

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт технологий и инженерной механики**

**Кафедра технологий машиностроения и инженерного консалтинга**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института технологий  
и инженерной механики  
  
Могильная Е.П.  
« 18 » 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ»**

По направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль «Двигатели внутреннего сгорания»

## Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Детали машин и основы конструирования». – 71 с.

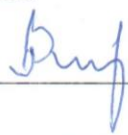
Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Детали машин и основы конструирования» разработана с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 145.

### СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент кафедры Муховатый А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга

« 14 » 04 20 23 года, протокол № 9

Заведующий кафедрой  В.А.Витренко

Переутверждена: «     »     20     г., протокол №    

### Согласовано:

Директор института транспорта  
и логистики

 В.В.Быкадоров

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики « 18 » 04 20 23 года, протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии  
института технологий и инженерной механики

 С.Н.Ясуник

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – освоение общих методов расчета и проектирования деталей и узлов машин общего назначения (соединения, передачи, валы, опоры и т.д.) для применения их при решении комплексных инженерных задач.

Задачи: изучение конструкций принципов работы деталей и узлов машин, инженерных расчетов по критериям работоспособности, основ проектирования и конструирования; формирования умения применять методы анализа и стандартные методы расчета при проектировании деталей узлов и машин; формирование навыков инженерных расчетов и проектирования типовых узлов машиностроительных конструкций, разработка конструкторской документации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла дисциплин подготовки бакалавров по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Дисциплина основывается на базе дисциплин: математика, физика, инженерная и компьютерная графика, теоретическая механика, сопротивление материалов, материаловедение. Знания, полученные при изучении дисциплины «Детали машин и основы конструирования», используются при освоении следующих дисциплин: энергетические машины и установки, системы ДВС, системы автоматизированного проектирования ДВС, конструирование ДВС.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1. Способен к конструкторской деятельности в области энергетического машиностроения | ПК-1.2. Выполняет разработку технического задания, эскизного проекта, расчетов, конструкций с учетом современных технологий изготовления, сборки, законов, требований безопасности. | <b>знать</b> методики инженерных расчётов, по критериям работоспособности, деталей и узлов общего машиностроительного назначения; методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; правила оформления проектной, рабочей и эксплуатационной технической документации машиностроительных производств; оформление законченных проектно - конструкторских работ в соответствии ЕСКД; стандартные методы проектирования машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий;<br><b>уметь</b> подготавливать исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономических расчётов; применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации; выбирать конструкционные и эксплуатационные материалы для применения при создании, эксплуатации и ремонте объектов профессиональной деятельности с учётом влияния внешних факторов и требований безопасной и эффективной эксплуатации и стоимости;<br><b>владеть</b> методами проведения инженерных расчётов для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений; методами графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; правилами оформления технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД; методиками расчета деталей и узлов по критериям работоспособности. |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Объем часов (зач. ед.) |
|--------------------|------------------------|
|--------------------|------------------------|

| Вид учебной работы                                                   | Объем часов (зач. ед.)    |                           |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                                                      | Очная форма               | Заочная форма             |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>                                | <b>180</b><br>(5 зач. ед) | <b>180</b><br>(5 зач. ед) |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:</b> | <b>85</b>                 | <b>16</b>                 |
| Лекции                                                               | 51                        | 8                         |
| Семинарские занятия                                                  | -                         | -                         |
| Практические занятия                                                 | 17                        | 4                         |
| Лабораторные работы                                                  | 17                        | 4                         |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                    | 36                        | 36                        |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса          | -                         | -                         |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>                       | <b>95</b>                 | <b>164</b>                |
| Форма аттестации                                                     | экзамен/курсовая работа   | экзамен/курсовая работа   |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Основные направления развития конструкций машин. Понятия «деталь» и «узел» (сборочная единица). Общие сведения о деталях и узлах. Основные задачи курса. Связь курса с общетехническими и специальными дисциплинами.

Тема 2. Общие вопросы проектирования деталей и узлов машин общего назначения. Основные требования к деталям и узлам машин. Понятия работоспособности, технологичности, экономичности и эргономичности. Понятие надежности, основные показатели. Методы оценки надежности деталей. Критерии работоспособности деталей и узлов машин, методы их оценки. Прочность деталей машин. Модели нагружения. Модели разрушения. Конструктивные и технологические способы повышения прочности деталей машин. Твердость деталей машин. Уточненные модели и расчеты деталей машин. Основы триботехники деталей. Методы оценки износостойкости соединений. Конструктивные и технологические способы повышения износостойкости соединений.

Тема 3. Механический привод и основные типы механических передач. Назначение и структура механического привода. Основные характеристики привода. Назначение и классификация передач (передачи зацеплением и трением, зубчатые, червячные, планетарные, волновые, ременные, цепные, фрикционные).

Тема 4. Зубчатые передачи, их характеристика. Основные параметры зубчатых передач. Материалы и термообработка. Понятие о контактных напряжениях. Расчет контактных напряжений. Формулы Герца. Виды повреждений зубчатых передач. Критерии работоспособности. Расчет зубьев цилиндрических прямозубых передач по напряжениям изгиба. Расчетная модель и расчетные формулы. Расчет зубчатых цилиндрических передач на контактную выносливость. Определение расчетной нагрузки в передачах. Косозубые зубчатые передачи. Область применения. Геометрические и эксплуатационные особенности. Специфика расчета.

Тема 5. Конические зубчатые передачи. Классификация передач. Область применения. Геометрические и эксплуатационные особенности. Специфика расчета на контактную и изгибную выносливость. Силы, которые действуют в зубчатых передачах, и их расчет.

Тема 6. Червячные передачи. Характеристика, область применения червячных передач. Виды червяков. Стандартные параметры червячной передачи. Материалы червячных передач. Критерии работоспособности и виды поломок. Расчет допустимых напряжений. Определение коэффициента нагрузки в червячных передачах. Расчет червячных передач на контактную выносливость и на сопротивление усталости при изгибе. Коэффициент полезного действия (КПД) червячных передач и его расчет. Способы повышения КПД. Расчет червячных передач на нагрев. Расчет на жесткость вала червяка. Силы, которые действуют в червячных передачах, их расчет.

Тема 7. Валы и оси. Этапы проектирования вала. Концентраторы напряжений валов. Расчет вала на сопротивление усталости. Расчет на статическую прочность при кратковременных перегрузках.

Тема 8. Подшипники. Классификация подшипников. Подшипники качения и скольжения. Основные типы подшипников качения. Обозначения подшипников качения. Критерии

работоспособности и расчета. Расчет подшипников качения по динамической грузоподъемности. Расчет подшипников качения по статической грузоподъемности.

Тема 9. Ременные передачи. Классификация ременных передач. Клиноременные передачи. Геометрия и кинематика. Силовые соотношения в клиноременных передачах. Напряжения в ремне. Критерии работоспособности и расчета. Нагрузка на валы. Порядок проектирования клиноременной передачи.

Тема 10. Резьбовые соединения. Классификация резьбовых соединений. Геометрические и силовые соотношения. Расчет на прочность резьбовых соединений. Прочность витков резьбы. Ненапряженное болтовое соединение, нагруженное внешней осевой силой. Напряженное болтовое соединение без внешних сил. Напряженное болтовое соединение с внешней осевой силой. Болтовое соединение, нагруженное силами в плоскости стыка деталей. Болтовое соединение с эксцентричной нагрузкой. Расчет резьбовых соединений при переменных нагрузках. Допускаемые напряжения в резьбовых соединениях.

Тема 11. Цепные передачи с приводной роликовой цепью. Проектный расчет. Проверочный расчет по износостойкости. Проверочный расчет по числу ударов звеньев цепи. Проверочный расчет по коэффициенту запаса прочности. Геометрический расчет. Нагрузка на валы и натяжение цепи.

Тема 12. Сварные соединения. Типы швов и сварных соединений, условные обозначения. Расчет стыковых соединений. Расчет нахлесточных соединений. Расчет тавровых соединений. Определение допускаемых напряжений.

Тема 13. Шпоночные и шлицевые соединения. Типы шпонок и шлицев, особенности их применения. Прочностной расчет шпонок. Прочностной расчет шлицев.

Тема 14. Муфты. Выбор муфты. Конструкции и расчет упругих компенсирующих муфт. Конструкции и расчет жестких компенсирующих муфт. Конструкция и расчет предохранительной муфты.

Тема 15. Разработка конструкции редуктора. Проектирование валов, зубчатых и червячных колес, выбор подшипников и схемы их установки. Ориентировочный расчет и конструирование валов. Конструирование зубчатых и червячных колес, валов шестерен, червяков. Выбор подшипников качения и схемы их установки. Регулировка зазоров в подшипниках и передачах. Проектирование корпуса редуктора, крышек подшипников, стаканов и крепежных деталей. Расчет основных элементов корпуса редуктора. Выбор типа и конструирование крышек подшипников. Проектирование стаканов. Смазка, уплотнения, охлаждение. Смазка передач зацеплением. Смазка подшипников качения. Уплотнительные устройства. Охлаждение редукторов. Сборочный чертеж редуктора.

Тема 16. Чертеж общего вида привода. Рамы и плиты. Опорные узлы открытых передач. Порядок проектирования механического привода.

#### 4.3. Лекции

| № п/п | Название темы                                                     | Объем часов |               |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|       |                                                                   | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Тема 1. Введение.                                                 | 1           | -             |
| 2     | Тема 2. Общие вопросы проектирования деталей и узлов машин.       | 2           | -             |
| 3     | Тема 3. Механический привод и основные типы механических передач. | 2           | 2             |
| 4     | Тема 4. Зубчатые передачи, их характеристика.                     | 6           | 2             |
| 5     | Тема 5. Конические зубчатые передачи.                             | 6           |               |
| 6     | Тема 6. Червячные передачи.                                       | 6           |               |
| 7     | Тема 7. Валы и оси.                                               | 4           |               |
| 8     | Тема 8. Подшипники.                                               | 4           | -             |
| 9     | Тема 9. Ременные передачи.                                        | 2           |               |
| 10    | Тема 10. Резьбовые соединения.                                    | 6           |               |
| 11    | Тема 11. Цепные передачи с приводной роликовой цепью              | 2           |               |
| 12    | Тема 12. Сварные соединения                                       | 2           | -             |
| 13    | Тема 13. Шпоночные и шлицевые соединения                          | 2           | -             |

| № п/п | Название темы                             | Объем часов |   |
|-------|-------------------------------------------|-------------|---|
| 14    | Тема 14. Муфты                            | 2           | - |
| 15    | Тема 15. Разработка конструкции редуктора | 2           | 2 |
| 16    | Тема 16. Чертеж общего вида привода       | 2           | 2 |
|       | <b>Итого:</b>                             | 51          | 8 |

#### 4.4. Лабораторные работы

| № п/п | Название темы                                                                             | Объем часов |               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|       |                                                                                           | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Лабораторная работа 1. Исследование болтового соединения, работающего на сдвиг            | 2           | -             |
| 2     | Лабораторная работа 2. Изучение конструкции цилиндрического зубчатого редуктора           | 2           | 2             |
| 3     | Лабораторная работа 3. Изучение конструкции червячного редуктора                          | 2           | 2             |
| 4     | Лабораторная работа 4. Изучение конструкций подшипников качения                           | 4           | -             |
| 5     | Лабораторная работа 5. Конструкции опорных узлов редукторов                               | 3           | -             |
| 6     | Лабораторная работа 6. Исследование моментов сопротивления вращению в подшипниках качения | 2           | -             |
| 7     | Лабораторная работа 7. Определение КПД червячной передачи                                 | 2           | -             |
|       | <b>Итого:</b>                                                                             | 17          | 4             |

#### 4.5. Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Название темы                                                        | Объем часов |               |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|       |                                                                      | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Кинематический и силовой расчет привода                              | 2           | 2             |
| 2     | Расчет передач привода                                               | 2           | 2             |
| 3     | Решение задач на тему: «Проектирование передач и элементов приводов» | 7           | -             |
| 4     | Эскизная компоновка редуктора                                        | 2           | 2             |
| 5     | Проектирование валов привода                                         | 4           | 2             |
| 6     | Выбор подшипников                                                    |             | -             |
|       | <b>Итого:</b>                                                        | 17          | 4             |

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

| № п/п | Название темы                           | Вид СРС                     | Объем часов |               |
|-------|-----------------------------------------|-----------------------------|-------------|---------------|
|       |                                         |                             | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Кинематический и силовой расчет привода | Выполнение типового расчета | -           | 10            |
| 2     | Определение допускаемых напряжений      | Выполнение типового расчета | -           | 10            |
| 3     | Проектный расчет передач                | Выполнение типового расчета | -           | 25            |
| 4     | Проверочный расчет передач              | Выполнение типового расчета | -           | 25            |
| 5     | Геометрический расчет передач           | Выполнение типового расчета | -           | 24            |
| 6     | Силовой расчет                          | Выполнение типового         | -           | 14            |

| № п/п | Название темы                                                                                | Вид СРС                           | Объем часов |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-----|
|       |                                                                                              | расчета                           |             |     |
| 7     | Лабораторная работа 1.<br>Исследование болтового соединения, работающего на сдвиг            | Подготовка к лабораторным работам | 9           | -   |
| 8     | Лабораторная работа 2.<br>Изучение конструкции цилиндрического зубчатого редуктора           | Подготовка к лабораторным работам | 9           | -   |
| 9     | Лабораторная работа 3.<br>Изучение конструкции червячного редуктора                          | Подготовка к лабораторным работам | 9           | -   |
| 10    | Лабораторная работа 4.<br>Изучение конструкций подшипников качения                           | Подготовка к лабораторным работам | 9           | 5   |
| 11    | Лабораторная работа 5.<br>Конструкции опорных узлов редукторов                               | Подготовка к лабораторным работам | 9           | -   |
| 12    | Лабораторная работа 6.<br>Исследование моментов сопротивления вращению в подшипниках качения | Подготовка к лабораторным работам | 9           | -   |
| 13    | Лабораторная работа 7.<br>Определение КПД червячной передачи                                 | Подготовка к лабораторным работам | 5           | 5   |
| 14    | Проектирование механического привода                                                         | Выполнение курсовой работы        | 36          | 36  |
|       | <b>Итого:</b>                                                                                |                                   | 95          | 164 |

#### 4.7. Курсовая работа

Курсовая работа предназначена для закрепления знаний, полученных на лекционных, практических занятиях по данной дисциплине и ранее изученных общетехнических дисциплин: теоретической механики, теории машин и механизмов, сопротивления материалов, машиностроительного черчения, материаловедения. При выполнении курсовой работы студент приобретает базовые навыки инженерного конструирования деталей и узлов машин общего назначения.

Тема типового курсовой работы: «Проектирование механического привода». В состав привода в общем случае входят электродвигатель, редуктор, открытая(ые) передача(и), муфта.

Содержание курсовой работы:

1. Выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчет привода (определение общего передаточного числа привода и разбивка его по ступеням, нахождение частот вращения, крутящих моментов и мощностей для всех валов).
2. Полный расчет всех механических передач.
3. Эскизная компоновка редуктора:
  - 3.1. конструирование и расчет валов;
  - 3.2. выбор и проверка подшипников;
  - 3.3. конструирование зубчатых (червячных) колес;
  - 3.4. конструирование корпуса редуктора;
  - 3.5. выбор и проверка шпоночных (шлицевых) соединений;
  - 3.6. выбор способа смазки и типа смазочного материала для передач и подшипников.
4. Выбор и проверка муфт.
5. Расчет фундаментных болтов.
6. Разработка конструкций плиты или рамы.
7. Сборочный чертеж редуктора.
8. Рабочие чертежи деталей передач, валов и др.

9. Чертеж общего вида привода.

10. Спецификации к сборочным чертежам и к общему виду привода.

## **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; технология развивающего обучения.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Шевченко С. В. Тесты по деталям машин [Электронный ресурс] : для студентов направлений подготовки «Машиностроение» и «Инженерная механика» всех форм обучения / С. В. Шевченко. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 55 с.
2. Шевченко С. В. Детали машин. Расчёты, конструирование, задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Шевченко. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2019. - 496 с.
3. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов; под ред. О. А. Ряховского. — 14-е изд., испр. — Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — 564 с. - ISBN 978-5-7038-5184-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1926402>
4. Гуревич Ю. Е. Расчет и основы конструирования деталей машин: учебник: в 2 томах. Том 1. Исходные положения. Соединения деталей машин. Детали передач / Ю.Е. Гуревич, А.Г. Схиртладзе. — Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2023. — 240 с. - ISBN 978-5-906923-29-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2021385>

### **б) дополнительная литература:**

5. Левитан Ю. В. Червячные редукторы [Текст]: справочник / Ю. В. Левитан, В. П. Обморнов, В. И. Васильев. - Ленинград: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. - 168 с. - 85 к.
6. Киркач Н. Ф. Расчет и проектирование деталей машин [Текст] : учебное пособие / Н. Ф. Киркач, Р. А. Баласаян. - 3-е изд., перераб. и доп. - Харьков : Основа, 1991. - 276 с. - ISBN 5-11-001049-8 (в пер.) : 3 р. 50 к.
7. Баласаян Р. А. Атлас деталей машин [Текст] : навч. посібник для техн. вузів / Р. А. Баласаян. - Харків : Основа, 1996. - 256 с. - ISBN 5-7768-0140-0 (в опр.) : 7 грн. 74 к.
8. Цехнович Л. И. Атлас конструкций редукторов [Текст] : учебное пособие / Л. И. Цехнович, И. П. Петриченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - К. : Выща школа, 1990. - 151 с. - ISBN 5-11-002156-2 (в пер.) : 75 к.
9. Иванов М. Н. Детали машин [Текст] : учебник для студентов вузов / М. Н. Иванов; под ред. В. А. Финогенова. - 6-е изд., перераб. - Москва : Высшая школа, 1998. - 383 с. - ISBN 5-06-003537-9 : 10 грн.
10. Детали машин и основы конструирования : учебник / С. М. Горбатюк, А. Н. Веремеевич, С. В. Албул [и др.] ; под. ред. С. М. Горбатюк. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2014. - 377 с. - ISBN 978-5-87623-754-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1220532> (дата обращения: 25.01.2024).

### **в) электронные библиотечные системы и ресурсы:**

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» —<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Научная библиотека имени А. Н. Коняева — <http://biblio.dahluniver.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» —<https://www.studmed.ru>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы модели, иллюстрирующие механизмы, деформированное и напряженное состояние тел, компьютеры, программное обеспечение. Иллюстративные материалы.

Аудитория 401 – оснащенная макетами рычажных механизмов, аудитории 406, 408 – лаборатории приводов и редукторов.

