

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерно-физический факультет высоких технологий

М. Б. Николотов

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Методические указания по изучению учебной дисциплины
«Детали машин и основы конструирования»

Ульяновск
2019

Николотов, М. Б.

Самостоятельная работа студентов: методические указания по изучению учебной дисциплины «Детали машин и основы конструирования» / М. Б. Николотов. – Ульяновск: УлГУ, 2019.- 32 с.

В методических указаниях приведены рекомендации по организации самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Детали машин и основы конструирования».

Предназначены для студентов специальностей 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (специалитет) и 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (бакалавриат).

Методические указания рекомендованы к введению в образовательный процесс решением Ученого Совета ИФФВТ УлГУ (протокол №11 от 18 июня 2019 г.)

© Николотов М. Б., 2019

© Ульяновский государственный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Теоретическая подготовка	
1.1. Проработка тем лекционного курса	5
1.2. Самостоятельное изучение теоретического материала	15
2. Подготовка к защите лабораторных работ	
2.1. Изучение конструкции и определение основных параметров цилиндрического двухступенчатого редуктора	16
2.2. Изучение конструкции и определение основных параметров червячного редуктора	17
2.3. Классификация редукторов	18
2.4. Изучение конструкции и определение основных параметров подшипников качения	18
3. Выполнение курсового проекта	
3.1. Рекомендации по выбору электродвигателя	20
3.2. Рекомендации по определению общего передаточного отношения привода и разбивке его по ступеням	23
3.3. Особенности расчетов двухступенчатых редукторов	28
3.4. Задания к курсовому проектированию	29

Введение

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» организуется в соответствии с используемыми в учебном процессе формами учебных занятий (лекции, практические и лабораторные занятия, курсовое проектирование).

На основе знаний, полученных при освоении лекционного курса, проведении и защите лабораторных работ, выполнении курсового проекта, вырабатываются умения анализировать полученные результаты при расчетах, принимать решения по оптимизации параметров механических передач, деталей и узлов общего назначения.

Процесс самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

1. Подготовительный этап, в ходе которого студент определяет цели, методику самостоятельной работы, трудоемкость, сроки выполнения, критерии оценки качества выполняемой самостоятельной работы и уточняет формы ее самоконтроля.

2. Основной этап, в котором развиваются навыки работы с учебниками, классическими первоисточниками и современной научной литературой, отрабатываются приемы поиска информации, в том числе и с использованием средств INTERNET с последующим усвоением, переработкой, формированием навыков исследования и поиска оптимальных вариантов решений.

3. Заключительный этап (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации).

Основными видами самостоятельной работы студентов по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» являются:

- теоретическая подготовка,
- подготовка к защите лабораторных работ,
- выполнение курсового проекта.

1. Теоретическая подготовка

Самостоятельная работа студентов в части теоретической подготовки сводится к двум основным видам работ по каждой учебной теме:

- проработка тем лекционного курса;
- самостоятельное изучение теоретического материала.

1.1. Проработка тем лекционного курса

По ходу учебного процесса студент должен регулярно прорабатывать материал прочитанных лекций согласно графику учебного процесса и самостоятельной работы студентов. В процессе работы кроме конспектов лекций студент может обращаться к рекомендованным информационным источникам. Для самопроверки усвоения теоретического материала по каждой теме предлагаются контрольные вопросы и задания.

Основные положения

Классификация механизмов, узлов и деталей. Требования к деталям и машинам, критерии работоспособности и влияющие на них факторы. Понятие надежности машин. Основы проектирования механизмов, стадии разработки проекта.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что называют механизмом, машиной, деталью, узлом?
2. Перечислите виды соединений.
3. Укажите назначение передач вращательного движения.
4. Приведите классификацию передач вращательного движения.
5. Назовите критерии работоспособности деталей машин.
6. Что понимают под проектированием?
7. Перечислите стадии разработки проекта
8. Что дает автоматизация проектирования?
9. Что понимают под надежностью машин?
10. Как оценивают надежность машин?
11. Как изменяется надежность во времени?
12. Укажите пути повышения надежности машин.

Общие сведения о механических передачах

Назначение и классификация механических передач. Основные параметры механических передач.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Перечислите виды кинематических пар в зависимости от вида движения.

