**

1) Для того, чтобы определить марку электродвигателя, необходимо определить его рабочую мощность.

Крутящий момент на валу электродвигателя

$$T_{\text{ЭЛ}} = T_B / \eta_M = 120 / 0,98 = 122,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Рабочая мощность электродвигателя

$$N_{\text{ЭЛ}}^P = (T_{\text{ЭЛ}} \cdot n_B \cdot \pi) / 30 =$$

$$= (122,4 \cdot 1467 \cdot 3,14) / 30 = 18794 \text{ Вт} = 18,794 \text{ кВт}$$

Выбираем электродвигатель **4А160М4У3** с параметрами

$$N^H = 18,5 \text{ кВт;}$$

$$n_C = 1500 \text{ об/мин} \quad [7, \text{стр.42}]$$

(перегрузка эл/двигателя составляет 1,6 %, что допустимо).

Диаметр вала этого двигателя  $d_{\text{ЭЛ}} = 48 \text{ мм}$ , длина выходного конца вала  $l_{\text{ЭЛ}} = 110 \text{ мм}$  [7, стр.44]

2) Минимальный диаметр быстроходного вала редуктора можно определить из условия прочности на кручение по пониженным допускаемым касательным напряжениям, приняв  $[\tau] = 20 \text{ МПа}$ :

$$d_{Б(ВХ)} \geq \sqrt[3]{(16 T_B) / (\pi [\tau])} \times 1,1 = 36 \text{ мм}$$

(стандартное значение из ряда диаметров валов). При необходимости можно увеличить это значение, но меньше брать нельзя.

3) Максимальный крутящий момент, который может возникнуть в муфте, определяем с учетом коэффициента режима работы, который для цепного конвейера составляет  $K_P = (1,5 \dots 2,0)$ :

$$M_{МФ}^{МАКС} = K_P \cdot T_{ЭЛ} = 2 \cdot 122,4 = 245 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

4) По определенным значения  $d_{ЭЛ} = 48 \text{ мм}$ ,

$$d_{Б(ВХ)} \geq 36 \text{ мм},$$

$$M_{МФ}^{МАКС} = 245 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Выбираем муфту упругую втулочно - пальцевую

**МУВП 500 – 48 – I. 1. – 40 – II. 1. – УЗ ГОСТ 21424-75**

Из обозначения муфты видно, что вал электродвигателя длиной 110 мм имеет цилиндрическую форму, вал редуктора имеет коническую форму и длину  $l_{Б(ВХ)} = 85 \text{ мм}$  [ 7, стр169].

Эти данные могут понадобиться при конструировании быстроходного вала редуктора, расчете подшипников и коэффициента запаса прочности.

**Пример 3.** Подобрать и рассчитать призматическую шпонку для посадки ведомого шкива открытой ременной передачи на быстроходный вал цилиндрического редуктора. Данные к расчету:  $T_B = 166,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;  $l_{ВХ} = 46 \text{ мм}$ ;  $d_{Б(ВХ)} = 38 \text{ мм}$ ; материал шпонки – Ст. 6; режим работы – легкий.

**Решение.**

1) По диаметру вала выбираем призматическую шпонку

$$10 \times 8 \times (22 \dots 110) ; t_2 = 3,3 \text{ мм} \quad [4, \text{стр.440}]$$

Так как длина входного конца вала 46 мм, то длина шпонки

$$l_{ШП} = l_{ВХ} - (5 \dots 10) = 46 - 10 = 36 \text{ мм}$$

Тогда рабочая длина шпонки

$$l_P = l_{ШП} - b = 36 - 10 = 26 \text{ мм (тип А)}$$

$$l_P = l_{ШП} = 36 \text{ мм (тип Б)}$$

2) Допускаемое напряжение смятия для Ст. 6 с учетом режима работы

$$[\sigma_{СМ}]' = 0,8 [\sigma_{СМ}] = 0,8 (100 \dots 120) = (80 \dots 96) \text{ МПа}$$

3) Расчетное напряжение смятия шпонки

$$\begin{aligned} \text{тип А : } \sigma_{СМ} &= 2T / (d_{ВХ} \cdot t_2 \cdot l_P) = \\ &= (2 \cdot 166,7 \cdot 10^3) / (38 \cdot 3,3 \cdot 26) = 102 \text{ МПа} > [\sigma_{СМ}]' \end{aligned}$$