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение    | Ссылки                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Офисный пакет             | Libre Office 6.3.1                    | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>                                                              |
| Операционная система      | UBUNTU 19.04                          | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                                                                                          |
| Браузер                   | Firefox Mozilla                       | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>                                                                                                                                                   |
| Браузер                   | Opera                                 | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>                                                                                                                                                                                   |
| Почтовый клиент           | Mozilla Thunderbird                   | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                                                                                 |
| Файл-менеджер             | Far Manager                           | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>                                                                                                                                               |
| Архиватор                 | 7Zip                                  | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>                                                                                                                                                                                 |
| Графический редактор      | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF              | PDFCreator                            | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>                                                                                                                                                       |
| Аудиоплеер                | VLC                                   | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>                                                                                                                                                                   |

## 8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

### Паспорт

#### оценочных средств по учебной дисциплине

#### «Детали машин и основы конструирования»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

| Этап | Код компетенции | Уровни сформированности компетенции | Критерии оценивания компетенции |
|------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|
|------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|

|           |                                                                                        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Начальный | ПК-1. Способен к конструкторской деятельности в области энергетического машиностроения | <b>Базовый</b>    | знать методики инженерных расчётов, по критериям работоспособности, деталей и узлов общего машиностроительного назначения; методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; правила оформления проектной, рабочей и эксплуатационной технической документации машиностроительных производств; оформление законченных проектно - конструкторских работ в соответствии ЕСКД; стандартные методы проектирования машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий                                                                                          |
|           |                                                                                        | <b>Повышенный</b> | уметь подготавливать исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономических расчётов; применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации; выбирать конструкционные и эксплуатационные материалы для применения при создании, эксплуатации и ремонте объектов профессиональной деятельности с учётом влияния внешних факторов и требований безопасной и эффективной эксплуатации и стоимости |
|           |                                                                                        | <b>Высокий</b>    | владеть методами проведения инженерных расчётов для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений; методами графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; правилами оформления технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД; методиками расчета деталей и узлов по критериям работоспособности.                                                                                                                                                                                                                                              |

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции                                          | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                 | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики                  | Этапы формирования (семестр изучения) |
|-------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.    | ПК-1                           | Способен к конструкторской деятельности в области энергетического машиностроения | ПК-1.2. Выполняет разработку технического задания, эскизного проекта, расчетов, конструкций с | Тема 1. Введение.                                                 | 5                                     |
|       |                                |                                                                                  |                                                                                               | Тема 2. Общие вопросы проектирования деталей и узлов машин.       |                                       |
|       |                                |                                                                                  |                                                                                               | Тема 3. Механический привод и основные типы механических передач. | 5                                     |
|       |                                |                                                                                  |                                                                                               | Тема 4. Зубчатые передачи, их                                     | 5                                     |

|  |  |  |                                                                                       |                                                      |   |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---|
|  |  |  | учетом современных технологий изготовления, сборки, законов, требований безопасности. | характеристика.                                      |   |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 5. Конические зубчатые передачи.                | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 6. Червячные передачи.                          | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 7. Валы и оси.                                  | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 8. Подшипники.                                  | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 9. Ременные передачи.                           | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 10. Резьбовые соединения.                       | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 11. Цепные передачи с приводной роликовой цепью | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 12. Сварные соединения                          | 5 |
|  |  |  |                                                                                       | Тема 13. Шпоночные и шлицевые соединения             | 5 |

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                       | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Контролируемые темы учебной дисциплины | Наименование оценочного средства                                                                                                        |
|-------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | ПК-1                           | ПК-1.2. Выполняет разработку технического задания, эскизного проекта, расчетов, конструкций с учетом современных технологий изготовления, сборки, законов, требований безопасности. | <b>знать</b> методики инженерных расчётов, по критериям работоспособности, деталей и узлов общего машиностроительного назначения; методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; правила оформления проектной, рабочей и эксплуатационной технической документации машиностроительных производств; оформление законченных проектно - конструкторских работ в соответствии ЕСКД; стандартные методы проектирования машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий;<br><b>уметь</b> подготавливать исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и | Тема 1-13                              | Задания к лабораторным работам, задания к курсовому проекту, задачи к практическим занятиям, фонд тестовых заданий, задачи к экзамену.) |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>организационных решений на основе экономических расчётов; применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации; выбирать конструкционные и эксплуатационные материалы для применения при создании, эксплуатации и ремонте объектов профессиональной деятельности с учётом влияния внешних факторов и требований безопасной и эффективной эксплуатации и стоимости;</p> <p><b>владеть</b> методами проведения инженерных расчётов для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений; методами графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем общемашиностроительного назначения; правилами оформления технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД; методиками расчета деталей и узлов по критериям работоспособности.</p> |  |  |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## Темы лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Исследование болтового соединения, работающего на сдвиг

Лабораторная работа 2. Изучение конструкции цилиндрического зубчатого редуктора

Лабораторная работа 3. Изучение конструкции червячного редуктора

Лабораторная работа 4. Изучение конструкций подшипников качения

Лабораторная работа 5. Конструкции опорных узлов редукторов

Лабораторная работа 6. Исследование моментов сопротивления вращению в подшипниках качения

Лабораторная работа 7. Определение КПД червячной передачи

## Вопросы к лабораторным работам

( базовый уровень )

1. Чем объясняется возможное несоответствие расчетной силы сдвига и силы, определенной экспериментом для какого-либо случая?

2. Какая наблюдается закономерность между силами сдвига и силами затяжки (или моментом  $T_{\text{зав}}$ )?

3. Что необходимо предпринять с трущимися поверхностями, чтобы при одной и той же затяжке увеличить силу сдвига?

4. Каково назначение цилиндрического редуктора?

5. Для чего предназначены сквозные крышки подшипников редуктора?

6. Произвести классификацию цилиндрических зубчатых колес.

7. Какие бывают схемы червячных редукторов по относительному расположению червяка?

8. Каково устройство червячной передачи?

9. Как и для чего производится смазка в червячном редукторе?

10. Какие материалы применяют в червячном редукторе?

11. Как производится охлаждение в червячных редукторах?

12. Какие факторы являются основными при выборе схемы подшипникового узла?

13. Как обеспечивается регулировка подшипников?

14. Какая из схем обеспечивает большую жесткость вала?

15. Дать оценку одной из схем (по указанию преподавателя) подшипникового узла.

16. Почему приведенные коэффициенты трения для подшипников качения являются величинами?

17. По каким эмпирическим зависимостям можно подсчитать момент трения в подшипниках качения?

18. Какие типы подшипников характеризуются большими и какие меньшими моментами трения?

19. Какие факторы влияют на КПД червячного редуктора?

20. Почему при прочих равных условиях КПД червячного редуктора увеличивается с ростом частоты вращения червяка?

21. Каковы причины некоторого несовпадения значений КПД червячного редуктора, найденных экспериментальными и расчетными методами?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*Лабораторные работы*

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено                               | Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| незачтено                             | Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)                                                                                            |

**Тема и задание курсовой работы**  
(высокий уровень)

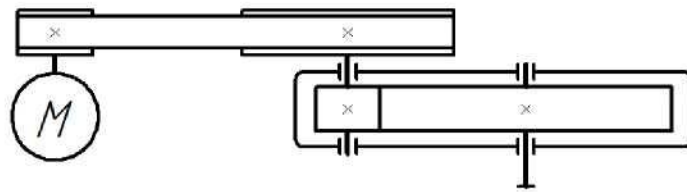
Тема типовой курсовой работы: «Проектирование механического привода». В состав привода входят электродвигатель, редуктор, открытая передача, муфта. Курсовой проект выполняется в 5 семестре. В качестве исходных данных в задании представлены схема, график нагружения, усилие, скорость в цепи, диаметр звездочки или крутящий момент, частота вращения выходного вала, срок службы.

Содержание курсовой работы:

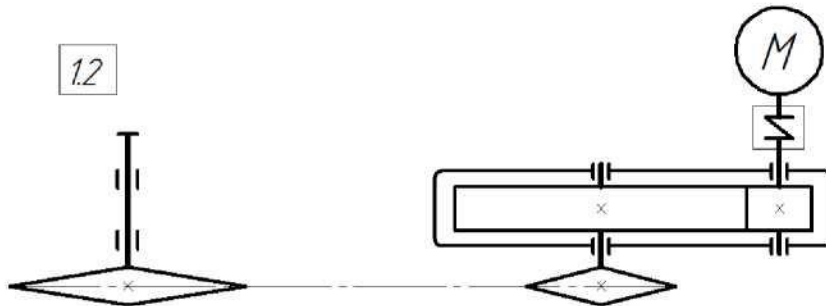
1. Выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчет привода (определение общего передаточного числа привода и разбивка его по ступеням, нахождение частот вращения, крутящих моментов и мощностей для всех валов).
2. Полный расчет всех механических передач.
3. Эскизная компоновка редуктора:
  - 3.1. конструирование и расчет валов;
  - 3.2. выбор и проверка подшипников;
  - 3.3. конструирование зубчатых (червячных) колес;
  - 3.4. конструирование корпуса редуктора;
  - 3.5. выбор и проверка шпоночных (шлицевых) соединений;
  - 3.6. выбор способа смазки и типа смазочного материала для передач и подшипников.
4. Выбор и проверка муфт.
5. Расчет фундаментных болтов.
6. Разработка конструкций плиты или рамы.
7. Сборочный чертеж редуктора.
8. Рабочие чертежи деталей передач, валов и др.
9. Чертеж общего вида привода.
10. Спецификации к сборочным чертежам и к общему виду привода.

# Типовые схемы для курсовой работы

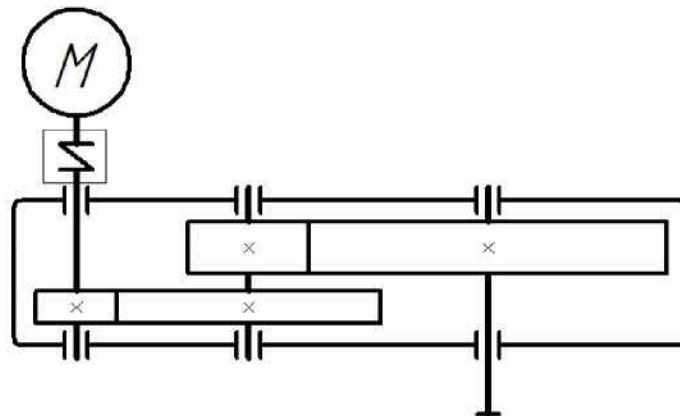
1.1



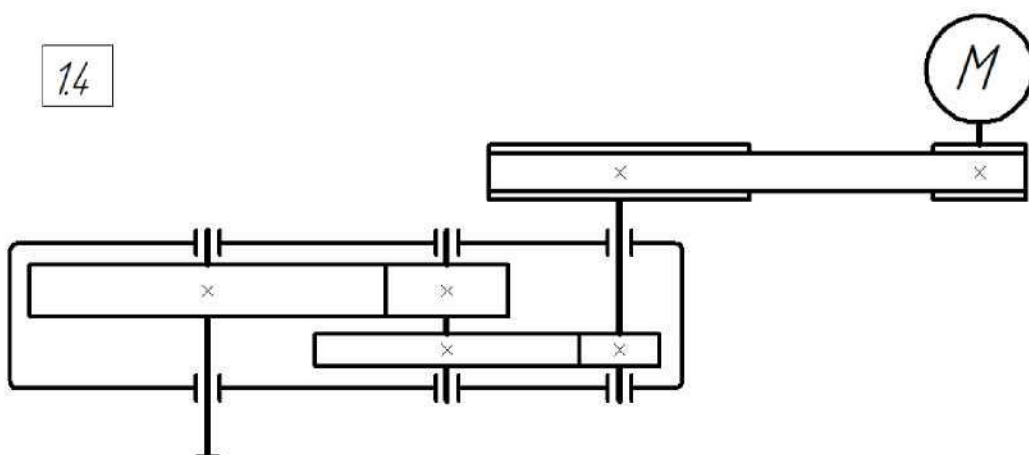
1.2

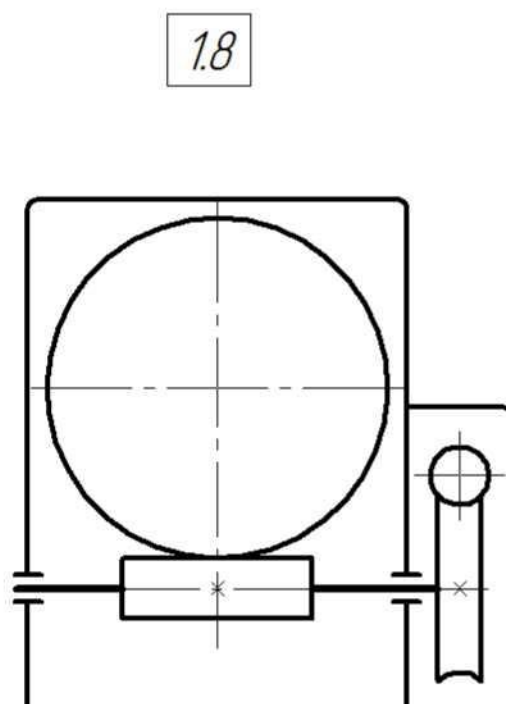
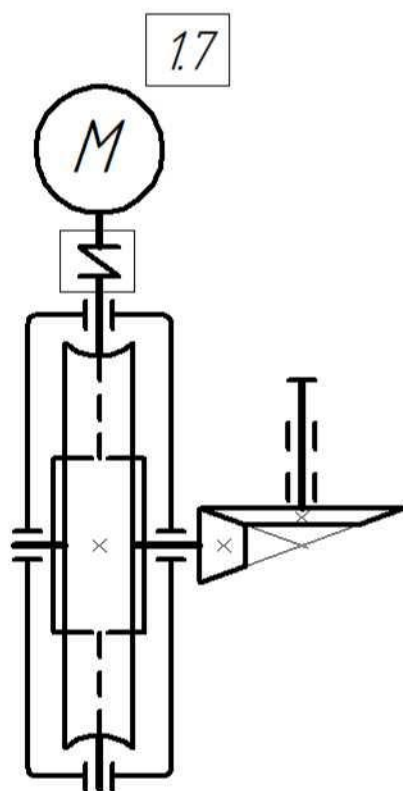
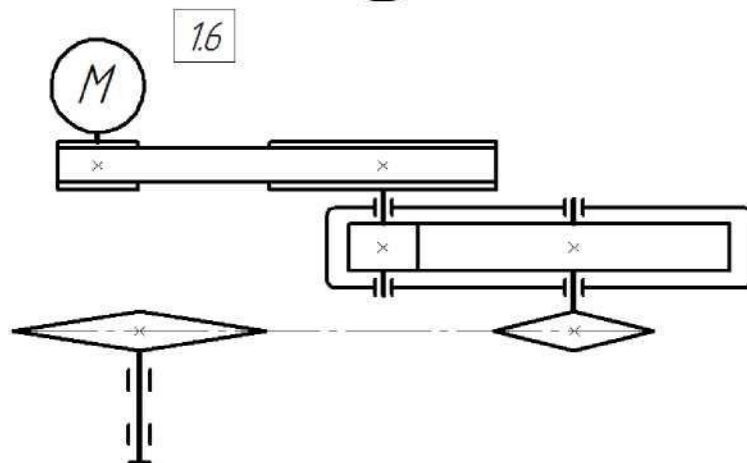
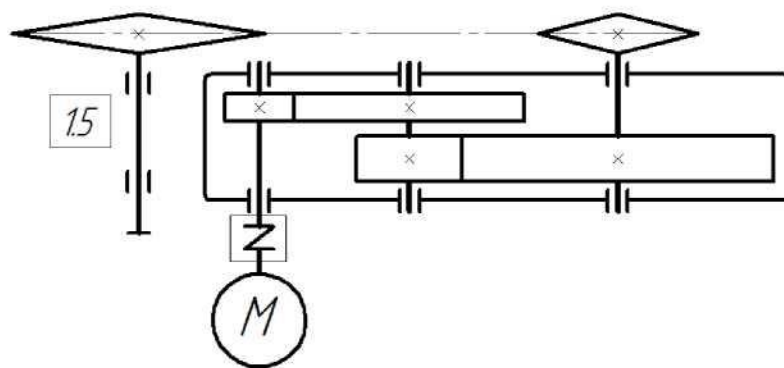