2. Какими могут быть механизмы по функциональному назначению?
3. Дайте определение понятию «привод»
4. Чем вызвана необходимость введения передачи как промежуточного звена между двигателем и рабочим органом машины?
5. Какие функции могут выполнять механические передачи?
6. Что такое передаточное отношение?
7. Как определить передаточное отношение многоступенчатой передачи?
8. Как определить КПД многоступенчатой передачи?
9. Приведите классификацию механических передач.
10. Какова зависимость между мощностями на ведущем и ведомом валах передачи?
11. Какова зависимость между вращающимися моментами на ведущем и ведомом валах передачи?

Фрикционные передачи

Общие сведения. Материалы катков. Виды разрушения катков. Цилиндрическая фрикционная передача. Вариаторы.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Перечислите основные виды фрикционных передач?
2. Какими достоинствами и недостатками обладают фрикционные передачи?
3. Какие материалы применяются для изготовления рабочих поверхностей фрикционных катков?
4. Какими свойствами должны обладать материалы?
5. Как обеспечивается непрерывное нажатие катков фрикционных передач?
6. Что такое задир рабочих поверхностей катков?
7. Какими средствами можно предупредить задир рабочих поверхностей катков?
8. Объясните процесс усталостного выкрашивания рабочих поверхностей катков закрытой передачи
9. Какие устройства называют вариаторами?
10. Что такое диапазон регулирования вариаторов и как он определяется?
11. Что является критерием работоспособности фрикционных передач?

Зубчатые цилиндрические передачи

Достоинства, недостатки, классификация зубчатых передач. Геометрические параметры цилиндрических передач. Особенности геометрии косозубых цилиндрических колес. Понятие о корригировании

зубчатых передач. Точность зубчатых передач. Силы в зацеплении цилиндрических зубчатых передач. Виды разрушения, критерии работоспособности зубчатых передач. Материалы зубчатых колес и их термообработка. Допускаемые напряжения. Расчет цилиндрических зубчатых передач на прочность.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каковы основные достоинства и недостатки зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
2. По каким признакам классифицируются зубчатые передачи?
3. В чем сущность основной теоремы зацепления?
4. Что называется полюсом зацепления, линией зацепления и углом зацепления?
5. Какие окружности зубчатых передач называют делительными?
6. Что называется шагом и модулем зубчатого зацепления?
7. Каково влияние числа зубьев на их форму и прочность?
8. Что понимают под корригированием?
9. В каких случаях рекомендуют применять корригирование?
10. Какие факторы влияют на выбор степени точности изготовления зубчатых колес?
11. В чем заключается особенность расчета косозубой цилиндрической передачи?
12. Какие материалы применяются для изготовления зубчатых колес?
13. По какому признаку материалы зубчатых колес делятся на две группы?
14. Перечислите виды разрушения зубьев колес.
15. Опишите меры предупреждения поломки зубьев и усталостного выкрашивания поверхности зубьев.
16. Назовите критерии работоспособности зубчатых передач.
17. При каких условиях работоспособность цилиндрической передачи обеспечена?
18. Какие силы возникают в зацеплении прямозубых цилиндрических колес?
19. Как направлены силы в зацеплении прямозубых цилиндрических колес?
20. Какие силы возникают в зацеплении косозубых цилиндрических колес? Как направлены эти силы?
21. Какие параметры влияют на величину допускаемых контактных напряжений?

Конические зубчатые передачи

Основные геометрические соотношения. Силы в зацеплении конических зубчатых передач. Расчет прямозубой конической передачи на прочность. Конические передачи с непрямыми зубьями.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какими достоинствами обладают конические передачи?
2. Перечислите основные недостатки конической передачи.
3. В каких случаях необходимо применение конических передач?
4. Какие силы возникают в зацеплении конических колес?
5. Как направлены осевые силы, возникающие в зацеплении конических передач?
6. Что является критерием работоспособности конической передачи?
7. Сравните нагрузочную способность конической и цилиндрической передачи
8. Какое максимальное передаточное число рекомендуется для конической передачи?
9. Какие формы не прямых зубьев применяют в конических передачах?
10. В каких случаях рекомендуют применять конические передачи с непрямыми зубьями?
11. При каких условиях работоспособность конической передачи обеспечена?

Планетарные и волновые передачи

Общие сведения. Передаточное число планетарных и волновых передач. Конструктивные особенности планетарных передач. Расчет на прочность планетарных передач. Основные конструктивные элементы волновых передач. Расчет волновых передач.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какая зубчатая передача называется планетарной?
2. В каком случае планетарная передача называется дифференциалом?
3. Перечислите основные достоинства и недостатки планетарной передачи.
4. Какой принцип применяют при определении передаточного отношения планетарной передачи?
5. Назовите области применения планетарной передачи.
6. В чем заключается условие соосности, сборки и соседства планетарных передач?
7. Назовите основные элементы волновой передачи.
8. Как устроена и работает волновая передача?
9. Перечислите основные достоинства и недостатки волновой передачи.