что больше допускаемого значения.

$$\begin{aligned} \text{тип Б : } \sigma_{СМ} &= 2T / (d_{ВХ} \cdot t_2 \cdot l_P) = \\ &= (2 \cdot 166,7 \cdot 10^3) / (38 \cdot 3,3 \cdot 36) = 74 \text{ МПа} < [\sigma_{СМ}]' \end{aligned}$$

Подходит шпонка  $10 \times 8 \times 36$ , тип Б.

**Пример 4.** Определить необходимый минимальный диаметр среднего вала коническо - цилиндрического редуктора при помощи расчета на изгиб с кручением.

Данные к расчету:  $F_{t2} = 3,04$  кН;  $F_{r2} = 0,378$  кН;  
 $F_{a2} = 1,133$  кН;  $F_{t3} = 4,435$  кН;  $F_{r3} = 1,63$  кН;  $N_C = 13$  кВт;  
 $n_C = 483$  об/мин;  $d_{e2} = 93$  мм; материал вала – сталь 40Х с закалкой; расстояние между шестерней и подшипником В – с = 48 мм; между подшипником А и коническим колесом  $a = 77$  мм; между коническим колесом и цилиндрической шестерней –  $b = 120$  мм.

**Решение.**

1) Задаем систему координат и составляем схему нагружения вала: пусть направление вращения вала «от нас», окружную силу на колесе  $F_{t2}$  направляем в сторону вращения вала, на шестерне  $F_{t3}$  – в сторону, обратную вращению; осевую силу  $F_{a2}$  направляем к ближайшему подшипнику; радиальные силы  $R_X$  и  $R_Y$  в подшипниках направляем противоположно окружной и радиальной силам в зацеплении (рис.8.2)

2) В горизонтальной плоскости на вал действуют окружные силы  $F_{t2}$  и  $F_{t3}$ , реакции в подшипниках  $R_{AX}$  и  $R_{BX}$ . Чтобы определить  $R_{AX}$  и  $R_{BX}$ , составляем уравнения моментов всех сил относительно точек А и В.

$$\Sigma M_A^X (F_i) = 0: - F_{t2} \cdot a - F_{t3} (a+b) + R_{BX} (a+b+c) = 0$$

Отсюда определяем

$$R_{BX} = [ F_{t2} \cdot a + F_{t3} (a+b) ] / (a+b+c) = \\ = [(3,04 \cdot 77) + (4,435 \cdot 197) / (77+120+48) = 4,522 \text{ кН}$$

$$\Sigma M_A^X (F_i) = 0: - F_{t2} (b+c) + F_{t3} \cdot c + R_{AX}(a+b+c) = 0$$

Тогда  $R_{AX} = [F_{t2} (b+c) + F_{t3} \cdot c] / (a+b+c) =$

$$= [3,04 \cdot 168 + 4,435 \cdot 48] / (77+120+48) = 2,953 \text{ кН}$$

$$\text{Проверка: } \Sigma F_{iX} = R_{AX} + R_{BX} - F_{t2} - F_{t3} = 0$$

Разбиваем вал на участки, мысленно проводим сечения, отбрасываем более нагруженную часть и определяем внутренние изгибающие моменты в плоскости XOZ. Можно воспользоваться правилами построения эпюр внутренних изгибающих моментов в задачах «на изгиб» (см. курс «Сопротивление материалов»). В результате получаем эпюру внутренних изгибающих моментов в горизонтальной плоскости, изображенную на рис. 8.2 а.