1.3

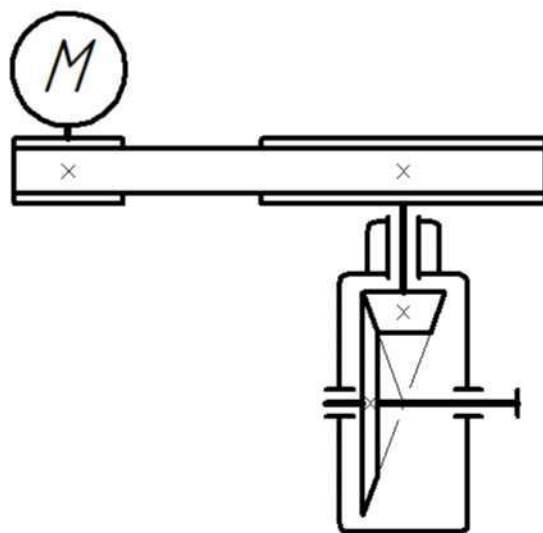


1.4

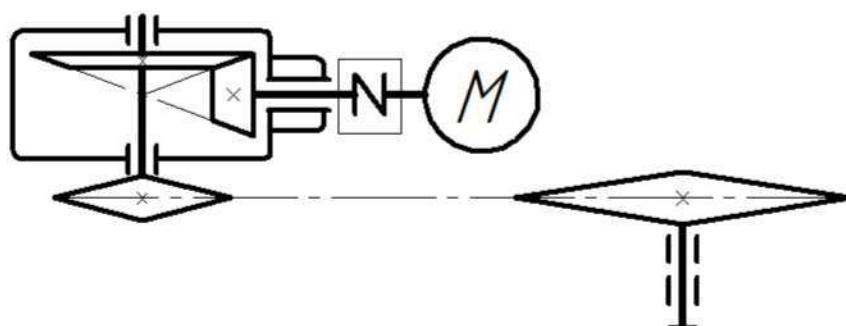




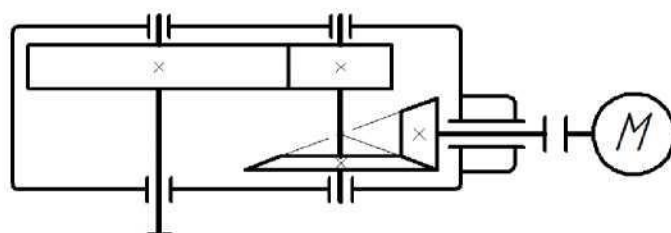
2.1



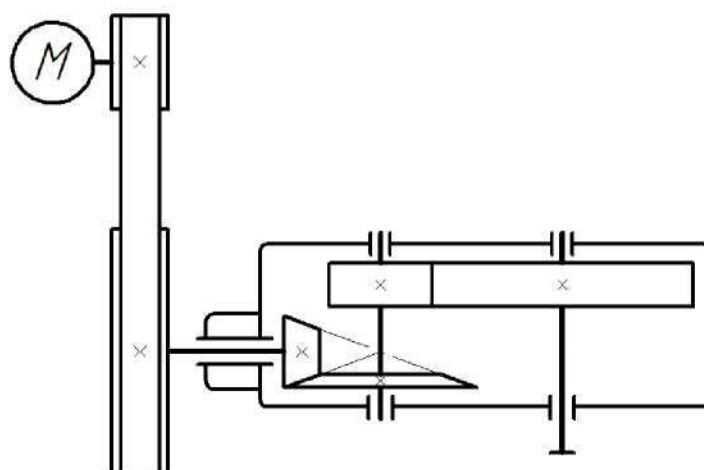
2.2



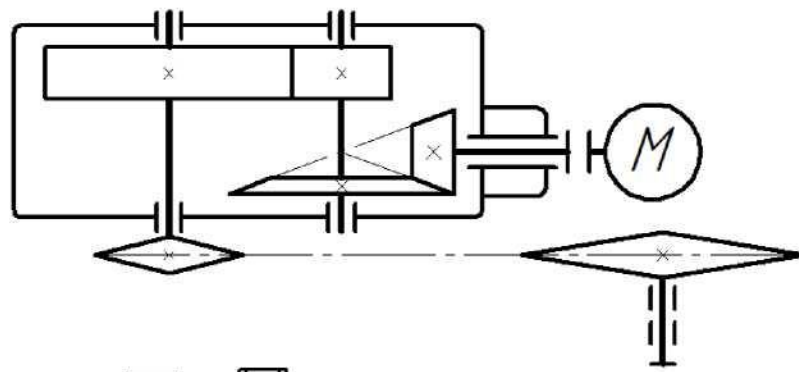
2.3



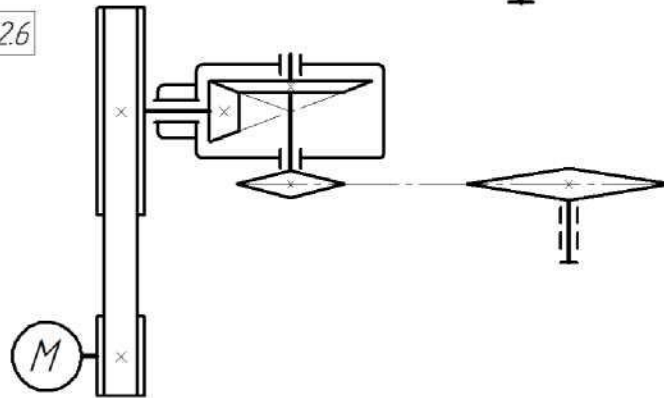
2.4



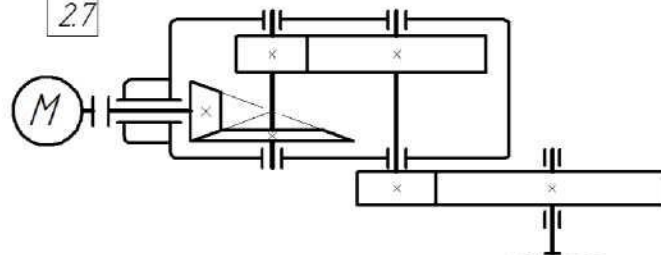
25



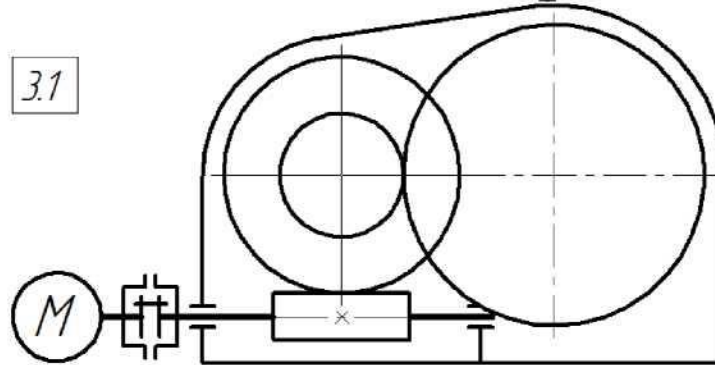
26



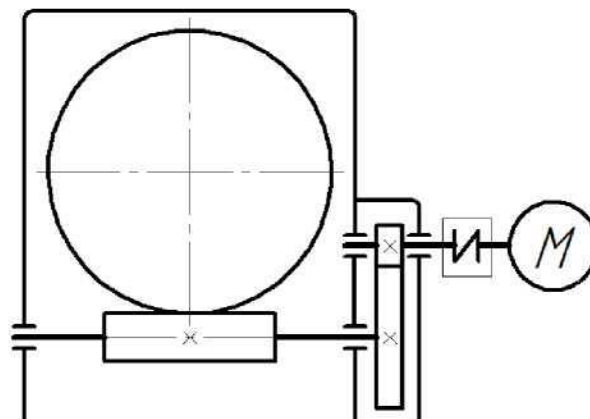
27



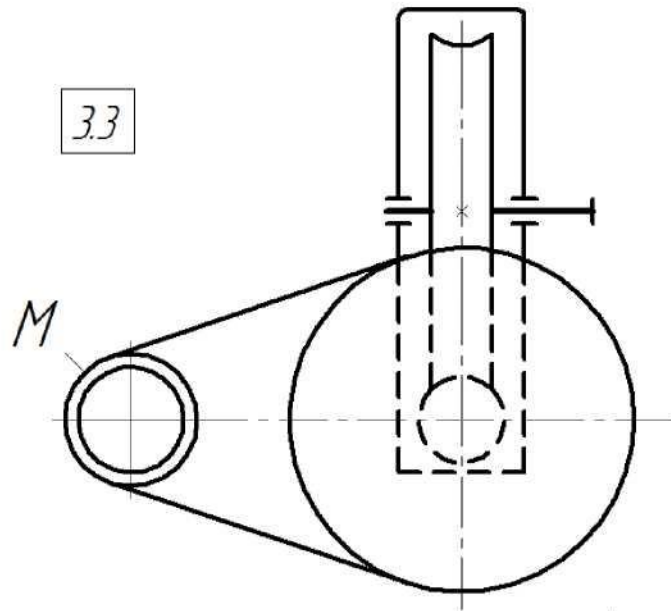
31



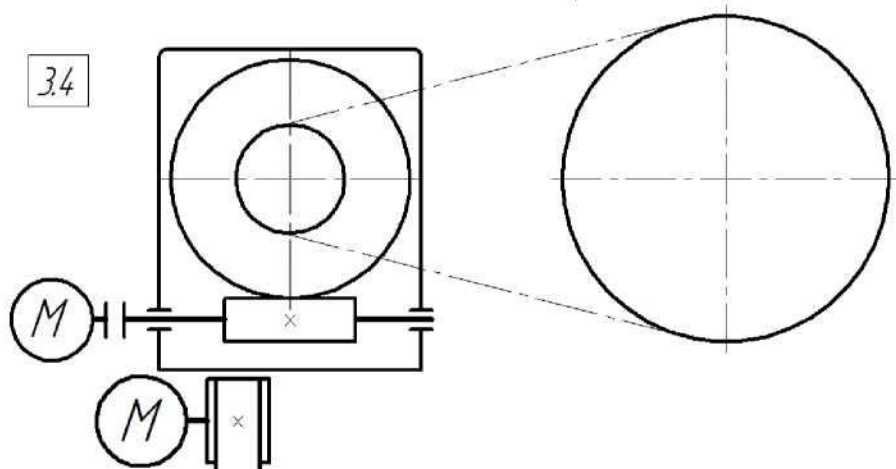
32



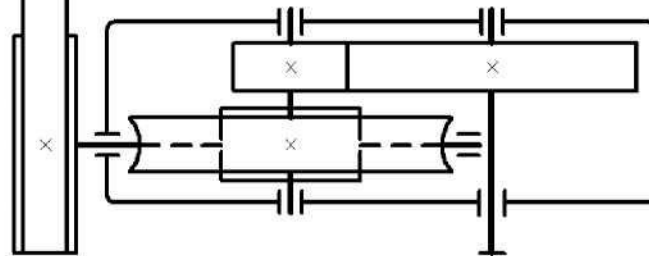
3.3



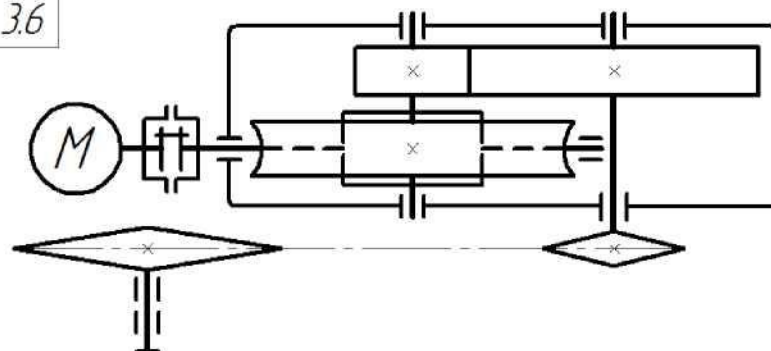
3.4

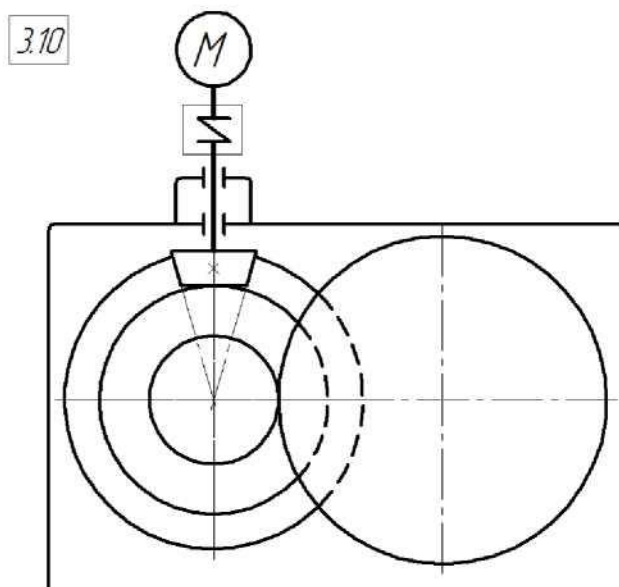
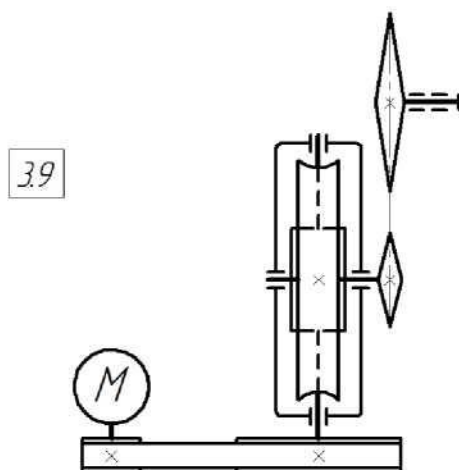
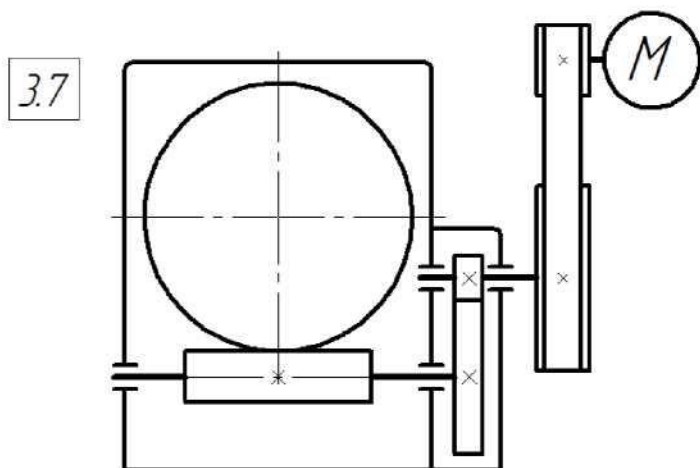


3.5



3.6





Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
курсовая работа

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; в полном объеме раскрыты вопросы теоретической и практической части работы; отсутствуют ошибки, неточности, несоответствия в изложении разделов; сделаны верные выводы; высокое качество оформления; представление курсовой работы в указанные сроки; |

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | уверенная защита.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4                                     | В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; наличие небольших неточностей в изложении теоретического или практического разделов; верные выводы; хорошее качество оформления; представление курсовой работы в указанные сроки.                                                                                                                               |
| 3                                     | В курсовой работе содержание соответствует заявленной теме; недостаточно полно раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие ошибок и неточностей в изложении теоретического или практического разделов; недостаточно глубокий анализ результатов; небрежное оформление; представление курсовой работы в поздние сроки; ошибки и неточности в ходе защиты. |
| 2                                     | В курсовой работе содержание не соответствует заявленной теме; не раскрыты вопросы теоретической или практической части; наличие грубых ошибок в изложении теоретического или практического разделов; отсутствие анализа результатов; низкое качество оформления; представление в поздние сроки; грубые ошибки в ходе защиты.                                               |

### ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО «ДЕТАЛЯМ МАШИН И ОСНОВАМ КОНСТРУИРОВАНИЯ» ( базовый уровень )

1. На основании чего выбраны частота вращения и номинальная мощность электродвигателя?
2. Из каких соображений производится разбивка передаточного числа редуктора по ступеням (компактность, условия смазки и т.д.)?
3. Для какой цели служат редукторы?
4. Какой критерий и почему положен в основу проектного расчета зубчатых передач редуктора?
5. Преимущества и недостатки "мягких" и "твердых" зубчатых передач?
6. В каких случаях и с какой целью твердость зубьев шестерни и колеса делаются неодинаковыми, где она больше?
7. Преимущества и недостатки косозубых цилиндрических передач перед прямозубыми?
8. Преимущества и недостатки шевронной передачи перед косозубой?
9. Почему ширина зубчатого венца у шестерни делается больше, чем у колеса?
10. Какие силы действуют в прямозубых цилиндрических передачах? Где точка их приложения и как они направлены?
11. Какие преимущества и недостатки имеют косозубые цилиндрические передачи перед прямозубыми?
12. Какие преимущества и недостатки имеет применение одинакового и различного направления зубьев шестерни и колеса на промежуточном валу двухступенчатого редуктора?
13. Какие силы действуют в косозубых цилиндрических передачах? Где точка их приложения и как они направлены?

14. Почему угол наклона зубьев в шевронной передаче принимается значительно больше, чем в косозубой?

15. Почему валы шевронной передачи не нагружены осевыми силами?

16. Какими способами можно уменьшить габариты редуктора без изменения исходных данных на проект?

17. Какие параметры зубчатой передачи в основном влияют:

- на контактную выносливость зубьев?

- на изгибную выносливость зубьев?

18. В чем заключаются особенности расчета открытых зубчатых передач и чем они вызваны?

19. Какие силы действуют в прямозубой конической передаче? Где точка их приложения и как они направлены?

20. Какое направление осевой силы в конической шестерне с круговыми зубьями является предпочтительным и как его обеспечить?

21. Обосновать выбор числа витков (заходности) червяка.

22. В каких случаях применяют червячные передачи и почему?

23. Перечислить способы повышения жесткости вала червяка.

24. Какие преимущества и недостатки имеет червячная передача по сравнению с зубчатой?

25. Какие силы действуют в червячной передаче? Где точка их приложения и как они направлены?

26. Но каким критериям работоспособности рассчитывают допускаемые контактные напряжения в червячных передачах с колесами из оловянных и безоловянных бронз?

27. Какие из трех составляющих сил в зубчатом или червячном зацеплении изменят свое направление на противоположное при реверсе?

28. Какими мерами можно улучшить тепловой режим работы червячного редуктора?

29. В каких случаях для зубьев червячного колеса применяют оловянные бронзы и серые чугуны?

30. Влияет ли способ упрочнения червяка на допускаемые напряжения червячного колеса?

31. Какие факторы влияют на КПД червячного зацепления?

32. Какие червячные передачи являются предпочтительными: с нижним расположением червяка или с верхним, и почему?

33. Если силы, приложенные к червяку известны, как найти силы, приложенные к червячному колесу?

34. На каком валу - червяка или колеса, и почему, устанавливается вентилятор при искусственном воздушном охлаждении редуктора?

35. Какие преимущества и недостатки имеют ременные передачи по сравнению с другими механическими передачами?

36. С какой целью делается натяжение ремней в ременных передачах? Каким образом это осуществляется в Вашем приводе?

37. Какие параметры (клино)(плоско)ременной передачи влияют на долговечность ремня?

38. Почему в горизонтально расположенной ременной передаче ведущей желательно иметь нижнюю ветвь ремня?

39. Как и почему изменится долговечность ремня, если при прочих равных условиях увеличить межосевое расстояние ременной передачи?

40. При увеличении диаметров шкивов:

- как изменятся напряжения изгиба ремня на криволинейных участках?

- как изменится долговечность ремня?

41. Почему для достижения одинаковой тяговой способности плоского и клинового ремней потребуется значительно меньшее предварительное натяжение последнего.

42. Почему при одинаковых внешних нагрузках в зубчатых и ременных передачах последние оказывают значительно большие нагрузки на валы?

43. Почему ременные передачи используют в качестве быстроходной ступени привода, а цепные - тихоходной?

44. Каким образом можно получить меньшие диаметры звездочек цепной передачи при прочих равных условиях?

45. Почему в горизонтально расположенной цепной передаче ведущей желательно иметь верхнюю ветвь цепи?

46. Для чего служат валы и какие напряжения в них возникают?

47. Почему ориентировочный (проектный) расчет вала ведется из условия прочности на кручение?

48. Для чего делается проверочный расчет вала на сопротивление усталости?

49. Что учитывается при выборе предположительно опасных сечений на валу для расчета его на прочность?

50. Перечислить имеющиеся на валу редуктора концентраторы напряжений?

51. Какими способами можно повысить прочность вала по усталости в расчетном сечении?

52. Для чего предусматриваются кольцевые канавки на валах?

53. Дать сравнительную оценку двух вариантов изготовления шестерни - в виде отдельной детали и в виде вал-шестерни.

54. Кака выбирается тип и размер подшипника?

55. Какие характерные особенности применения радиальных роликоподшипников и сферических радиальных подшипников?

56. Почему валы конической передачи устанавливают на радиально-упорных роликоподшипниках, а радиально-упорные шарикоподшипники не рекомендуются?

57. Дать сравнительную оценку схем установки подшипников "враспор" и "врастяжку" для вала конической шестерни.

58. Почему вал червячного колеса рекомендуется устанавливать на радиально-упорных роликоподшипниках, а не шарикоподшипниках?

59. В каком случае подшипники вала червяка устанавливаются:

1) по схеме "враспор"?

2) в фиксирующей и плавающей опорах?

60. В каких типах подшипников требуется обязательная регулировка зазоров и как она осуществляется? Привести пример из защищаемого проекта.

61. Кака определяются толщина стенки корпуса редуктора, размеры его фланцев, лап, стяжных и фундаментных болтов?

62. Назвать достоинства и недостатки болтового и винтового соединений частей разъемного корпуса?

63. Для чего и на какой стадии изготовления разъемного корпуса редуктора устанавливаются штифты?

64. Какие преимущества и недостатки имеются при центрировании частей корпуса с помощью цилиндрических и конических штифтов?

65. Какое назначение отжимных винтов?

66. Чем обеспечивается герметичность стыка фланцев разъемного корпуса редуктора?

67. Для чего предназначены отдушины? Дать краткое описание некоторых конструктивных вариантов отдушин.

68. Какие способы смазки применяют для редукторных передач?

69. Как выбирается вязкость масла для смазки (зубчатой) (червячной) передачи?

70. Какой уровень масла должен быть в редукторе для смазки передач? Как он контролируется?

71. В каких случаях применяются картерный и циркуляционный способы смазки?

72. Какие элементы корпуса редуктора предусмотрены для его транспортировки? Дать их сравнительную оценку.

73. Но каким причинам корпуса редукторов общего назначения изготавливают из серого чугуна?

74. Какие существуют способы стопорения резьбовых соединений и какие из них использованы в Вашем проекте?

75. Назначение шпонок, их основные типы.

76. В зависимости от чего выбираются:

- размеры поперечного сечения шпонки?
- длина шпонки?

77. Чем можно заменить шпоночное соединение вала со ступицей?

78. Какие меры нужно предпринять, если шпоночное соединение не обладает достаточной прочностью?

79. В чем заключаются преимущества и недостатки конических сопряжений "вал-ступица" по сравнению с цилиндрическими?

80. Перечислить способы осевой фиксации деталей на валу. Какие из них использованы в Вашем проекте?

81. Для чего применяется рама (плита), каким требованиям она должна удовлетворять?

82. В каком случае (и почему) предпочтение отдается сварной раме, а в каком - литой плите?

83. Какой тип муфты рекомендуется:

- между двигателем и редуктором?
- между редуктором и приводным валом?

84. Какое назначение рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей?  
85. Какие размеры проставляются на сборочных чертежах?

### Задачи к практическим занятиям

(повышенный уровень)

#### Задача 1.1

На сколько процентов больше запас прочности по выкрашиванию имеет быстроходная передача соосного редуктора, рис. П4\*, по сравнению с тихоходной?

Твердости зубьев и коэффициенты нагрузки в обеих передачах одинаковы. Срок службы редуктора неограничен.

---

\*Шевченко С.В. Детали машин. Сборник задач: учебное пособие. – 2-е изд. / С.В. Шевченко, А.А. Муховатый. - Луганск: изд-во ВЛУ им. В.Даля, 2011. – 156с.

---

#### Задача 1.2

Улучшенные зубья цилиндрической шестерни, рис. П7, имеют двукратный запас изгибной прочности при трехкратных кратковременных перегрузках.