10. Какой применяют профиль зубьев волновой передачи?
11. Как происходит передача движения в волновой передаче от ведущего звена к ведомому?
12. Назовите области применения волновой передачи.
13. Что является критерием работоспособности волновой передачи?

Червячные передачи

Классификация, достоинства, недостатки, области применения червячных передач. Геометрические параметры червячной передачи. Силы в зацеплении червячной передачи. Виды разрушения и критерии работоспособности червячных передач. Материалы червячной пары и допускаемые напряжения. Расчет червячных передач на прочность. Тепловой расчет червячных передач. Расчет вала червяка на жесткость.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие различают виды червяков?
2. В каких случаях и почему целесообразно применять червячную передачу?
3. Приведите классификацию червячной передачи.
4. Перечислите преимущества и недостатки червячной передачи
5. Как определяется КПД червячной передачи?
6. Почему КПД червячной передачи меньше, чем у зубчатой?
7. Назовите критерии работоспособности червячной передачи?
8. Какие материалы рекомендуют для изготовления червяков и червячных колес?
9. Какие силы действуют в зацеплении червячной пары и как их определяют?
10. Назовите особенности расчета червячной передачи по сравнению с зубчатыми передачами?
11. Как производится тепловой расчет червячных редукторов?
12. Перечислите способы искусственного охлаждения червячной передачи?
13. Перечислите виды разрушения червячных пар
14. В чем смысл расчета червяка на жесткость?
15. При каких условиях работоспособность червячной передачи обеспечена?

Редукторы

Классификация редукторов. Особенности расчета двухступенчатых редукторов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что называется редуктором?
2. Каково его назначение в приводе машины?

3. Почему цилиндрические зубчатые редукторы получили широкое применение в машиностроении?
4. По каким схемам выполняют цилиндрические двухступенчатые редукторы?
5. Дайте характеристику каждой схеме цилиндрического двухступенчатого редуктора.
6. Приведите классификацию редукторов.
7. Что определяет тип редуктора?
8. Как определяется типоразмер редуктора?
9. Что является основными параметрами цилиндрического редуктора?
10. Что является основными параметрами конического редуктора?
11. Что является основными параметрами червячного редуктора?
12. Поясните условное обозначение типоразмера редукторов:
Ц2В-125-12,5; Ц2Ш-160-10; Ц2С-200-16; К-160-2,8; Ч-160-10.

Ременные передачи

Классификация, достоинства, недостатки, области применения. Силы и напряжения в ремне. Критерии работоспособности и расчета ременных передач. Конструкции основных элементов ременных передач.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие различают виды ремней по форме их поперечного сечения?
2. Из каких материалов изготавливают плоские, клиновые и зубчатые ремни?
3. Какие плоские и клиновые ремни нормализованы ГОСТами?
4. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
5. Где применяют прорезиненные, кожаные, хлопчатобумажные плоские ремни?
6. Какие различают виды ременных передач и где их применяют?
7. Каковы достоинства и недостатки ременной передачи по сравнению с другими передачами?
8. Как определяют передаточное число ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?
9. Какие напряжения возникают в ремне?
10. Как определяют силы натяжения ветвей ремня?
11. Какие потери мощности имеют место в ременной передаче и чему равен ее КПД?
12. Назовите критерии работоспособности ременной передачи.

Цепные передачи

Преимущества, недостатки, области применения. Основные геометрические соотношения. Конструкции основных элементов цепных передач. Критерии работоспособности и расчета цепных передач.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Перечислите основные достоинства и недостатки цепной передачи
2. Назовите области ее применения.
3. Какие различают виды цепей?
4. Каковы рекомендации по применению различных видов цепей?
5. Какие потери имеют место в цепной передаче и чему равен ее КПД?
6. Как определяется передаточное отношение цепной передачи?
7. Из какого материала изготавливают звездочки и приводные цепи?
8. Как определяют несущую способность цепей?
9. Назовите критерии работоспособности цепной передачи
10. Почему ограничивают число зубьев ведомой звездочки?
11. Назовите рекомендуемые числа звеньев цепи. Чем это объясняется?