3) В вертикальной плоскости на вал действуют радиальные силы  $F_{r2}$  и  $F_{r3}$ , осевая сила  $F_{a2}$ , реакции в подшипниках  $R_{AY}$ ,  $R_{BY}$ . Сила  $F_{a2}$  при переносе из центра зацепления на ось вала создает изгибающий момент  $M_{a2}$ , который равен произведению осевой силы на половину делительного диаметра конического колеса

$$M_{a2} = F_{a2} \cdot d_{e2} / 2 = 1,133 \cdot 93 / 2 = 52,7 \text{ кН мм} = 52,7 \text{ Н м}$$

Составляем уравнения моментов всех сил относительно точек А и В и определяем силы  $R_{AY}$  и  $R_{BY}$

$$\Sigma M_A^Y (F_i) = 0: F_{r2} \cdot a - M_{a2} - F_{r3}(a+b) + R_{BY}(a+b+c) = 0$$

$$R_{BY} = [F_{r3} \cdot (a+b) - F_{r2} \cdot a + M_{a2}] / (a+b+c) = \\ = [(1,63 \cdot 197) + 52,7 - (0,378 \cdot 77) / (77+120+48) = 1,407 \text{ кН}$$

$$\Sigma M_A^X (F_i) = 0: -F_{r2}(b+c) + F_{r3} \cdot c - M_{a2} + R_{AY}(a+b+c) = 0$$

$$R_{AY} = [F_{r2}(b+c) - F_{r3} \cdot c + M_{a2}] / (a+b+c) = \\ = [(0,378 \cdot 168) + 52,7 - (1,63 \cdot 48)] / (77+120+48) = 0,155 \text{ кН}$$

$$\text{Проверка: } \Sigma F_{iy} = R_{BY} - R_{AY} + F_{r2} - F_{r3} = 0$$

Разбиваем вал на участки, проводим сечения, отбрасываем более нагруженную часть и определяем внутренние изгибающие моменты в плоскости YOZ (рис. 8.2 б).

4) Среднее значение крутящего момента на данном валу можно определить по формуле

$$M_{кр} = N_C / \omega_C = 30 \cdot N_C / \pi \cdot n_C = 30 \cdot 13000 / 3,14 \cdot 483 = 257,2 \text{ Нм}$$

Эпюра крутящего момента располагается между коническим колесом и цилиндрической шестерней (рис. 8.2в).

5) Определяем суммарные изгибающие моменты в сечениях под коническим колесом (сечение С) и цилиндрической шестерней (сечение D).

$$M_{прив(С)} = [(M^X_{изг(С)})^2 + (M^Y_{изг(С)})^2]^{1/2} = \\ = (227,4^2 + 40,8^2)^{1/2} = 231 \text{ Н м}$$

$$M_{прив(D)} = [(M^X_{изг(D)})^2 + (M^Y_{изг(D)})^2]^{1/2} = \\ = (217,1^2 + 67,5^2)^{1/2} = 227,4 \text{ Н м}$$

Так как крутящий момент в этих сечениях одинаковый, то более нагруженным будет сечение С. Определяем эквивалентный момент в этом сечении

$$M_{ЭКВ(С)} = [(M_{прив(С)})^2 + (M_{кр})^2]^{1/2} = \\ = [231^2 + 257,2^2]^{1/2} = 345,7 \text{ Н м}$$

б) Определяем минимально необходимый диаметр вала в сечении С.

Для стали 40Х предел прочности  $\sigma_B = (780 \dots 930) \text{ МПа}$  (среднее значение 855 МПа), тогда

$$[\sigma_{-1}] = 0,0868 \cdot \sigma_B = 0,0868 \cdot 855 = 74,2 \text{ МПа}$$

$$d_C \geq \sqrt[3]{\frac{M_{ЭКВ}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{345,7 \times 10^3}{0,1 \times 74,2}} = 36 \text{ мм}$$

Увеличиваем на 10% из-за ослабления сечения шпоночным пазом, получается 39,6 мм, принимаем стандартное значение 40 мм.

Если при конструировании вала в данном сечении заложен диаметр более 40 мм, то вал удовлетворяет условию прочности на изгиб с кручением.