Обладают ли закаленные ТВЧ зубья конической шестерни достаточной изгибной выносливостью при реверсивной нагрузке в длительном режиме эксплуатации?

#### Задача 1.3

Определить, какой критерий работоспособности - контактная или изгибная выносливость зубьев колеса - лимитирует нагрузочную способность цилиндрической косозубой передачи, рис. П1.

Расчет выполнить для двух случаев:

- 1) шестерня и колесо улучшены;
- 2) шестерня и колесо закалены ТВЧ.

Принять для 1):

$$[\sigma_F]_2 = 250 \text{ МПа}, \quad [\sigma_H] = 2[\sigma_F]_2.$$

Принять для 2):

$$[\sigma_F]_2 = 370 \text{ МПа}, \quad [\sigma_H] = 2,4[\sigma_F]_2.$$

Коэффициенты нагрузки  $K_H$  и  $K_F$  считать одинаковыми.

#### Задача 1.4

Зубья шестерни быстроходной ступени редуктора КЦ, рис. П9, равнопрочны по изгибной и контактной выносливости. Причем,  $[\sigma_H]$  в полтора раза больше  $[\sigma_{F1}]$ .

Достаточна ли изгибная прочность улучшенных зубьев колеса тихоходной ступени при кратковременных перегрузках с  $K_{пер} = 3,8$ ?

В расчетах принять  $K_F$  на 10% меньше  $K_H$ .

### Задача 1.5

Передача в редукторе на рис. П6 работает в таком режиме, который приводит к превышению контактной выносливости на 3%.

Какую кратковременную перегрузку ( $K_{пер}$ ) выдержат зубья колеса по изгибу?

Зубья шестерни цементированы, зубья колеса улучшены. Коэффициенты нагрузки по контактной и изгибной выносливости одинаковы. Срок службы редуктора неограничен.

### Задача 1.6

В зубьях колеса тихоходной ступени редуктора, рис.П7, при  $K_{пер} = 2,6$  действуют  $\sigma_{Fmax}$ , которые на 45% ниже  $[\sigma_F]_{max}$ .

Имеется ли при этом запас контактной выносливости зубьев быстроходной ступени для требуемого ресурса передачи 18000 ч.?

В расчетах принять: 1) шестерни обеих ступеней закалены ТВЧ, колеса - улучшены; 2)  $K_H = K_F = 1,4$  (для обеих ступеней); 3) нагрузка постоянная; угловая скорость тихоходного вала 3,9 рад/с.

### Задача 1.7

Тихоходная ступень редуктора КЦ с закаленной шестерней и улучшенным колесом, рис. П8, имеет семи процентный запас контактной выносливости при длительном сроке эксплуатации.

Обладают ли цементированные зубья шестерни быстроходной ступени редуктора не менее чем двукратным запасом изгибной выносливости, если длительность эксплуатации редуктора ограничить 10 тыс. часов?

Окружная скорость на делительной окружности колеса тихоходной ступени равна 15,3 м/мин.

### Задача 1.8

Быстроходная ступень редуктора КЦ, рис. П9, выполненная с большим перепадом твердостей зубьев шестерни и колеса, имеет 10-процентный запас контактной выносливости.

Могут ли при этом зубья улучшенного колеса тихоходной ступени редуктора выдержать трехкратную кратковременную перегрузку при изгибе?

### Задача 1.9

Для редукторов КЦ, рис. П7 и П8, сделать численное сравнение: а) запасов контактной выносливости конических передач; б) запасов изгибной выносливости зубьев конических колес.

Для конических передач обоих редукторов принять: 1) шестерни цементированные, колеса улучшены; 2) срок службы неограничен; 3)  $K_H = K_F = 1,4$ ; 4) крутящие моменты на выходных валах указанных редукторов одинаковы.

### Задача 1.10

Цементированные зубья конической шестерни редуктора КЦ, рис. П8, нагружены на пределе своей изгибной выносливости.

Обладают ли запасом изгибной прочности при двукратных кратковременных перегрузках цементированные зубья шестерни и улучшенные зубья колеса тихоходной ступени редуктора?

### Задача 2.1

Равнопрочны ли передачи редуктора ЦЧ, рис. П15, по главному критерию работоспособности?

Ведущий вал получает вращение от электродвигателя 4А112М4У3.

Зубья быстроходной ступени подвергнуты закалке ТВЧ. Коэффициенты нагрузки для обеих ступеней считать одинаковыми.

### Задача 2.2

Червячный редуктор, рис. П11, работает с кратковременными перегрузками,  $K_{пер} = 2$ , при которых  $\sigma_{нmax}$  в 3 раза ниже  $[\sigma_n]_{max}$ .

Достаточна ли поперечная жесткость червяка посередине его нарезанной части?

Расчетное расстояние между опорами вала червяка принять равным  $0,9 \cdot d_2$  ( $d_2$  - делительный диаметр червячного колеса). Червяк приводится во вращение электродвигателем 4А112М2У3.

### Задача 2.3

Какой из критериев работоспособности - контактная выносливость зубьев или теплостойкость, лимитирует нагрузочную способность червячного редуктора, рис. П10?

Червяк приводится во вращение электродвигателем 4А160S2У3 через ременную передачу со шкивами:  $d_1 = 125$  мм;  $d_2 = 315$  мм.

### Задача 2.4

Червяк редуктора ЦЧ, рис. П13, имеет 80-процентный запас жесткости по прогибу в середине нарезанной части.

Достаточно ли сопротивление усталости тихоходного вала в сечении, проходящем по галтели, соединяющей  $\varnothing 95H7/r6$  с буртиком  $\varnothing 110$  (последний на чертеже не проставлен)?

В заданном сечении изгибающий момент на 40% меньше крутящего. Угловая скорость тихоходного вала  $2,5 \text{ рад/с}$ . Расчетное расстояние между опорами вала червяка принять по приближенной рекомендации.

### Задача 2.5

Зубья червячной передачи, рис. П10, имеют трехкратный запас изгибной прочности при кратковременных перегрузках с  $K_{пер} = 1,9$ .

Выполняется ли при этих условиях критерий теплостойкости (теплоотвод через лапы корпуса не учитывать)?

Червяк получает вращение от электродвигателя 4А90Л4У3.

### Задача 2.6

Нет ли перегрева редуктора, рис. П11, если прогиб вала червяка в середине его нарезанной части составляет 65% от допустимого значения?

Данный редуктор является тихоходной ступенью привода, куда входят также электродвигатель 4А112М2У3 и ременная передача с передаточным числом  $U_{рем} = 2,5$ . Расстояние между опорами вала червяка принять по приближенной рекомендации.

### Задача 2.7

Осевая сила в цилиндрическом зубчатом зацеплении редуктора ЦЧ, рис. П15, равна 600 Н, а окружная скорость  $V = 3 \text{ м/с}$ .

Достаточен ли запас контактной прочности зубьев червячного колеса при кратковременных перегрузках с  $K_{пер} = 2,8$ ?

### Задача 2.8

Окружная скорость в зубчатом зацеплении редуктора ЧЦ, рис. П14, равна 0,29 м/с. Крутящий момент на тихоходном валу редуктора равен 1800 Н·м.

Удовлетворяет ли вал червяка критерию жесткости в середине его нарезанной части при допустимом прогибе  $[y] = 0,006 \cdot m$  и расстоянии между опорами  $l = 0,95 \cdot d_2$  ( $m$  и  $d_2$  - модуль и делительный диаметр червячного колеса)?

### Задача 2.9

Червяк редуктора ЧЦ, рис. П13, получает вращение от электродвигателя 4А160S4У3. Прогиб вала червяка в середине его нарезанной части  $y = [y]/3$  при расчетном расстоянии между опорами  $l = 0,95 \cdot d_2$  ( $d_2$  - делительный диаметр червячного колеса).

Определить (в процентах) запас изгибной прочности зубьев червячного колеса в режиме кратковременных перегрузок с  $K_{пер} = 2,6$ .

### Задача 2.10

Расчетная температура масла в редукторе, рис. П10, установленном на бетонном фундаменте, равна  $80^{\circ}\text{C}$ .

Обеспечивается ли контактная выносливость зубьев червячного колеса?

Червяк вращается от асинхронного электродвигателя с 6-ю полюсами и относительным скольжением  $S = 5,5\%$ .

### Задача 3.1

Быстроходный вал редуктора КЦ, рис. П8, приводится во вращение электродвигателем 4А132М6У3, недоиспользуя 30% его номинальной мощности.

Достаточна ли прочность вала по усталости на участке тихоходного вала  $\varnothing 55\text{p}6$  в сечении, проходящем по середине ступицы зубчатого колеса?

Принять в расчетном сечении напряжение изгиба  $\sigma_{\text{и}}$  на 20% ниже напряжения кручения  $\tau_{\text{кр}}$ .

### Задача 3.2

Сопоставить уровни нагруженности опор быстроходного вала редуктора, рис. П5, при двух схемах установки подшипников – «враспор» (как дано на рис. П5) и «врастяжку».

Радиальные нагрузки в опорах считать одинаковыми в обеих схемах установки и принять в долях окружной силы конической передачи  $F_t$ : в опоре I (у консоли вала) -  $F_{rI} = 0,63 \cdot F_t$ ; в опоре II -  $F_{rII} = 1,7 \cdot F_t$ .

Вращение быстроходного вала осуществляется от электродвигателя 4А160S4У3 при использовании 95% его номинальной мощности.

### Задача 3.3

Зубья червячного колеса из безоловянной бронзы, редуктора ЧЦ, рис. П13, имеют 30-процентный запас контактной прочности при кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}} = 3,1$ .

Как изменится нагруженность подшипников тихоходного вала редуктора после реверса?

Радиальные нагрузки в подшипниках I (у концевого участка вала) и II соответственно равны:

$F_t$  на 20% больше  $F_{rI}$ , а  $F_{rI}$  в 3,7 раза больше  $F_{rII}$  - до реверса;

$F_t$  на 25% больше  $F_{rI}^{(p)}$ , а  $F_{rI}^{(p)}$  в 2,8 раза больше  $F_{rII}^{(p)}$  - после реверса.

### Задача 3.4

Редуктор, рис. П10, работает с кратковременными перегрузками с  $K_{пер} = 3,8$ . При этом правая подшипниковая шейка быстроходного вала испытывает напряжение, равное 17% от предела текучести.

Достаточна ли прочность по усталости на шейке тихоходного вала под левым подшипником?

Поперечные силы на концевых участках валов отсутствуют. Быстроходный вал вращается от электродвигателя 4А90Л4У3.

### Задача 3.5

В среднем сечении концевого участка быстроходного вала редуктора, рис. П11, коэффициент запаса прочности по усталости  $S_r = 3$ .

Достаточна ли статическая прочность тихоходного вала при кратковременных перегрузках с  $K_{пер} = 3,4$  в сечении, проходящем по средней плоскости червячного колеса?

Изгибающий момент в расчетном сечении на треть меньше крутящего момента. Ведущий вал редуктора вращает электродвигатель 4А112МВ6У3.

### Задача 3.6

Для сечения тихоходного вала редуктора ЦЧ, рис. П15, проходящего через  $\varnothing 75H7/p6$  по галтели буртика, коэффициент запаса прочности по усталости  $S = 2,6$ . Материал вала — сталь 35. Диаметр буртика 85 мм, радиус галтели  $r = 1,5$  мм; (на чертеже они не указаны).

Достаточна ли статическая прочность в данном сечении при кратковременных перегрузках с коэффициентом  $K_{пер} = 2,9$ ?

### Задача 3.7

Равнопрочны ли по усталости средние сечения концевых участков входного и выходного валов редуктора КЦ, рис. П7?

Входной вал изготовлен из стали 12ХНЗА, выходной — из стали 45. Поверхностное упрочнение на заданных участках валов отсутствует.

### Задача 3.8

Ведущий вал редуктора ЧЦ, рис. П14, вращается от электродвигателя 4А132М6У3. В рабочем режиме червячная передача имеет 10-процентный запас по контактной выносливости зубьев.

Какой из подшипников промежуточного вала более нагружен при следующих условиях:

- а) осевая сила червячного колеса  $F_{a2}$  направлена на подшипник I (на чертеже редуктора у него проставлены размеры  $\varnothing 50k6$  и  $\varnothing 90H7$ );
- б) радиальные нагрузки в подшипниках I и II:

$F_{rI}$  на 29% больше  $F_{a2}$ ;  $F_{rII} = 2,5F_{a2}$ ?

Привести расчетную схему для проверяемых подшипников.

### Задача 3.9

Червяк редуктора ЧЦ, рис. П14, приводится во вращение электродвигателем 4А132М2У3, потребляя три четверти его номинальной мощности. Осевая сила на червяке  $F_{a1}$  направлена на подшипник I (у консоли вала). Радиальные нагрузки в подшипниках I и II:  $F_{rI}$  в 2,4 раза меньше  $F_{a1}$ ;  $F_{rII}$  на 45% больше  $F_{a1}$ .

Как и на сколько процентов изменится расчетная долговечность опор вала червяка, если указанные подшипники 7608 заменить на 46208?

Дать расчетную схему для подшипников вала червяка.

### Задача 3.10

Ведущий вал редуктора Ц2с, рис. П4, потребляет 75% номинальной мощности электродвигателя 4А160М2У3. Осевые силы на колесе ( $F_a^I$ ) и шестерне ( $F_a^{II}$ ) промежуточного вала направлены навстречу друг другу.

### Задача 4.1

Движение к редуктору КЦ, рис. П9, подводится от двухполюсного асинхронного электродвигателя с относительным скольжением 3,6% через клиноременную передачу со шкивами  $d_{p1} = 100$  мм (ведущий) и  $d_{p2} = 200$  мм. В каждом из 4-х ремней сечения А минимальное напряжение равно 0,8 МПа.

Сравнить нагруженность подшипников I (у концевого участка) и II тихоходного вала, если радиальные нагрузки в них соответственно равны:  $F_{rI} = 3,1F_a$ ;  $F_{rII} = 4,4F_a$ .

Осевая сила в цилиндрическом колесе  $F_a$  направлена на подшипник I.

### Задача 4.2

Шесть болтов М8×30.3.6 ГОСТ 7808-70 из стали 35, закрепляющих крышку подшипника ведомого вала редуктора, рис. П11, от предварительной затяжки и постоянной внешней нагрузки имеют шестикратный запас прочности. Жесткость фланца крышки в 4 раза больше жесткости болтов.

Достаточно ли при этом естественного охлаждения для редуктора?

Частота вращения ведомого вала 38 об/мин.

### Задача 4.3

Осевая сила червяка направлена на левый подшипник, рис. П10. Четыре болта М6-6g×25.5.6 ГОСТ 7808-70, закрепляющие крышку этого подшипника на корпусе редуктора, имеют двукратный запас прочности. Податливость болтов в полтора раза больше податливости соединяемых деталей.

Удовлетворяет ли вал червяка критерию жесткости по углу поворота в подшипниках?

Червяк вращается от электродвигателя с четырьмя полюсами и относительным скольжением 2,6%.

#### Задача 4.4

В плоскоременной передаче на ведомом шкиве Ø400мм ремень сечением  $\delta \times b = 3,9 \times 90$  мм испытывает напряжение изгиба в 3,5 раза больше напряжения на прямолинейном участке ведомой ветви (действием центробежной силы пренебречь). Скорость ремня  $V_p = 18,5$  м/с.

Оценить надежность подшипников тихоходного вала, рис. П14, у которых  $C_r = 163$  кН, если требуемая долговечность для них 30000 ч. Радиальная нагрузка в каждом из этих подшипников на 20% больше окружной силы в полушевроне.

#### Задача 4.5

Ведомый шкив Ø280мм с одним клиновым ремнем сечения Z, ГОСТ 1284.1-89, вращает червяк редуктора Ч, рис. П10. угол дуги скольжения на меньшем шкиве превышает минимально допустимый угол обхвата  $\alpha_{\min}$  на 8%. Скорость ремня 20,5 м/с.

Достаточно ли естественного охлаждения редуктора?

#### Задача 4.6

Долговечность пяти клиновых ремней сечения А равна 6500 ч. при скорости 15,5 м/с и диаметрах ведущего и ведомого шкивов 160 и 450 мм. Последний закреплен на валу-шестерне редуктора ЦЧ, рис. П15.

Достаточна ли прочность витков резьбы гайки М48×1,5.6Н45 ГОСТ 11871-88 (из стали 45) при постоянной нагрузке?

#### Задача 4.7

Клиноременная передача с тремя ремнями сечения В на шкивах с  $d_{p1} = 125$  и  $d_{p2} = 315$  (мм) вращает вал-шестерню редуктора ЦЧ, рис. П15. Левая подшипниковая шейка тихоходного вала редуктора имеет пятикратный запас прочности по усталости при изгибе. Крутящий момент здесь на 20% выше момента изгиба. Угловая скорость этого вала 1,0 рад/с.

Достаточна ли долговечность ремней при легком режиме работы?

### Задача 4.8

Тихоходная ступень редуктора КЦ, рис. П8, работает с 3-процентным превышением контактной выносливости. Зубья шестерни закалены с нагревом ТВЧ, зубья колеса улучшены.

Проверить прочность витков резьбы круглой шлицевой гайки на ведущем валу М48×1,5-6Н.05.05 ГОСТ 11871-88 из стали 45 (предварительной затяжкой пренебречь).

Срок службы длительный, нагрузка постоянная.

### Задача 4.9

Понижающая ременная передача с диаметрами шкивов 125 и 355 мм приводит во вращение червяк редуктора, рис. П10. Напряжение изгиба в каждом из трех клиновых ремней сечения В при огибании большего шкива на 60% больше полезного напряжения. Скорость ремней 14 м/с.

Достаточна ли при этом прочность ведомого вала в сечении под червячным колесом при кратковременных перегрузках с  $K_{пер} = 3,5$ ?

В расчетном сечении изгибающий момент на 17% меньше крутящего.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –

*Практические занятия*

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено                               | Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме решил задание, привел аргументы в пользу своего решения, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| незачтено                             | Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)                                                                     |

### Фонд тестовых заданий

(базовый уровень)

#### 1. Механические приводы. Редукторы

1. От входного вала редуктора к выходному валу:

- 1) *увеличиваются частоты вращения;*
- 2) *увеличиваются крутящие моменты;*
- 3) *увеличиваются диаметры валов;*
- 4) *уменьшаются мощности на валах;*
- 5) *уменьшаются угловые скорости валов.*

Указать ошибочный ответ.

2. Какой из редукторов будет наименее рационален для передаточного числа 20?

- 1) Ч;
- 2) КЦ;
- 3) Ц2;
- 4) Ч2;
- 5) КЦ2.

3. В механическом приводе тихоходной ступенью, расположенной после редуктора, может являться передача:

- 1) цепная;
- 2) ременная;
- 3) зубчатая коническая;
- 4) зубчатая цилиндрическая.

Указать ошибочный ответ.

4. Задан редуктор и его выходные данные.

К чему приведет замена асинхронного электродвигателя с 4-мя полюсами двухполюсным электродвигателем с той же номинальной мощностью?

- 1) к уменьшению габаритов редуктора;
- 2) к уменьшению массы электродвигателя;
- 3) к увеличению передаточного числа редуктора;
- 4) к увеличению частоты вращения входного вала редуктора;
- 5) к уменьшению крутящего момента на входном валу редуктора.

Указать ошибочный ответ.

5. Какая из муфт наименее целесообразна на выходном валу привода?

- 1) Упругая;
- 2) Цепная;
- 3) Зубчатая;
- 4) Шарнирная;
- 5) Предохранительная.

6. В каком из двухступенчатых редукторов КПД будет наименьшим? Частота вращения быстроходных валов у всех редукторов одинакова.

- 1) ЧЦ;
- 2) Ч2;
- 3) Ц2;
- 4) КЦ;
- 5) ЦЧ.