Разъемные соединения

Резьбовые соединения. Расчеты соединений на прочность. Соединения с натягом. Шпоночные соединения. Расчеты соединений на прочность.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. На какие группы делят соединения?
2. Какие соединения относят к резьбовым?
3. Перечислите основные достоинства и недостатки резьбовых соединений.
4. Назовите критерии работоспособности резьбовых соединений.
5. Для чего служат шпонки?
6. Какие шпонки нормализованы ГОСТами?
7. Перечислите основные достоинства и недостатки шпоночных соединений.
8. Назовите критерии работоспособности шпоночных соединений.
9. Назовите критерии работоспособности соединений посадками с натягом.
10. Где применяют соединения посадками с натягом?
11. Перечислите основные достоинства и недостатки соединений посадками с натягом.

Неразъемные соединения

Заклепочные, сварные, паяные, клеевые соединения. Расчеты соединений на прочность.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как классифицируют заклепочные соединения по функциональному назначению?
2. Как классифицируют заклепочные соединения по конструкции заклепок?
3. Как классифицируют заклепочные соединения по форме головок заклепок?
4. Назовите критерии работоспособности заклепочных соединений.
5. Что называют сварным швом?
6. Назовите критерии работоспособности сварных соединений.
7. Перечислите преимущества и недостатки сварных конструкций.
8. Приведите классификацию сварных соединений.
9. Перечислите преимущества и недостатки заклепочных соединений.
10. Какими бывают заклепочные швы по виду?
11. Назовите критерии работоспособности клеевых соединений.
12. Перечислите преимущества и недостатки клеевых соединений
13. Какими бывают припои?
14. Назовите критерии работоспособности паяных соединений.

Валы и оси

Общие сведения. Ориентировочный расчет валов. Конструирование валов. Проверочный расчет валов на статическую прочность. Расчет вала на усталостную прочность.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое ось и вал, и какая между ними разница?
2. Какие различают виды осей и валов?
3. Перечислите критерии работоспособности валов.
4. Из каких материалов изготавливают оси и валы?
5. Перечислите этапы расчета валов
6. Для чего выполняют эскизную компоновку редуктора?
7. В чем смысл ориентировочного расчета вала?
8. Как рассчитывают валы на статическую прочность?
9. Сформулируйте выводы по проверочному расчету валов.
10. Как рассчитывают валы на усталостную прочность?
11. Что следует предпринять при недостаточной усталостной прочности вала?
12. Что следует предпринять при очень большой усталостной прочности вала?

Подшипники скольжения

Принцип работы и классификация подшипников скольжения. Расчет подшипников. Рекомендации по конструированию.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. В каких областях машиностроения применяют подшипники скольжения?
2. Каким основным требованиям они должны удовлетворять?
3. Перечислите достоинства и недостатки подшипников скольжения.
4. Что является главным элементом в подшипнике скольжения?
5. Назовите критерии расчета подшипников скольжения.
6. Какие материалы рекомендуют применять для вкладышей подшипников?
7. Назовите виды разрушения подшипников скольжения.
8. Какие рекомендуют смазочные материалы для подшипников скольжения?
9. Поясните понятие «несовершенная смазка» подшипника скольжения.
10. Перечислите основные рекомендации по конструированию подшипников скольжения.

Подшипники качения

Классификация подшипников качения. Виды разрушения подшипников качения и критерии их работоспособности. Расчет (подбор) подшипников качения по долговечности или динамической грузоподъемности.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Из каких деталей состоят подшипники качения?
2. Какие материалы применяют для изготовления деталей подшипников качения?
3. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
4. Приведите классификацию подшипников качения по форме тел качения.
5. Приведите классификацию подшипников качения по направлению воспринимаемой нагрузки
6. Что представляют собой стандартные размерные серии подшипников качения?
9. Какие различают основные виды шарико- и роликоподшипников по конструкции и где их рекомендуют применять?
10. Перечислите виды разрушения подшипников качения.
11. Назовите критерии работоспособности подшипников качения.
12. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?