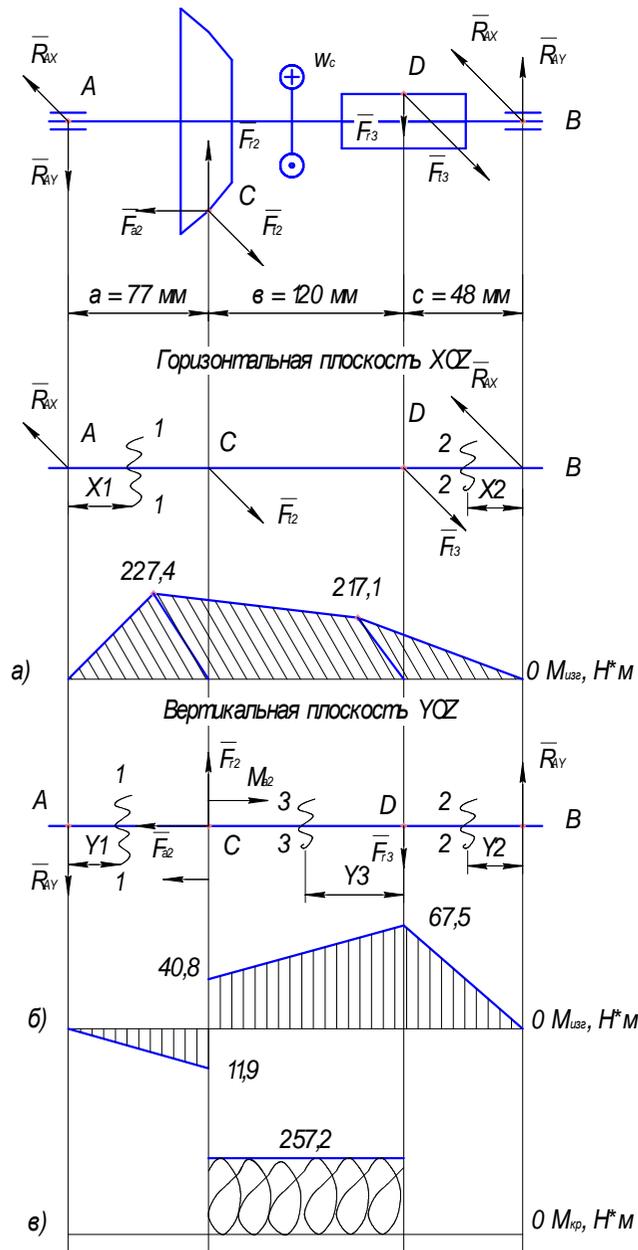


Рис. 8.2

**Пример 5.** Проверить возможность установки подшипников роликовых конических средней серии на промежуточном валу коническо – цилиндрического редуктора.

Данные к расчету: диаметр вала под подшипником  $d_{B(ПК)} = 45$  мм;  $F_{a2} = 1,133$  кН (к подшипнику A);  $R_{Ax} = 2,953$  кН;  $R_{Ay} = 0,155$  кН;  $R_{Bx} = 4,522$  кН;  $R_{By} = 1,407$  кН;  $n = 483$  об/мин; заданная долговечность  $L_{TP} = 28800$  час; материал вала – сталь 40X с закалкой; вращается внутреннее кольцо подшипника; передача работает с умеренными толчками при температуре менее  $100$  °С.

**Решение.**

1) Определяем полные реакции в подшипниках A и B:

$$R_A = [(R_{Ax})^2 + (R_{Ay})^2]^{1/2} = [2,953^2 + 0,155^2]^{1/2} = 3,12 \text{ кН}$$

$$R_B = [(R_{Bx})^2 + (R_{By})^2]^{1/2} = [4,522^2 + 1,407^2]^{1/2} = 4,73 \text{ кН}$$

Это радиальные силы, действующие на подшипники,

$$F_{rA} = R_A = 3,12 \text{ кН};$$

$$F_{rB} = R_B = 4,73 \text{ кН}$$

2) Для выбора типа подшипника определяем отношение осевой силы к радиальным силам в подшипнике:

$$F_a / F_r = [1,135 / 0,378 \dots 1,135 / 1,610] = 3,00 \dots 0,7$$

По максимальному значению в соответствии с рекомендациями [9, стр. 32] выбираем подшипники роликовые конические средней серии № 7309 (последние цифры – номер подшипника – получаются при делении диаметра участка вала под подшипником на 5).

Характеристика подшипника № 7309 [7, стр. 184]:

угол  $\beta = (10...14)^\circ$ ;

статическая грузоподъемность  $C_{0r} = 59,3$  кН;

динамическая грузоподъемность  $C_r = 76,1$  кН.