7. При прочих равных условиях замена редуктора ЧЦ на ЦЧ приведет:

- 1) к уменьшению КПД редуктора;
- 2) к уменьшению стоимости материала червячного колеса;
- 3) к уменьшению габаритов червячной передачи;
- 4) к уменьшению габаритов цилиндрической передачи.

Указать ошибочный ответ.

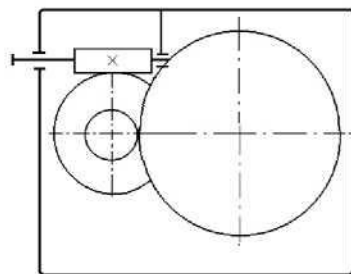
8. У какого из приведенных редукторов передаточные числа быстроходной и тихоходной ступеней соответственно равны 2,5 и 17?

- 1) ЧЦ;
- 2) КЦ;
- 3) Ц2;
- 4) ЦЧ;
- 5) Ч2.

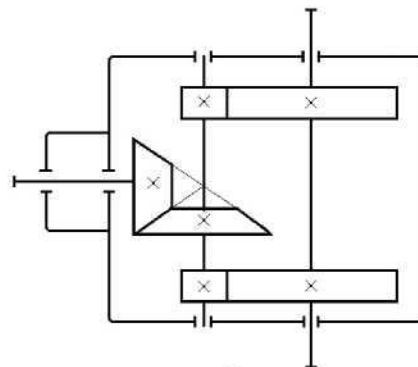
9. Указать наиболее вероятный диапазон передаточных чисел редуктора Ч2.

- 1) 6...15;
- 2) 20...40;
- 3) 45...90;
- 4) 95...150;
- 5) 160...1000.

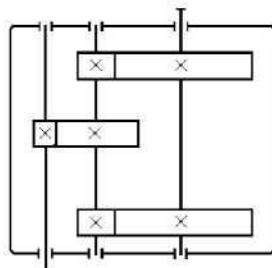
10. Какому из указанных редукторов принадлежит условное обозначение КЦ2?



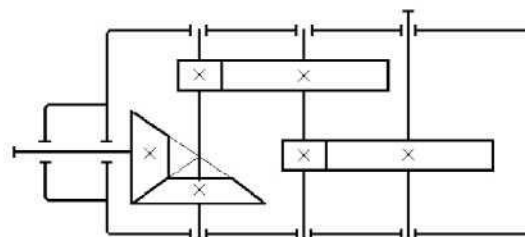
1



2



3

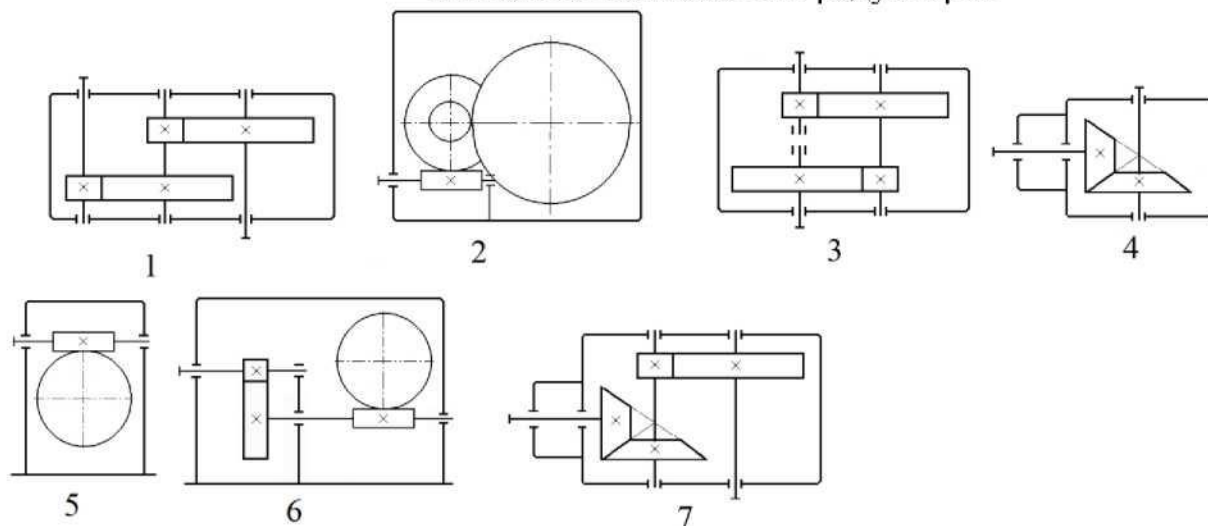


4

11. Расставить в таблице с условными обозначениями редукторов соответствующие порядковые номера, стоящие возле их кинематических схем:

| Условное обозначение редуктора                   | ЧЦ | Ц2 | Ч | КЦ | Ц2с | ЦЧ | К |
|--------------------------------------------------|----|----|---|----|-----|----|---|
| Номера кинематических схем редукторов на рисунке |    |    |   |    |     |    |   |

Кинематические схемы редукторов

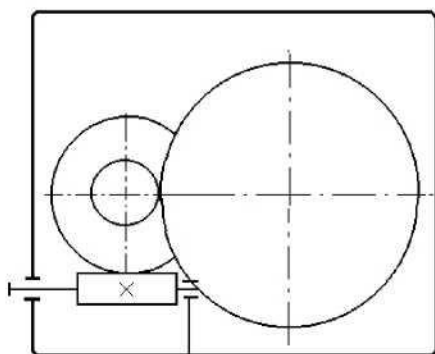


12. Передаточные числа цилиндрической ( $u_{ц}$ ) и червячной ( $u_{ч}$ ) передач в редукторах I и II одинаковы. Частоты вращения и мощности на входных валах у редукторов I и II также одинаковы.

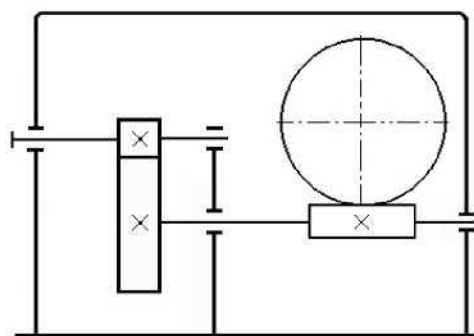
Во сколько раз отличаются крутящие моменты на выходных валах редуктора I ( $T_{3(I)}$ ) и редуктора II ( $T_{3(II)}$ )?

В расчете принять:

- 1) КПД червячной передачи в редукторе I на 15% больше, чем КПД червячной передачи в редукторе II.
- 2) КПД цилиндрических передач в обоих редукторах одинаковы.



I



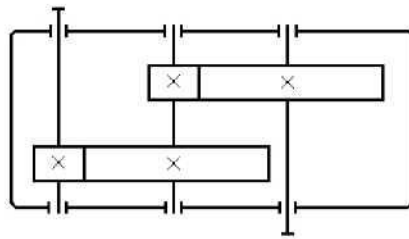
II

- 1)  $T_{3(I)}$  в 1,5 раза больше  $T_{3(II)}$ ;
- 2)  $T_{3(I)}$  в 1,5 раза меньше  $T_{3(II)}$ ;
- 3)  $T_{3(I)} = T_{3(II)}$ ;

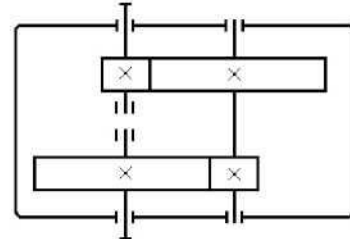
4)  $T_{3(I)}$  на 15% больше  $T_{3(II)}$ ;

5)  $T_{3(I)}$  на 15% меньше  $T_{3(II)}$ .

13. Сравнительные характеристики редукторов I и II внести в таблицу.



I



II

1) бóльший размер по длине;

2) бóльший размер по ширине;

3) недогруженность быстроходной ступени;

4) возможность максимального использования обеих ступеней по критерию контактной выносливости.

|             |  |  |  |  |
|-------------|--|--|--|--|
| Редуктор I  |  |  |  |  |
| Редуктор II |  |  |  |  |

## 2. Цилиндрические зубчатые передачи

1. Какой вид разрушения редукторных зубчатых передач является типичным после отработки ими заданного ресурса?

1) заедание;

2) износ;

3) усталостная поломка зубьев;

4) усталостное выкрашивание рабочих поверхностей зубьев;

5) поломка зубьев от кратковременных перегрузок.

2. Какое из соотношений между твердостями зубьев шестерни ( $H_1$ ) и колеса ( $H_2$ ) при передаточном числе  $u > 1$  является ошибочным?

1)  $H_1 = H_2$ ;

2)  $H_1 < H_2$ ;

3)  $H_1 > H_2$ .

3. Реверсивность нагрузки учитывается:

1) при выборе твердостей зубьев шестерни и колеса;

2) при расчете  $a_w$ ;

3) при расчете модуля зацепления;

- 4) при расчете  $[\sigma_H]$ ;
- 5) при расчете  $[\sigma_F]$ .

4. Переход от большого модуля зацепления к меньшему (при  $a_w = \text{const}$ ,  $u = \text{const}$ ) приводит:

- 1) к снижению требований к точности изготовления передачи;
- 2) к снижению изгибной прочности зубьев;
- 3) к снижению шума и вибраций;
- 4) к повышению трудоемкости изготовления передачи;
- 5) к увеличению числа зубьев.

Указать ошибочный ответ.

5. По сравнению с косозубой цилиндрической передачей (при прочих равных условиях) шевронная передача имеет:

- 1) меньшие осевые габариты;
- 2) меньшие диаметральные габариты;
- 3) большую нагрузочную способность;
- 4) отсутствие осевых сил в зацеплении.

Указать ошибочный ответ.

6. По сравнению с косозубой цилиндрической передачей (при прочих равных условиях) прямозубая передача имеет:

- 1) меньший коэффициент перекрытия;
- 2) меньшую нагрузочную способность;
- 3) больший шум и вибрации;
- 4) большую осевую силу в зацеплении.

Указать ошибочный ответ.

7. Какой из критериев работоспособности используется для проектного расчета закрытой зубчатой передачи?

- 1) изгибная выносливость зубьев;
- 2) изгибная прочность зубьев при кратковременных перегрузках;
- 3) контактная прочность зубьев при кратковременных перегрузках;
- 4) контактная выносливость зубьев;
- 5) заедание поверхностей зубьев;
- 6) износ поверхностей зубьев.

8. Рекомендации при проектировании открытой зубчатой передачи:

- 1) зубья шестерни и колеса имеют твердость  $> 350 \text{ HB}$ ;
- 2) тип зубьев – прямой;
- 3) коэффициент  $\psi_{ca} \leq 0,25$ ;

**4) модуль зацепления принимается больше, чем в закрытой передаче с тем же значением  $a_w$ .**

Указать ошибочный ответ.

9. Увеличение угла наклона зубьев приводит:

- 1) к уменьшению шума и вибраций;**
- 2) к уменьшению нагрузочной способности передачи;**
- 3) к увеличению осевой силы в зацеплении;**
- 4) к увеличению осевого коэффициента перекрытия.**

Указать ошибочный ответ.

10. Указать зависимость для проверки зубьев на изгибную выносливость:

$$1) \sigma_H = \frac{Z_E \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon}{a_w \cdot U} \sqrt{K_H \cdot T_2 \cdot 1000 \cdot (U+1)^3 / b_w} \leq [\sigma_H];$$

$$2) \sigma_F = \frac{K_F \cdot T_2 \cdot 1000 \cdot (U+1) \cdot Y_F \cdot Y_\beta \cdot Y_\varepsilon}{a_w \cdot b_w \cdot m_n \cdot U} \leq [\sigma_F];$$

$$3) \sigma_{H \max} = \sigma_H \cdot \sqrt{K_{\text{пер}}} \leq [\sigma_H]_{\max};$$

$$4) \sigma_{F \max} = \sigma_F \cdot K_{\text{пер}} \leq [\sigma_F]_{\max};$$

$$5) a_w \geq K_a \cdot (U+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{K_H \cdot T_2}{\Psi_{ba} \cdot U^2 \cdot [\sigma_H]^2}}.$$

11. Погружение зубьев колеса в масляную ванну редуктора способствует:

- 1) уменьшению потерь мощность от трения;**
- 2) уменьшению интенсивности износа зубьев;**
- 3) уменьшению напряжения изгиба в ножках зубьев;**
- 4) уменьшению шума;**
- 5) уменьшению тепловыделения.**

Указать ошибочный ответ.

12. Характерные особенности “твердых” передач:

- 1) хорошая прирабатываемость зубьев;**
- 2) высокая нагрузочная способность;**
- 3) повышенная трудоемкость изготовления;**
- 4) малые габариты;**
- 5) повышенные требования к жесткости валов.**

Указать ошибочный ответ.

13. Какой из приведенных диапазонов коэффициента  $\psi_{ba} = b_w / a_w$  берется для “мягкой” передачи с несимметричным расположением относительно опор?

- 1) *0,125...0,160;*
- 2) *0,20...0,25;*
- 3) *0,315...0,400;*
- 4) *0,40...0,50;*
- 5) *0,63...1,25.*

14. Если условие контактной выносливости не выполняется, необходимо:

- 1) *увеличить модуль зацепления;*
- 2) *увеличить ширину зубчатого зацепления;*
- 3) *увеличить межосевое расстояние;*
- 4) *увеличить твердость зубьев;*
- 5) *повысить степень точности передачи.*

Указать ошибочный ответ.

15. Какое из приведенных соотношений недопустимо?

- 1)  $\sigma_H / [\sigma_H] = 0,65;$
- 2)  $\sigma_H / [\sigma_H] = 0,9;$
- 3)  $\sigma_H / [\sigma_H] = 1,02;$
- 4)  $\sigma_H / [\sigma_H] = 1,2.$

16. Как изменится контактное напряжение на поверхности зубьев, если ширину зубчатого зацепления увеличить на 100%?

- 1) *уменьшится на 41% ;*
- 2) *уменьшится на 50% ;*
- 3) *уменьшится в 1,5 раза;*
- 4) *уменьшится в 1,22 раза.*

17. Величина осевой силы в косозубом зацеплении зависит:

- 1) *от угла профиля исходной рейки;*
- 2) *от модуля зацепления;*
- 3) *от делительного диаметра колеса (шестерни);*
- 4) *от угла наклона зубьев;*
- 5) *от степени точности передачи.*

Указать ошибочный ответ.

18. При реверсе изменяются направления сил:

- 1) *окружной и радиальной;*
- 2) *осевой и радиальной;*

- 3) *окружной и осевой;*
- 4) *только окружной;*
- 5) *только осевой;*
- 6) *только радиальной.*

19. В косозубой передаче окружная ( $F_t$ ), радиальная ( $F_r$ ) и осевая ( $F_a$ ) силы направлены:

- 1)  $F_a$  – *параллельно продольной линии зуба;*
- 2)  $F_a$  – *параллельно оси колеса (шестерни);*
- 3)  $F_r$  – *по радиусу колеса (шестерни);*
- 4)  $F_r$  – *перпендикулярно  $F_t$ ;*
- 5)  $F_r$  – *перпендикулярно  $F_a$ ;*
- 6)  $F_t$  – *перпендикулярно межосевому расстоянию.*

Указать ошибочный ответ.

20. Для повышения изгибной выносливости зубьев необходимо:

- 1) *увеличить модуль зацепления;*
- 2) *увеличить число зубьев;*
- 3) *увеличить ширину зубчатого зацепления;*
- 4) *заменить прямозубое зацепление на косозубое;*
- 5) *применить положительное смещение при зубонарезании.*

Указать ошибочный ответ.

21. Передаточное число определяется соотношением:

- 1)  $\omega_1 / \omega_2$ ;
- 2)  $n_1 / n_2$ ;
- 3)  $V_1 / V_2$ ;
- 4)  $d_2 / d_1$ ;
- 5)  $z_2 / z_1$ .

Указать ошибочный ответ.

22. Уменьшение модуля при неизменном делительном диаметре шестерни приводит:

- 1) *к повышению плавности зацепления;*
- 2) *к увеличению числа зубьев;*
- 3) *к уменьшению изгибной прочности зубьев;*
- 4) *к уменьшению толщины зубьев;*
- 5) *к уменьшению влияния погрешностей изготовления.*

Указать ошибочный ответ.

23. Переход от “мягкой” передачи к “твердой” (при прочих равных условиях) приведет:

- 1) к увеличению нагрузок на валы;*
- 2) к уменьшению габаритов;*
- 3) к уменьшению окружной скорости в зацеплении;*
- 4) к повышению трудоемкости изготовления;*
- 5) к улучшению прирабатываемости зубьев.*

Указать ошибочный ответ.

### 3. Конические зубчатые передачи

1. Конические передачи применяются, когда оси валов:

- 1) параллельны;*
- 2) перекрещиваются;*
- 3) пересекаются;*
- 4) располагаются произвольно.*

2. Конические передачи с круговыми зубьями по сравнению с коническими прямозубыми:

- 1) не меняют величину осевой силы на шестерне при реверсе;*
- 2) имеют большую нагрузочную способность;*
- 3) имеют меньшие габариты;*
- 4) менее чувствительны к погрешностям сборки;*
- 5) создают большие силы в зацеплении.*

Указать ошибочный ответ.

3. В ортогональной конической передаче угол делительного конуса шестерни равен  $23^{\circ}45'$ . Чему равен угол делительного конуса колеса?

- 1)  $23^{\circ}45'$ ;*
- 2)  $66^{\circ}75'$ ;*
- 3)  $46^{\circ}15'$ ;*
- 4)  $51^{\circ}28'$ ;*
- 5)  $71^{\circ}55'$ .*

4. Передаточное число в конической зубчатой передаче определяется:

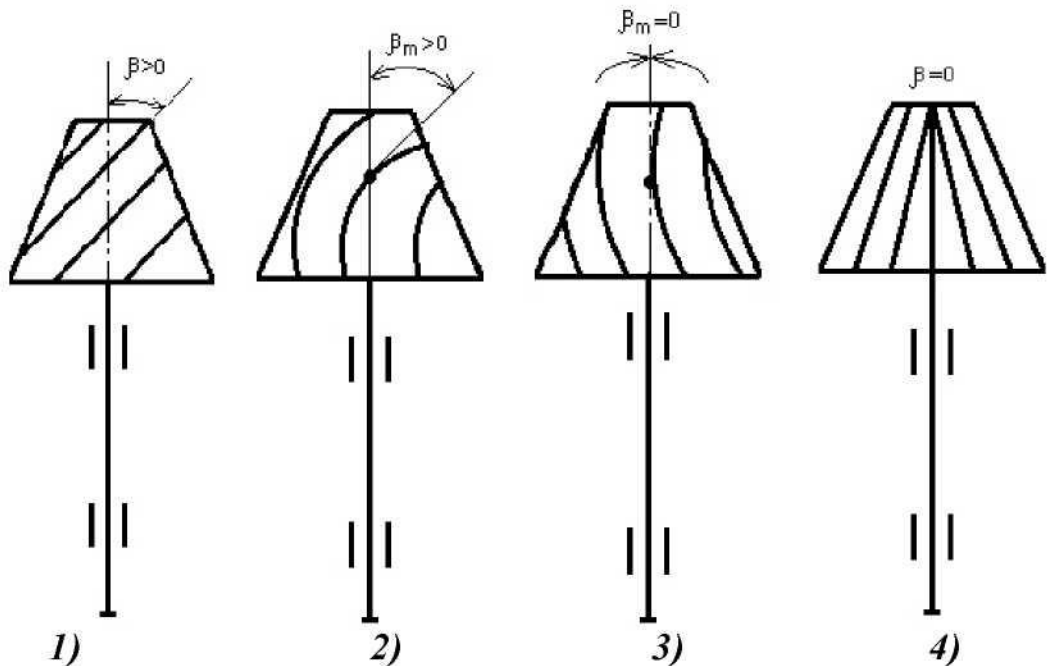
- 1)  $\omega_1 / \omega_2$ ;*
- 2)  $n_1 / n_2$ ;*
- 3)  $d_{e2} / d_{e1}$ ;*
- 4)  $z_2 / z_1$ ;*
- 5)  $\tan \delta_2$ .*

Какое из приведенных соотношений справедливо только для конической зубчатой передачи?

5. Какая из указанных передач создает наибольший шум?

- 1) Цилиндрическая косозубая;
- 2) Коническая прямозубая;
- 3) Коническая с круговыми зубьями;
- 4) Коническая с тангенциальными зубьями;
- 5) Шевронная;
- 6) Цилиндрическая прямозубая.

6. Какой из указанных типов зубьев чаще применяется в редукторных конических передачах?



#### 4. Червячные передачи

1. Какое из приведенных соотношений не является передаточным числом червячной передачи?

- 1)  $d_2/d_1$ ;
- 2)  $\omega_1/\omega_2$ ;
- 3)  $z_2/z_1$ ;
- 4)  $n_1/n_2$ .

2. С увеличением числа заходов червяка (при прочих равных параметрах):

- 1) КПД червячной передачи не изменяется;
- 2) КПД червячной передачи уменьшится;
- 3) делительный угол подъема витков не изменится;
- 4) делительный угол подъема витков уменьшится;
- 5) делительный угол подъема витков увеличится.

3. При искусственном воздушном охлаждении червячного редуктора ребра жесткости располагаются:

- 1) вертикально;

- 2) горизонтально;
- 3) параллельно оси вала червячного колеса;
- 4) параллельно оси червяка;
- 5) произвольно.

Какой ответ наиболее точен?

4. В самотормозящей червячной передаче:

- 1) КПД равно 70...80%;
- 2) ведущим звеном может быть только червяк;
- 3) ведущим звеном может быть только червячное колесо;
- 4) ведущим звеном может быть как червяк, так и червячное колесо;
- 5) червяк должен быть четырехзаходным.

5. В силовой червячной передаче червяк (Ч) и червячное колесо (ЧК) изготавливаются:

- 1) Ч и ЧК – из медных сплавов;
- 2) Ч – из медного сплава, ЧК – из стали;
- 3) Ч – из стали, ЧК – из медного сплава;
- 4) Ч и ЧК – из стали.

6. Для повышения КПД червячной передачи применяют:

- 1) увеличение числа заходов червяка;
- 2) высокопрочную легированную сталь для червячного колеса;
- 3) полирование витков червяка;
- 4) высокооловянную бронзу для червячного колеса.

Указать ошибочный ответ.

7. По сравнению с зубчатой передачей червячная передача обладает:

- 1) меньшим тепловыделением;
- 2) меньшим шумом и вибрацией;
- 3) более высоким передаточным числом;
- 4) более высокой себестоимостью;
- 5) повышенными требованиями к точности сборки.

Указать ошибочный ответ.

8. По скорости скольжения червяка определяется:

- 1) материал червяка;
- 2) способ упрочнения витков червяка;
- 3) модуль зацепления;
- 4) частота вращения червяка;
- 5) материал зубьев червячного колеса.

9. Коэффициент диаметра червяка назначается в зависимости:

- 1) от модуля зацепления;
- 2) от числа витков червяка;
- 3) от межосевого расстояния;
- 4) от числа зубьев червячного колеса;
- 5) от передаточного числа.

10. Какой вид разрушения является типичным для зубьев червячного колеса из высокооловянной бронзы?

- 1) заедание;
- 2) износ;
- 3) усталостная поломка;
- 4) усталостное выкрашивание рабочих поверхностей.

11. Какое из приведенных соотношений сил на червяке является правильным?

- 1)  $F_{t1} < F_{a1} < F_{r1}$  ;
- 2)  $F_{r1} < F_{a1} < F_{t1}$  ;
- 3)  $F_{a1} < F_{t1} < F_{r1}$  ;
- 4)  $F_{t1} < F_{r1} < F_{a2}$  ;
- 5)  $F_{r1} < F_{t1} < F_{a1}$  ;
- 6)  $F_{t1} < F_{r1} < F_{a1}$ .

12. Какой из приведенных ответов является правильным для передачи с межосевым расстоянием 180мм ?

- 1)  $z_1=1$ ;  $z_2=31$ ;  $q=12,5$ ;  $m=8$ ;
- 2)  $z_1=1$ ;  $z_2=31$ ;  $q=8$ ;  $m=10$ ;
- 3)  $z_1=2$ ;  $z_2=62$ ;  $q=20$ ;  $m=4$ ;
- 4)  $z_1=2$ ;  $z_2=62$ ;  $q=14$ ;  $m=5$ ;

Для всех вариантов передач  $a_w = 180 \text{ мм}$ .

13. Если при естественном охлаждении червячного редуктора условие теплостойкости не выполняется, необходимо:

- 1) изменить материал червяка;
- 2) изменить материал зубьев червячного колеса;
- 3) увеличить число заходов червяка;
- 4) предусмотреть ребра на корпусе;
- 5) увеличить межосевое расстояние передачи;
- 6) применить искусственное воздушное охлаждение.

Указать ошибочный ответ.

14. Какое из приведенных соотношений скоростей в червячной передаче является верным?

- 1)  $V_1 > V_s > V_2$ ;
- 2)  $V_s > V_2 > V_1$ ;

- 3)  $V_2 > V_s > V_1$ ;
- 4)  $V_2 > V_1 > V_s$ ;
- 5)  $V_s > V_1 > V_2$ .

15. При коэффициенте смещения червяка  $x < -1$  имеет место:

- 1) *заострение вершин зубьев червячного колеса;*
- 2) *подрезание зубьев червячного колеса;*
- 3) *подрезание витков червяка;*
- 4) *заострение вершин витком червяка;*
- 5) *снижение жесткости червяка.*

16. При коэффициенте смещения червяка  $x > +1$  имеет место:

- 1) *заострение вершин зубьев червячного колеса;*
- 2) *подрезание зубьев червячного колеса;*
- 3) *подрезание витков червяка;*
- 4) *заострение вершин витком червяка;*
- 5) *снижение жесткости червяка.*

17. При замене у зубьев червячного колеса бронзы БрА9ЖЗЛ на бронзу Бр010Ф1 (при прочих равных условиях):

- 1) *уменьшается прочность зубьев;*
- 2) *увеличивается стоимость изготовления червячного колеса;*
- 3) *ухудшаются антифрикционные свойства червячной пары;*
- 4) *уменьшается тепловыделение;*
- 5) *изменяется характер разрушения зубьев после отработки требуемого срока службы.*

Указать ошибочный ответ.

18. Для передаточного числа  $u=9$  число витков червяка  $z_1$  принимается:

- 1)  $z_1=1$ ;
- 2)  $z_1=2$ ;
- 3)  $z_1=4$ ;
- 4) *любое из указанных значений  $z_1$ .*

19. Для увеличения жесткости червяка необходимо:

- 1) *увеличить межосевое расстояние передачи;*
- 2) *уменьшить расстояние между опорами червяка;*
- 3) *уменьшить диаметр впадин червяка;*
- 4) *увеличить модуль зацепления.*

20. Даны четыре передачи с параметрами:

- а)  $z_2=32$ ;  $q=8$ ;  $m=8$ ;  $x=0$ ;
- б)  $z_2=64$ ;  $q=16$ ;  $m=4$ ;  $x=0$ ;
- в)  $z_2=64$ ;  $q=14$ ;  $m=4$ ;  $x=+1$ ;
- г)  $z_2=64$ ;  $q=18$ ;  $m=4$ ;  $x=-1$ .

- 1) *наибольшее межосевое расстояние  $a_w$  имеет передача а);*
- 2) *наибольшее межосевое расстояние  $a_w$  имеет передача б);*
- 3) *наибольшее межосевое расстояние  $a_w$  имеет передача в);*
- 4) *наибольшее межосевое расстояние  $a_w$  имеет передача г);*
- 5) *значение  $a_w$  одинаково во всех четырех передачах.*

## 5. Ременные передачи

1. Почему угол профиля клиновых ремней нельзя принимать намного меньше  $40^\circ$ ?

- 1) *Теряются преимущества клиновых ремней перед плоскими ремнями;*
- 2) *Усложняется технология изготовления;*
- 3) *Увеличивается нагрузка на валы;*
- 4) *Требуется большая сила предварительного натяжения;*
- 5) *Возможно заклинивание ремня в шкивах.*

2. По сравнению с зубчатой передачей ременная передача имеет такие преимущества:

- 1) *Меньшие габариты;*
- 2) *Более высокую нагрузочную способность;*
- 3) *Большую долговечность;*
- 4) *Меньшие нагрузки на валы и опоры;*
- 5) *Постоянство передаточного числа при изменении внешней нагрузки;*
- 6) *Меньший шум.*

3. К чему приведет увеличение диаметров шкивов, если внешняя нагрузка, частота вращения шкивов, передаточное число и размеры сечения ремня остаются неизменными?

- 1) *К увеличению полезной силы в ремне;*
- 2) *К уменьшению напряжения от центробежных сил;*
- 3) *К уменьшению напряжений изгиба в ремне;*
- 4) *К уменьшению долговечности ремня.*

4.  $F_1, F_2, F_o, F_t$  – усилия в ведущей и ведомой ветвях, сила предварительного натяжения и полезная сила в ремне соответственно. Какое из приведенных ниже соотношений является ошибочным?

- 1)  $F_1 / F_2 = e^{f \cdot \beta};$
- 2)  $F_1 + F_2 = 2F_o;$
- 3)  $F_o + F_1 + F_2 = F_t;$
- 4)  $F_1 = F_2 + F_t / 2.$

5. За один пробег ремня (при постоянной внешней нагрузке) напряжение в нем:

- 1) *Изменяется один раз;*
- 2) *Изменяется два раза;*
- 3) *Изменяется три раза;*
- 4) *Изменяется четыре раза;*
- 5) *Не изменяется.*

6. С увеличением внешней нагрузки усилия в ведущей ( $F_1$ ) и ведомой ( $F_2$ ) ветвях ремня:

- 1)  *$F_1$  и  $F_2$  увеличатся;*
- 2)  *$F_1$  увеличится,  $F_2$  не изменится;*
- 3)  *$F_1$  увеличится, а  $F_2$  уменьшится, а  $(F_1 + F_2)$  не изменится;*
- 4)  *$F_1$  увеличится, а  $F_2$  уменьшится, а  $(F_1 + F_2)$  увеличится.*

7. При увеличении внешней нагрузки ( $T_2, H \cdot м$ ) передаточное число ( $U$ ):

- 1)  *$U$  увеличится;*
- 2)  *$U$  уменьшится;*
- 3)  *$U$  не изменится;*
- 4)  *$U$  зависит от изменения мощности, а не  $T_2$ .*

8. С увеличением размера сечения клиновых ремней в передаче:

- 1) *Увеличится долговечность ремней;*
- 2) *Увеличится напряжение изгиба в ремнях;*
- 3) *Увеличатся диаметры шкивов;*
- 4) *Увеличится скорость ремней;*
- 5) *Увеличится длина ремней.*

Указать ошибочный ответ.

9. Увеличить долговечность клиновых ремней можно за счет:

- 1) *Увеличения размера сечения ремней;*
- 2) *Увеличения их длины;*
- 3) *Уменьшения диаметров шкивов;*
- 4) *Уменьшения силы предварительного натяжения;*
- 5) *Увеличения числа ремней.*

Указать ошибочный ответ.

10. В какой передаче предварительное натяжение ремня наименьшее (при прочих равных условиях)?

- 1) *С клиновыми ремнями;*
- 2) *С плоским ремнем;*

- 3) С зубчатым ремнем;
- 4) С поликлиновым ремнем.

11. Упругое скольжение ремня на шкивах объясняется:

- 1) Разным натяжением ведущей и ведомой ветвей;
- 2) Предварительным натяжением ремней;
- 3) Погрешностью изготовления шкивов;
- 4) Недостаточной силой трения между ремнем и шкивами;
- 5) Изменением внешней нагрузки.

12. С увеличением внешней нагрузки до  $T'_{2\max}$ :

- 1) Относительное скольжение ремня увеличивается;
- 2) КПД ременной передачи уменьшается;
- 3) Долговечность ремней увеличится;
- 4) Натяжение в ведущей и ведомой ветвях увеличится;
- 5) Коэффициент тяги уменьшится.

13. Для какого ремня потребуется наибольшее предварительное натяжение (при прочих равных условиях)?

- 1) Поликлинового;
- 2) Клинового;
- 3) Для всех одинаково;
- 4) Зубчатого;
- 5) Плоского.

14. Какое из соотношений не определяет коэффициент тяги?

- 1)  $\frac{F_o - F_t}{F_o + F_t}$ ;
- 2)  $\frac{e^{f \cdot \beta} - 1}{e^{f \cdot \beta} + 1}$ ;
- 3)  $\frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2}$ ;
- 4)  $\frac{F_t}{2F_o}$ ;
- 5)  $\frac{\sigma_t}{2\sigma_o}$ .

## 6. Цепные передачи

1. Какие из перечисленных цепей относятся к приводным, какие – к тяговым:

- 1) пластинчатые;
- 2) роликовые
- 3) зубчатые;

- 4) *втулочные;*
- 5) *круглозвенные.*

|                |  |  |  |  |  |
|----------------|--|--|--|--|--|
| Приводные цепи |  |  |  |  |  |
| Тяговые цепи   |  |  |  |  |  |

2. Как при заданной нагрузке можно уменьшить длину цепной передачи?

- 1) *уменьшить шаг цепи;*
- 2) *увеличить рядность цепи;*
- 3) *заменить тип цепи.*

Указать ошибочный ответ.

3. На какой ступени привода – быстроходной или тихоходной, целесообразно использовать цепную передачу?

- 1) *на быстроходной;*
- 2) *на тихоходной;*
- 3) *на любой ступени.*

4. Что изменится при увеличении шага цепи?

- 1) *увеличится нагрузочная способность;*
- 2) *повысится плавность движения цепи;*
- 3) *уменьшится число ударов звеньев цепи в единицу времени;*
- 4) *увеличится длина цепи.*

Указать ошибочный ответ.

5. Преимущества цепных передач перед ременными передачами трением:

- 1) *меньшие габариты;*
- 2) *отсутствие скольжения;*
- 3) *высокий КПД;*
- 4) *малые нагрузки на валы;*
- 5) *быстроходность.*

Указать ошибочный ответ.

6. Преимущества многорядных цепей перед однорядными цепями?

- 1) *меньшая ширина;*
- 2) *меньший шаг;*
- 3) *бóльшая нагрузочная способность;*
- 4) *меньшее межосевое расстояние;*
- 5) *меньшая длина цепи.*

Указать ошибочный ответ.

## 7. Валы и оси

1. Какой критерий работоспособности является основным для валов в редукторах общего назначения?

- 1) *Статическая прочность;*
- 2) *Жесткость;*
- 3) *Сопротивление усталости;*
- 4) *Виброустойчивость.*

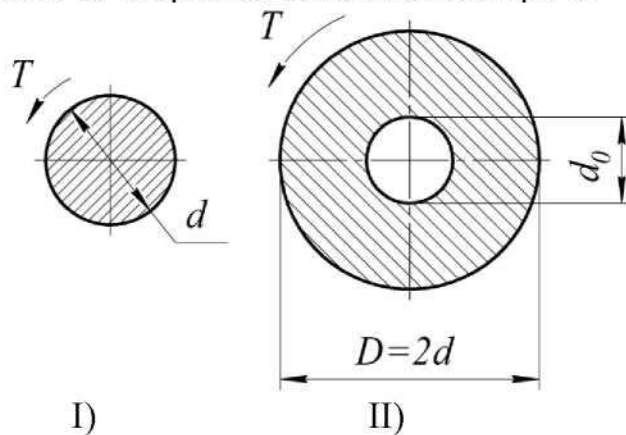
2. Что влияет на статическую прочность вала?

- 1) *Концентратор напряжений;*
- 2) *Размер сечения;*
- 3) *Материал вала;*
- 4) *Расстояние между опорами;*
- 5) *Величина действующих нагрузок.*

Указать ошибочный ответ.

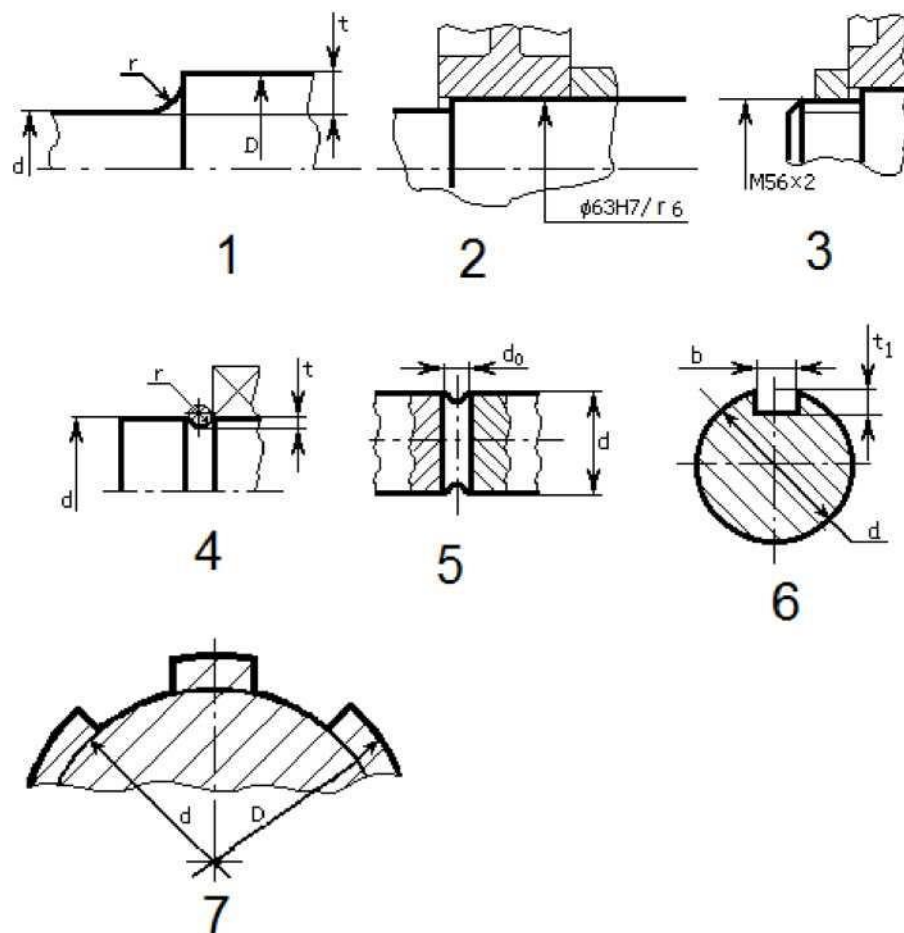
3. При каком значении  $d_0$  напряжения кручения  $\tau_I$  и  $\tau_{II}$  для указанных сечений валов будут одинаковы?

Искомое значение  $d_0$  выразить в долях диаметра  $d$ .



- 1)  $d_0 = 2 \cdot d$ ;
- 2)  $d_0 = d \cdot \sqrt[3]{7}$ ;
- 3)  $d_0 = 0,5 \cdot (d + D)$ ;
- 4)  $d_0 = d \cdot \sqrt[3]{10}$ .

4. Расставить в таблице номера концентраторов напряжений, представленные на эскизах.



| Концентратор напряжений     | Номер эскиза |
|-----------------------------|--------------|
| <i>Шпоночная канавка</i>    |              |
| <i>Посадка с натягом</i>    |              |
| <i>Резьба</i>               |              |
| <i>Поперечное отверстие</i> |              |
| <i>Шлицы</i>                |              |
| <i>Галтель</i>              |              |
| <i>Кольцевая канавка</i>    |              |

5. Как повысить прочность улучшенного вала по усталости в расчетном сечении?