3) Для определения осевых сил в подшипниках необходимо определить осевые составляющие от радиальных нагрузок. Принимаем, что подшипники поставлены «враспор».

$$S_A = 0,83 \cdot e \cdot F_{rA} = 0,83 \cdot 0,28 \cdot 3,12 = 0,725 \text{ кН}$$

$$S_B = 0,83 \cdot e \cdot F_{rB} = 0,83 \cdot 0,28 \cdot 4,73 = 1,099 \text{ кН}$$

$$(e = 1,5 \cdot \operatorname{tg} \beta = 1,5 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ = 0,28)$$

Так как  $S_B > S_A$ , то расчетная осевая нагрузка:

$$F_{aA} = F_a + S_B = 1,135 + 1,099 = 2,23 \text{ кН}$$

$$F_{aB} = S_B = 1,099 \text{ кН}$$

$V = 1$ , т.к. вращается внутреннее кольцо подшипника;

$K_B = 1,5$ , т.к. умеренный режим работы;

$K_T = 1$ , т.к. температура менее  $100^\circ\text{C}$ .

Эквивалентная нагрузка на подшипник А:

$$F_{aA} / V \cdot F_{rA} = 2,232 / 1 \cdot 3,12 = 0,715 \text{ кН}$$

Так как  $F_{aA} / V \cdot F_{rA} > e$ , то

$$X = 0,4; \quad Y = 0,4 \cdot \operatorname{ctg} \beta = 2,16$$

$$P_{\text{ЭКВ А}} = (X \cdot V \cdot F_{rA} + Y \cdot F_{aA}) \cdot K_B \cdot K_T = \\ = (0,4 \cdot 1 \cdot 3,12 + 2,16 \cdot 0,715) \cdot 1,5 \cdot 1 = 9,104 \text{ кН}$$

Эквивалентная нагрузка на подшипник В:

$$F_{aB} / V \cdot F_{rB} = 1,099 / 1 \cdot 4,73 = 0,232 \text{ кН}$$

Так как  $F_{aB} / V \cdot F_{rB} < e$ , то  $X = 1$ ;  $Y = 0$

$$P_{\text{ЭКВ В}} = (X \cdot V \cdot F_{rB} + Y \cdot F_{aA}) \cdot K_B \cdot K_T = \\ = 1 \cdot 1 \cdot 4,73 \cdot 1,5 \cdot 1 = 7,095 \text{ кН}$$

Расчетную динамическую грузоподъемность считаем по большему значению  $P_{\text{ЭКВ}}$

$$C_{r \text{ расч}} = P_{\text{ЭКВ}} [573 \cdot \pi \cdot n \cdot L_{\text{ТР}} / 30 \cdot 10^6]^{1/3,33} = \\ = 9,104 [573 \cdot 3,14 \cdot 483 \cdot 28800 / 30 \cdot 10^6]^{1/3,33} = 68,5 \text{ кН}$$

**Вывод:** Так как расчетная грузоподъемность превышает номинальную (табличную), то можно сделать вывод, что данный подшипник не подходит.

<b>Содержание</b>	
Введение	3
Программа курса	5
Рекомендуемая литература	9
Вопросы для самоконтроля	10
Задания для самостоятельного решения	20
Задание 1	
Кинематический расчет привода	20
Задание 2	
Расчет цилиндрической передачи закрытого типа	35
Задание 3	
Расчет закрытой червячной передачи	42
Задание 4	
Расчет вала на изгиб с кручением	49
Задание 5	
Выбор и расчет шпонок	54
Задание 6	
Выбор муфты	59
7. Тестовые задания	62
8. Примеры решения задач	98

## Учебное издание

Комарова Татьяна Геннадьевна

Зарубин Василий Павлович

Магницкий Алексей Олегович

### Механика

Часть 3. Детали машин.

Методическое пособие

для самостоятельной работы студентов

Под редакцией В.Г. Мельникова

Редактор В.Л. Родичева

Подписано в печать 30.10.2008.

Формат 60x84 1/16. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 6,51. Уч. – изд. л. 7,22.

Тираж      экз.      Заказ

ГОУВПО Ивановский государственный

химико-технологический университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры  
экономики и финансов ГОУВПО „ИГХТУ”

153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7