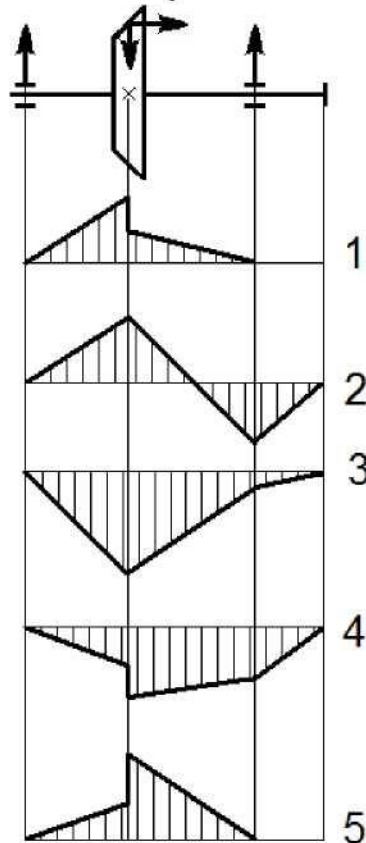
- 1) Изменить конструкцию вала на участке расчетного сечения так, чтобы  $K_\sigma$  и  $K_\tau$  увеличились;
- 2) Изменить материал вала так, чтобы  $\sigma_{-1}$  и  $\tau_{-1}$  увеличились;
- 3) Увеличить диаметр вала в расчетном сечении;
- 4) Заменить улучшение закалкой в зоне расчетного сечения.

Указать ошибочный ответ.

6. Из двух сечений вала – I и II, работающих на изгиб ( $\sigma_{и}$ ) с кручением ( $\tau_{к}$ ), более опасным по усталости является сечение I, если:

- 1)  $\sigma_{нI} > \sigma_{нII}$ ,  $\tau_{кI} > \tau_{кII}$ ;
- 2)  $\sigma_{эквI} > \sigma_{эквII}$ ;
- 3)  $M_{нI} > M_{нII}$ ,  $T_I > T_{II}$ ;
- 4)  $S_I < S_{II}$ ;
- 5)  $d_I < d_{II}$ .

7. Указать номер правильной эпюры изгибающих моментов



8. Для осевой фиксации деталей (узлов) на валу используются:

- 1) *разрезанные кольца;*
- 2) *шпонки призматические;*
- 3) *шайбы концевые;*
- 4) *гайки;*
- 5) *буртики;*
- 6) *посадки с гарантированным натягом.*

Указать ошибочный ответ.

9. Расставить в таблице номера сравнительных характеристик ступенчатых и гладких валов, рассчитанных при одинаковых нагрузках:

- 1) *большая масса;*
- 2) *удобство осевой фиксации деталей на валу;*

- 3) *меньше концентраторов напряжений;*
- 4) *меньше токарных операций;*
- 5) *более рациональное использование металла;*
- 6) *меньшие размеры подшипников.*

| Конструктивный<br>тип вала | Номера<br>характеристик |  |  |  |  |  |
|----------------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|
| Ступенчатый вал            |                         |  |  |  |  |  |
| Гладкий вал                |                         |  |  |  |  |  |

10. Какой участок вала целесообразно обработать с шероховатостью поверхности  $R_a = 0,25 \dots 0,40$  мкм?

- 1) *Под подшипниками;*
- 2) *Под манжетой;*
- 3) *Под зубчатым (червячным) колесом;*
- 4) *Под шкивом;*
- 5) *Шлицы*
- 6) *Шпоночную канавку;*
- 7) *С резьбой.*

11. Как изменяются пределы выносливости стали  $\sigma_{-1}$  и  $\tau_{-1}$  с увеличением размера сечения вала?

- 1) *Не изменяются;*
- 2) *Уменьшаются;*
- 3) *Увеличиваются;*
- 4)  *$\sigma_{-1}$  увеличивается, а  $\tau_{-1}$  уменьшается;*
- 5)  *$\sigma_{-1}$  уменьшается, а  $\tau_{-1}$  увеличивается.*
- 6) *В зависимости от марки стали значения  $\sigma_{-1}$  и  $\tau_{-1}$  могут как увеличиваться, так и уменьшаться.*

12. Для какой из указанных марок сталей применяется цементация вала?

- 1) *40ХНМА;*
- 2) *35ХГСА;*
- 3) *45Л;*
- 4) *65Г;*
- 5) *20Х2Н4А;*
- 6) *38ХЗМЮА.*

13. Какое из соотношений справедливо при расчете вала на сопротивление усталости?

- 1)  *$S_\sigma < S$ ;  $S_\tau > S$ .*
- 2)  *$S_\sigma > S$ ;  $S_\tau < S$ .*
- 3)  *$S_\sigma < S$ ;  $S_\tau < S$ .*
- 4)  *$S_\sigma > S$ ;  $S_\tau > S$ .*

14. По какой зависимости определяется ориентировочный диаметр вала?

1)  $d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M}{\pi \cdot [\sigma_p]}}$ ;    2)  $d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot [\tau_k]}}$ ;    3)  $d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{экв}}{\pi \cdot [\sigma_n]}}$ ;    4)  $d = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot [\sigma_p]}}$ .

15. С увеличением диаметра вала:

- 1) *уменьшается предел выносливости материала вала;*
- 2) *увеличивается жесткость вала;*
- 3) *увеличиваются действующие напряжения;*
- 4) *увеличивается запас прочности по усталости;*
- 5) *увеличивается запас статической прочности.*

Указать ошибочный ответ.

## 8. Подшипники качения

1. По сравнению с подшипниками скольжения у подшипников качения:

- 1) *меньше потери на трение;*
- 2) *меньше диаметральные размеры;*
- 3) *меньше потери на трение;*
- 4) *меньшая быстроходность;*
- 5) *меньше расход смазочных материалов.*

Указать ошибочный ответ.

2. Какой из указанных подшипников не предназначен для восприятия осевой силы?

- 1) *Шариковый сферический двухрядный;*
- 2) *Роликовый сферический двухрядный;*
- 3) *Роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами;*
- 4) *Роликовый конический;*
- 5) *Шариковый радиальный однорядный;*
- 6) *Шариковый радиально-упорный однорядный.*

3. Какой из указанных подшипников имеет наименьшую быстроходность?

- 1) *Шариковый упорный;*
- 2) *Шариковый радиальный;*
- 3) *Шариковый радиально-упорный однорядный;*
- 4) *Роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами;*
- 5) *Роликовый конический;*
- 6) *Шариковый двухрядный сферический.*

4. Какому из указанных подшипников принадлежит условное обозначение 46309?

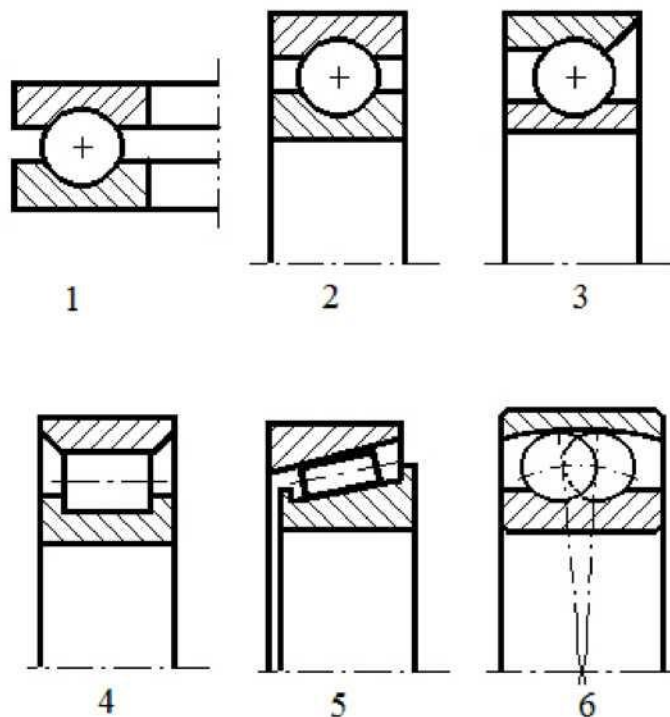
- 1) *Шариковому радиально-упорному, легкой серии,  $d = 45$  мм;*

- 2) Роликовому коническому, средней серии,  $d = 40\text{мм}$ ;
- 3) Роликовому радиальному цилиндрическому, средней серии,  $d = 50\text{мм}$ ;
- 4) Шариковому радиально-упорному, средней серии,  $d = 45\text{мм}$ ;
- 5) Роликовому коническому, средней серии,  $d = 45\text{мм}$ ;
- 6) Шариковому сферическому, легкой серии,  $d = 40\text{мм}$ .

5. По какому из указанных критериев работоспособности проверяется подшипник качения с частотой вращения внутреннего кольца 0,75 об/мин?

- 1) По статической грузоподъемности;
- 2) По износу тел качения;
- 3) По прочности сепаратора;
- 4) По динамической грузоподъемности.

6. Какой из приведенных подшипников является самоустанавливающимся?



7. В плавающей опоре вала  $\varnothing 60\text{ мм}$  применяется подшипник:  
 1) 36212; 2) 212; 3) 1212; 4) 2212; 5) 3212.

Указать ошибочный ответ.

8. В фиксирующей опоре вала  $\varnothing 40\text{ мм}$  используется пара подшипников:  
 1) 36208; 2) 208; 3) 46308; 4) 7208; 5) 27308.

Указать ошибочный ответ.

9. Подшипник опоры I более нагружен, чем подшипник опоры II, если:

- 1)  $F_{rI} > F_{rII}$ ;  $F_{aI} > F_{aII}$ ;
- 2)  $F_{rI} > F_{rII}$ ;
- 3)  $F_{aI} > F_{aII}$ ;
- 4)  $P_{rI} > P_{rII}$ .

10. В шевронной передаче валы шестерни (*Ш*) и колеса (*К*) устанавливаются:

- 1) вал *Ш* – в плавающих опорах (*ПО*), вал *К* – в фиксирующих опорах (*ФО*);
- 2) вал *Ш* – в *ФО*, вал *К* – в *ПО*;
- 3) валы *Ш* и *К* – в *ПО*;
- 4) валы *Ш* и *К* – в *ФО*.

11. Отличительные особенности схемы Б установки подшипников по сравнению со схемой А:

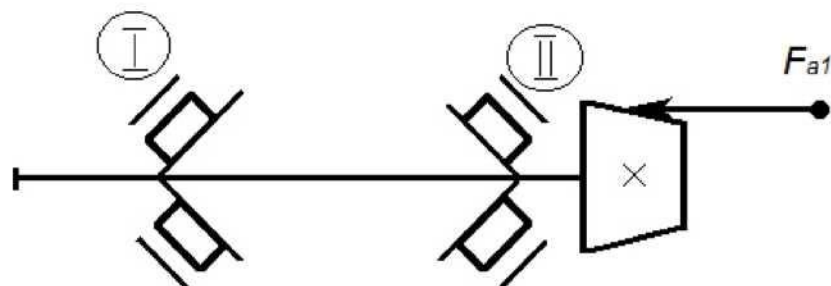


Схема А

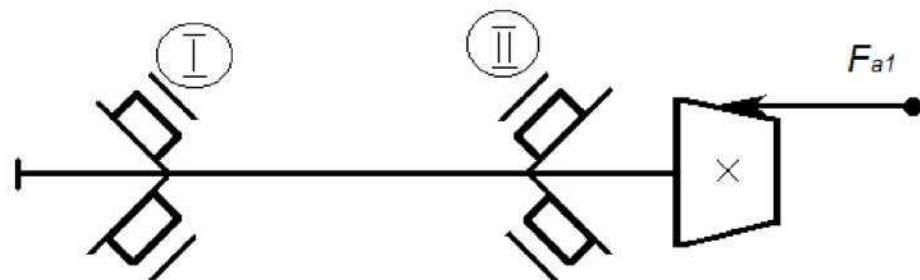


Схема Б

- 1) бóльшее расстояние между подшипниками;
- 2) бóльшая жесткость вала;
- 3) бóльшая трудоемкость в регулировке зазоров в подшипниках;
- 4) осевую силу  $F_{a1}$  воспринимает подшипник II, а не I.

Указать ошибочный ответ.

12. Указать зависимость при расчете роликового радиального подшипника:

- 1)  $P_r = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_\delta \cdot K_T$ ;
- 2)  $P_a = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_\delta \cdot K_T$ ;
- 3)  $P_r = F_r \cdot K_\delta \cdot K_T$ ;
- 4)  $P_a = F_a \cdot K_\delta \cdot K_T$ .

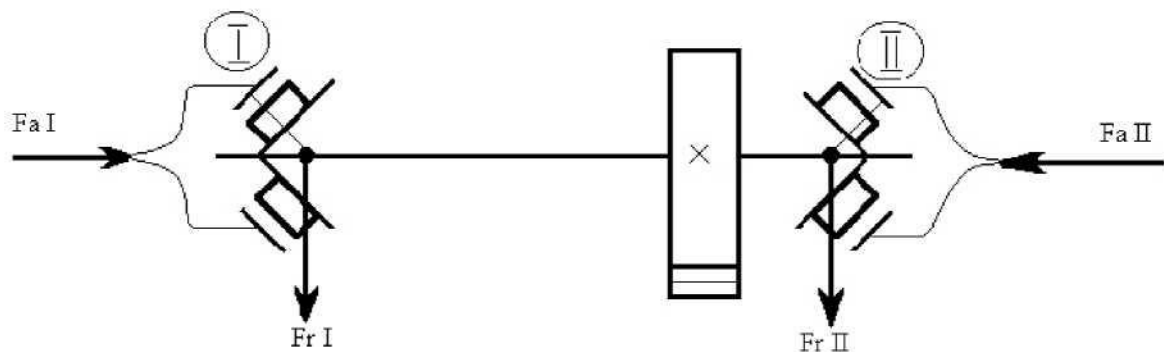
13. При вычислении эквивалентной радиальной динамической нагрузки:

$$P_r = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_\delta \cdot K_T,$$

осевая нагрузка не учитывается, если:

- 1)  $F_a < F_r$ ;
- 2)  $F_a / (V \cdot F_r) > e$ ;
- 3)  $F_a / (V \cdot F_r) \leq e$ ;
- 4)  $F_a / (V \cdot F_r) < 0,5 \cdot C_r$ ;
- 5)  $F_r$  и  $F_a$  – переменные величины.

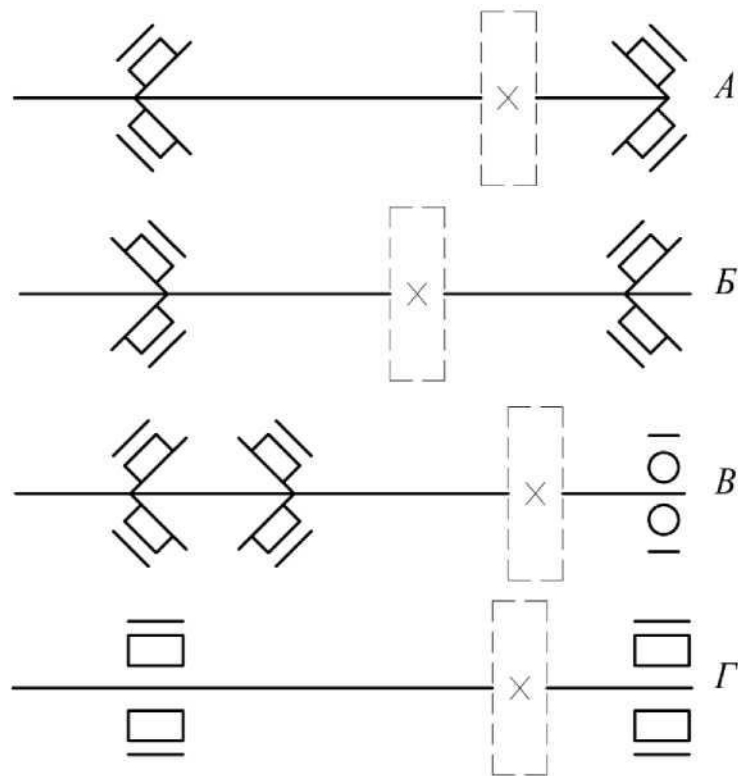
14.



- 1)  $F_{rI} > F_{rII}$ ;
- 2)  $F_{rI} < F_{rII}$ ;
- 3)  $F_{aI} = F_{aII} = 0$ ;
- 4)  $F_{aI} > F_{aII}$ ;  $F_{rI} < F_{rII}$ .

Указать номер правильного ответа.

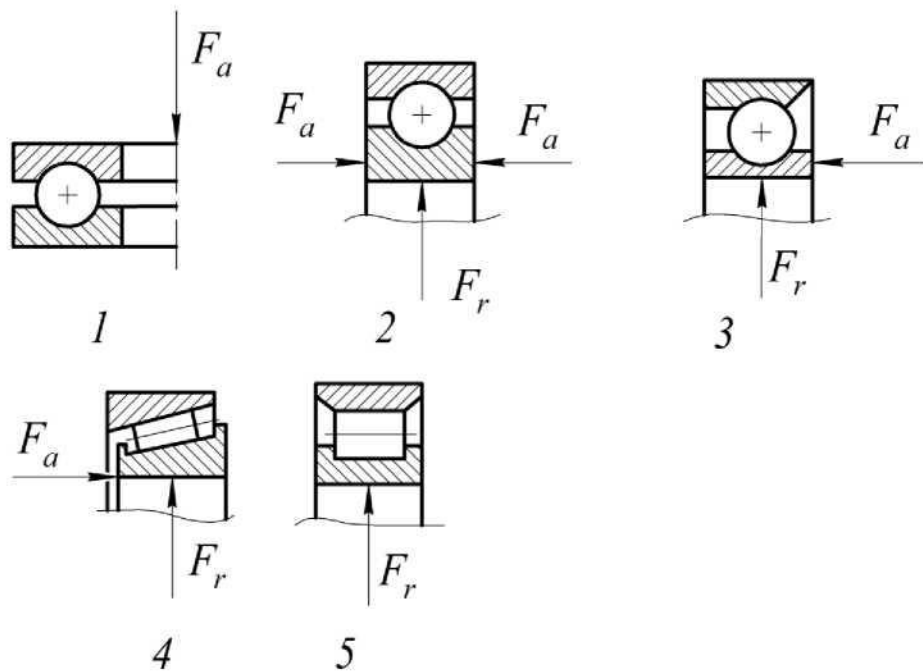
15. Даны четыре схемы установки подшипников – А, Б, В, Г:



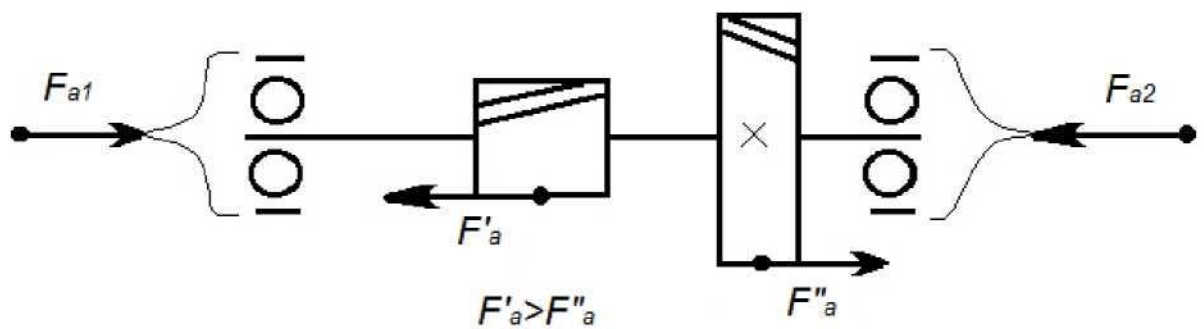
- 1) Для цилиндрических прямозубых и косозубых колес – А;
- 2) Для червяков – А, В;
- 3) Для червячных колес – А, В;
- 4) Для шевронных шестерен – Г;
- 5) Для шевронных колес – А;
- 6) Для конических шестерен – А, Б.

Указать ошибочный ответ.

16. Указать ошибочную схему нагружения подшипника из пяти схем, представленных на рисунке:



17.



- 1)  $F_{a1} = F'_a$ ;  $F_{a2} = F''_a$ ;
- 2)  $F_{a1} = 0$ ;  $F_{a2} = F'_a - F''_a$ ;
- 3)  $F_{a2} = F'_a - F''_a$ ;  $F_{a1} = 0$ ;
- 4)  $F_{a1} = F_{a2} = (F'_a - F''_a)/2$ .

18. Надежность радиально-упорного подшипника достаточна, если:

- 1)  $L_{10h} \geq L_{10h(треб)}$ ;
- 2)  $P_r > F_r + F_a$ ;
- 3)  $P_r < F_r + F_a$ ;
- 4)  $L_{10h} < L_{10h(треб)}$ ;
- 5)  $P_r \leq C_r$ ;
- 6)  $P_r > C_r$ .

19. Какому из указанных подшипников соответствует название:

*роликовый радиально-упорный однорядный с увеличенным углом контакта, средней серии диаметров, с внутренним диаметром 40 мм, повышенной грузоподъемности?*

*1) 3180208; 2) 1212; 3) 42308А; 4) 53608;*

*5) 46208; 6) 27308А; 7) 9208.*

## **9. Резьба в соединениях и винтовых механизмах**

1. Какая резьба обладает наибольшей прочностью?

- 1) Трапецеидальная;*
- 2) Метрическая;*
- 3) Упорная;*
- 4) Дюймовая;*
- 5) Прямоугольная.*

2. Какая резьба обеспечивает максимальный КПД передачи винт-гайка?

- 1) Трапецеидальная;*
- 2) Метрическая;*
- 3) Упорная;*
- 4) Дюймовая;*
- 5) Прямоугольная.*

3. При одинаковых номинальных диаметрах резьба с более крупным шагом характеризуется:

- 1) меньшей концентрацией напряжений;*
- 2) меньшим углом подъема на среднем диаметре;*
- 3) меньшей вероятностью самоотвинчивания;*
- 4) меньшей прочностью;*
- 5) меньшей зависимостью от погрешностей изготовления.*

4. Переход от однозаходной резьбы к многозаходной резьбе приводит:

- 1) к увеличению сил трения;*
- 2) к увеличению угла подъема резьбы;*
- 3) к увеличению КПД передачи винт-гайка;*
- 4) к ухудшению условий резания при изготовлении резьбы;*
- 5) к увеличению шага резьбы.*

Указать ошибочный ответ.

5. Предварительная затяжка резьбового соединения вызывает:

- 1) сжатие и кручение тела гайки;*
- 2) сжатие и кручение стержня болта;*

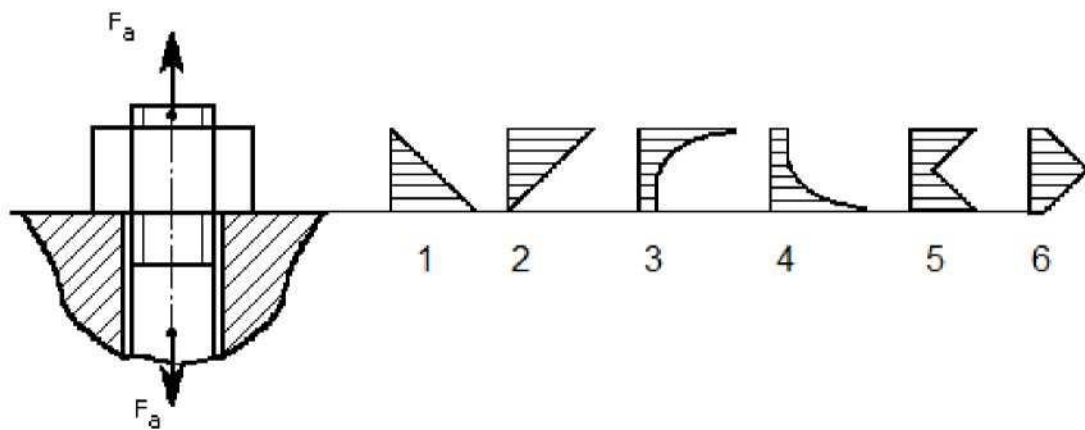
- 3) *растяжение тела гайки;*
- 4) *сжатие стержня болта;*
- 5) *сжатие тела гайки;*
- 6) *кручение стержня болта;*
- 7) *кручение тела гайки.*

Указать наиболее точный ответ.

6. Какой из перечисленных способов предотвращения самоотвинчивания резьбового соединения является наименее надежным?

- 1) *контргайкой;*
- 2) *шплинтом;*
- 3) *пружинной шайбой;*
- 4) *стопорной многолапчатой шайбой.*

7. Какая из приведенных эпюр распределения осевой силы  $F_a$  по виткам гайки является правильной?



8. Какая из приведенных зависимостей определяет напряжение среза в витках резьбы гайки?

- 1)  $\frac{4 \cdot F_a}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot Z \cdot K_m}$ ;
- 2)  $\frac{F_a}{\pi \cdot d_1 \cdot H \cdot K_m \cdot K_p}$ ;
- 3)  $\frac{1,3 \cdot F_a}{(\pi \cdot d_1^2 / 4)}$ ;
- 4)  $\frac{F_a}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K_m \cdot K_p}$ .

## 10. Муфты

1. При одинаковом диаметре отверстий в полумуфтах наибольшей нагрузочной способностью обладает:

- 1) *муфта упругая втулочно-пальцевая;*
- 2) *муфта с торообразной оболочкой;*
- 3) *муфта фрикционная;*
- 4) *муфта зубчатая.*

2. Наибольшей компенсирующей способностью обладает:

- 1) *муфта упругая втулочно-пальцевая;*
- 2) *муфта фланцевая;*
- 3) *муфта кулачково-дисковая;*
- 4) *муфта зубчатая;*
- 5) *муфта шарнирная.*

3. Расставить номера указанных муфт, которые рекомендуются на входной и выходной валы редуктора:

- 1) *муфта упругая втулочно-пальцевая;*
- 2) *муфта фланцевая;*
- 3) *муфта кулачково-дисковая;*
- 4) *муфта с торообразной оболочкой;*
- 5) *муфта зубчатая;*
- 6) *муфта предохранительная;*
- 7) *муфта с резиновой звездочкой;*
- 8) *муфта цепная.*

|                        |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Входной вал редуктора  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Выходной вал редуктора |  |  |  |  |  |  |  |  |

4. Муфта фрикционная обладает следующими свойствами:

- 1) *предохраняет механизм привода от перегрузок;*
- 2) *сохраняет постоянство частоты вращения валов при любой величине крутящего момента;*
- 3) *используются силы трения для передачи крутящего момента.*

Указать ошибочный ответ.

## 11. Опорные рамы и плиты

1. Указать рациональное применение сварных рам и литых плит:

- 1) *единичное и мелкосерийное производства;*
- 2) *крупносерийное и массовое производства;*
- 3) *повышенные требования к жесткости конструкции;*
- 4) *для уменьшения массы и габаритов.*

|              |  |  |  |  |
|--------------|--|--|--|--|
| Сварные рамы |  |  |  |  |
| Литые плиты  |  |  |  |  |

2. Материал для литых плит:

- 1) цементируемая сталь;*
- 2) азотируемая сталь;*
- 3) серый чугуn;*
- 4) сталь под закалку;*
- 5) любая легированная сталь.*

3. Способы повышения жесткости сварной рамы:

- 1) применение швеллера большего размера;*
- 2) применение ребер между полками швеллера;*
- 3) крепление швеллеров к фундаменту за обе полки.*

Указать ошибочный ответ.

## **12. Шпоночные и шлицевые соединения**

1. В сравнении со шпоночными соединениями для шлицевых соединений характерно:

- 1) лучшее центрирование детали на валу;*
- 2) бóльшая нагрузочная способность;*
- 3) меньший дисбаланс при высоких частотах вращения;*
- 4) меньшая трудоемкость изготовления;*
- 5) меньшая концентрация напряжений.*

Указать ошибочный ответ.

2. Какие шпонки используются в качестве направляющих прямолинейного движения?

- 1) Цилиндрические;*
- 2) клиновые;*
- 3) сегментные;*
- 4) призматические;*
- 5) тангенциальные клиновые.*

3. Шлицевые соединения с эвольвентными шлицами отличаются от соединений с прямобоочными шлицами:

- 1) бóльшей нагрузочной способностью;*
- 2) бóльшей точностью профиля на валу;*
- 3) бóльшей трудоемкостью изготовления пазов в отверстии;*
- 4) возможностью центрирования по боковым сторонам;*
- 5) более сложным профилем фрезы для нарезания шлицев на валу.*

Указать ошибочный ответ.

4. Какая шпонка может быть установлена только на концевом участке вала?

- 1) Цилиндрическая;*

- 2) *клиновая;*
- 3) *сегментная;*
- 4) *призматическая;*
- 5) *тангенциальные клиновая.*

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
*Фонд тестовых заданий*

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено                               | Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме решил задание, привел аргументы в пользу своего решения, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| незачтено                             | Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)                                                                     |

**Задачи к экзамену:**

**Задача 1**

В сечении В-В, рис.45\*, где действует только крутящий момент, вал имеет 35%-ный запас прочности при кратковременных перегрузках с  $K_{пер}=2,9$ .

Будет ли при этом обеспечена контактная выносливость тихоходной ступени в течении 36000 часов, если шестерня цементирована, а колесо улучшено?

Окружная скорость в полюсе быстроходной ступени равна 5,8 м/с.

---

\*Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов. - К.: Вища шк., 1990.-151 с.

---

**Задача 2**

Вращение к редуктору ЧЦ, рис.72\*, подводится от электродвигателя 4А160S6У3. Червяк имеет 60%-ный запас жесткости по углу поворота его оси в опорах.

Достаточна ли прочность по усталости подшипниковой шейки тихоходного вала?

Поперечные силы и изгибающие моменты на концевом участке тихоходного вала отсутствуют.

**Задача 3**

Среднее сечение концевой участка быстроходного вала редуктора, рис.62\*, имеет трехкратный запас прочности по усталости, причем  $S_\sigma$  на 27% меньше  $S_\tau$ .

Выполняется ли при этом главный критерий работоспособности передачи с улучшенными зубьями шестерни и колеса?

Срок службы редуктора неограничен.

**Задача 4**

Червячный редуктор, рис.70\*, имеет 17%-ный запас теплостойкости в режиме искусственного охлаждения. Окружная скорость вершин зубьев червячного колеса равна 23,5м/мин.

Обладает ли достаточной прочностью по усталости правая подшипниковая шейка тихоходного вала, где изгибающий (М) и крутящий (Т) моменты связаны соотношением:  $M/T=2,8/4,8$ ?

### Задача 5

Подшипниковая шейка тихоходного вала редуктора, расположенная у его концевой части, рис.65\*, имеет пятикратный запас прочности по усталости. Изгибающий момент здесь на 42% меньше крутящего момента.

Могут ли улучшенные зубья конической шестерни выдержать кратковременную перегрузку по изгибу при  $K_{пер}=3,8$ ?

### Задача 6

Червяк редуктора ЧЦ, рис.72\*, имеет 14%-ный запас жесткости по углу прогиба в подшипниках.

Достаточна ли прочность по усталости подшипниковой шейки тихоходного вала у концевой части?

В заданном сечении изгибающий момент на 12% меньше крутящего момента. Угловая скорость быстроходного вала 141,4рад/с.

### Задача 7

Правая подшипниковая шейка быстроходного вала редуктора КЦ, рис.67\*, имеет 35%-ный запас прочности при кратковременных перегрузках с  $K_{пер}=4,8$ . При этом, напряжения изгиба и кручения в расчетном сечении одинаковы.

Достаточна ли изгибная выносливость улучшенных зубьев цилиндрической шестерни при реверсивной нагрузке в течение 36 тысяч часов?

Окружная скорость на среднем делительном диаметре шестерни равна 4,9м/с.

### Задача 8

Левая подшипниковая шейка ведомого вала редуктора, рис. 68\*, где изгибающий момент равен крутящему моменту, имеет 30%-ный запас прочности по усталости.

Будет ли при этом перекос колец подшипников 7305 в пределах нормы?

Червяк вращается от асинхронного электродвигателя с двумя полюсами и относительным скольжением 4,8%.

### Задача 9

Подшипниковая шейка улучшенного тихоходного вала редуктора, рис.63\*, расположенная у концевой части, обладает четырехкратным запасом прочности по усталости при кручении.

Достаточна ли при этом изгибная прочность закаленных ТВЧ зубьев шестерни при кратковременных перегрузках с  $K_{пер}=3,9$ ?

### Задача 10

Угол перекося колец подшипников 66408, рис.70\*, на 48% меньше допустимого значения. Червяк вращается от асинхронного электродвигателя с двумя полюсами и относительным скольжением 3,4%.

Достаточна ли при этом статическая прочность тихоходного вала при кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=3,2$  на правой подшипниковой шейке, где изгибающий момент на 18% меньше крутящего момента?

### Задача 11

Тихоходная ступень редуктора ЦЧ, ри.76\*, имеет пятикратный запас изгибной выносливости.

Обеспечивается ли при этом статическая прочность быстроходного вала в левой подшипниковой шейке при кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=4,5$ , где изгибающий момент в 3 раза превышает крутящий момент?

Ведущий вал редуктора вращается асинхронным электродвигателем с относительным скольжением  $S=3,2\%$  и двумя полюсами.

### Задача 12

Червяк редуктора Ч, рис.70\*, воспринимает 83% термической мощности и вращается от асинхронного электродвигателя с относительным скольжением  $S=2,9\%$  и двумя полюсами.

Обладает ли правая подшипниковая шейка тихоходного вала достаточной прочностью при кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=3,7$ ?

В расчетном сечении изгибающий момент на 19% меньше крутящего момента.

### Задача 13

Запас контактной выносливости червячной передачи редуктора ЦЧ, рис.75\*, составляет 6%.

Достаточен ли запас прочности по усталости в среднем сечении концевой участка вала червяка, где отсутствует изгибающий момент?

Ведущий вал вращается от асинхронного электродвигателя с четырьмя полюсами и относительным скольжением  $S=4,4\%$ .

### Задача 14

Быстроходный вал редуктора ЧЦ, рис.71\*, вращается от электродвигателя 4А180S2У3 через ременную передачу со шкивами  $d_1=160\text{мм}$ ,  $d_2=355\text{мм}$ . В середине левой подшипниковой шейки вала червяка, где изгибающий момент на 15% меньше крутящего, имеется 55%-ный запас прочности при кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=3,2$ .

Достаточна ли прочность по усталости середины концевой участка тихоходного вала, где отсутствуют поперечные силы и изгибающие моменты?

### Задача 15

Перекас колец подшипников 66410, вызванный прогибом вала червяка, рис.76\*, на 75% меньше допустимого значения.

Обладает ли концевой участок ведомого вала редуктора достаточной прочностью при кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=3,4$ , если изгибающий (М) и крутящий (Т) моменты связаны соотношением  $M/T=2,5/2,9$ ?

Угловая скорость ведомого вала редуктора равна 2,7 рад/с.

### **Задача 16**

Резьба круглой шлицевой гайки АМ48×1,5.6Н.35 ГОСТ 11871-88, установленной на валу червяка редуктора ЦЧ, рис.76\*, имеет 63-х процентный запас прочности по срезу.

Достаточна ли жесткость вала червяка по углу поворота в подшипниках?

Быстроходный вал вращается асинхронным электродвигателем с относительным скольжением 4,2% и двумя полюсами.

### **Задача 17**

Какой критерий работоспособности является лимитирующим для редуктора, рис. 66\*, – изгибная прочность цементованных зубьев конической шестерни в реверсивном режиме при 4-х кратных кратковременных перегрузках или прочность концевой участка тихоходного вала при тех же перегрузках?

Заданный участок вала не нагружен изгибающим моментом.

### **Задача 18**

Какой критерий работоспособности является лимитирующим для редуктора, рис. 63\*, – усталостная прочность концевой участка ведущего вала или контактная выносливость цементованных зубьев передачи при длительной эксплуатации?

### **Задача 19**

Среднее сечение концевой участка тихоходного вала, рис. 71\*, имеет 4-х кратный запас прочности по усталости при кручении.

Достаточна ли жесткость вала червяка по углу прогиба в опорах?

Окружная скорость в полюсе зубчатого зацепления равна 0,24 м/с.

### **Задача 20**

Червяк потребляет 72% термической мощности редуктора ЧЦ при искусственном воздушном охлаждении, рис.69\*, вращаясь от электродвигателя 4А180S2У3.

Достаточна ли прочность вала по усталости под ступицей червячного колеса?

В расчетном сечении изгибающий момент на 36% меньше крутящего.

### **Задача 21**

Средина подшипниковой шейки у консоли тихоходного вала редуктора ЧЦ, рис.72\*, имеет 30%-ный запас статической прочности при кратковремен-

ных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=4,8$ . Изгибающий момент в расчетном сечении на 12% меньше крутящего.

Определить перекося колец подшипников вала червяка, который вращается от электродвигателя 4A160S2Y3 через ременную передачу с диаметрами шкивов 160 и 355мм?

### **Задача 22**

Цельнометаллический стакан в редукторе, рис. 67\*, заменен на сварной (см. рис. на обороте экзаменационного билета). Его угловые швы с катетом 5 мм, нагруженные осевой силой шестерни, имеют двукратный запас прочности.

Достаточна ли прочность по усталости среднего сечения концевой участка тихоходного вала, работающего на кручение?

### **Задача 23**

Ведущий вал редуктора, рис. 68\*, приводится во вращение двухполюсным асинхронным электродвигателем с относительным скольжением 3,7%.

Достаточна ли прочность по усталости ведомого вала посередине участка с  $\varnothing 40p6$ , если нагрузочная способность редуктора лимитируется термической мощностью?

В расчетном сечении изгибающий момент на 22% меньше крутящего.

### **Задача 24**

В среднем сечении нарезанной части червяка, рис. 68\*, имеется двукратный запас прочности при кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=2,6$ . Изгибающий (М) и крутящий (Т) моменты здесь связаны соотношением:  $M/T=5,6/3,8$ .

Достаточно ли при этом естественного охлаждения редуктора?

Окружная скорость подшипниковых шеек ведомого вала равна 19,2м/мин.

### **Задача 25**

При кратковременных перегрузках с  $K_{\text{пер}}=3,9$  напряжение изгиба в зубьях цементированной шестерни быстроходной ступени, рис. 65\*, на 40% ниже допустимого.

Имеется ли запас прочности по усталости в сечении тихоходного вала с  $\varnothing 120p6$ , где изгибающий момент на 15% больше крутящего момента?

### **Задача 26**

В среднем сечении участка тихоходного вала с  $\varnothing 75p6$ , рис. 76\*, запас прочности по усталости в 2,2 раза выше допустимого. Изгибающий момент здесь на 35% меньше крутящего.

Достаточна ли изгибная выносливость улучшенных зубьев шестерни, если окружная скорость на вершине зубьев равна 411 м/мин?

## Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

| Шкала оценивания        | Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| отлично (5)             | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач |
| хорошо (4)              | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                     |
| удовлетворительно (3)   | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                   |
| неудовлетворительно (2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.                          |

### 9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников

дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;

- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и<br>изменений | Дата и номер протокола<br>заседания кафедры<br>(кафедр), на котором были<br>рассмотрены и одобрены<br>изменения и дополнения | Подпись (с<br>расшифровкой)<br>заведующего кафедрой<br>(заведующих кафедрами) |
|----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |
|          |                                |                                                                                                                              |                                                                               |