Корпусные детали механизмов

Конструирование подшипниковых узлов, стаканов и крышек. Смазочные устройства и уплотнения. Конструирование корпусных деталей редуктора.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какими способами крепят подшипники в корпусе?
2. Какие предусматривают способы крепления подшипников на валах?
3. Как производят регулирование осевого зазора в подшипниках?
4. В чем особенности установки подшипников на промежуточном валу редуктора?
5. Какие рекомендуют применять крышки подшипников?
6. Какие типы уплотнений существуют?
7. Как их подразделяют по принципу действия?
8. В каких случаях целесообразно применение уплотнения:
а) манжетного б) щелевого в) лабиринтного г) комбинированного?
9. Перечислите способы защиты подшипников.
10. Каково назначение смотрового окна в редукторе?
11. Что предусмотрено для контроля уровня масла в редукторе?
12. Какие различают маслоуказатели?
13. Объясните назначение отдушины в редукторе.
14. Что предусматривают для транспортировки редуктора?
15. Какие детали и узлы необходимы для сборки редуктора?

Муфты и упругие элементы

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что понимают под муфтой?
2. Назначение муфты?
3. Как подбирают требуемые муфты?
4. Какие муфты относят к глухим?
5. Назначение глухих муфт?
6. Какие муфты относят к компенсирующим?
7. Назначение компенсирующих муфт?
8. Какие муфты относят к управляемым?
9. Назначение управляемых муфт?
10. Какие муфты относят к самоуправляемым? Их назначение?
11. Назначение упругих элементов?
12. Перечислите виды пружин
13. Из каких материалов изготавливают пружины?
14. По каким условиям ведут расчет упругих элементов?

1.2.Самостоятельное изучение теоретического материала

Для самостоятельного изучения предлагаются следующие вопросы:

Передача винт-гайка

Области применения передачи. Достоинства и недостатки передачи. Критерии работоспособности.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каково назначение передачи винт-гайка?
2. Назовите достоинства и недостатки передачи винт-гайка.
3. Что является критерием работоспособности передачи винт-гайка?
4. Какие материалы применяют для винтовой пары?

Соединения: штифтовые, клеммовые, профильные

Достоинства и недостатки соединений. Расчеты соединений.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как различают клеммовые соединения по конструктивным признакам?
2. В каких случаях рекомендуют применять клеммовые соединения?
3. Что является критерием работоспособности клеммовых соединений?
4. Перечислите основные типы штифтов.
5. Каковы основные достоинства и недостатки штифтовых соединений?
6. По каким напряжениям рассчитывают штифтовые соединения?
7. В каких случаях рекомендуют применять профильные соединения?
8. Каковы основные достоинства и недостатки профильных соединений?
9. Что является критерием работоспособности профильных соединений?

Система смазки и смазочные материалы

Способы смазывания зацеплений. Выбор смазочных материалов.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каково назначение смазывания зацеплений и подшипников?
2. Перечислите способы смазывания зубчатых передач
3. От чего зависит выбор сорта масла для смазывания зацеплений?
4. От чего зависит необходимое количество масла?
5. как определяют уровень масла в редукторе?
6. Как смазывают подшипники?

Допуски и посадки

Основные понятия. Системы допусков и посадок. Особенности выбора посадок для различных сопряженных деталей.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что называют посадкой?
2. Какие различают виды посадок?
3. Что называют отверстием и валом?
4. Что такое номинальный и действительный размеры?
5. Что называют предельными размерами?
6. Что такое допуск и поле допуска размера?
7. Что понимают под натягом и зазором?
8. Как обозначается допуск размера вала и отверстия?
9. Что такое квалитет?
10. Какие существуют системы образования посадок?
11. Как образуются посадки с зазором, с натягом и переходные посадки в системе отверстия?
12. Как обозначаются посадки на чертежах?

2. Подготовка к защите лабораторных работ

При подготовке к защите лабораторных работ студент должен освоить часть теоретического курса по темам, соответствующим теме лабораторной работы, знать цель, порядок выполнения, результаты и выводы, сделанные в процессе выполнения работы и подготовки отчета и ответить на рекомендуемые вопросы для защиты работы.

2.1. Изучение конструкции и определение основных параметров цилиндрического двухступенчатого редуктора

Цель работы. Ознакомление с устройством цилиндрического редуктора, определение назначения отдельных его узлов и деталей; проведение замеров и вычисление основных геометрических и силовых параметров зацепления.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы основные достоинства и недостатки цилиндрических передач по сравнению с другими передачами?
2. По каким признакам классифицируются зубчатые передачи?
3. Что называется полюсом зацепления,
4. Чему равен угол зацепления?
5. Какие окружности зубчатых передач называют делительными?
6. Что называется окружным шагом зубчатого зацепления?
7. Что такое модуль зацепления?
8. Какие материалы применяются для изготовления цилиндрических колес?
9. Что называют цилиндрическим редуктором?
10. Каково назначение цилиндрического редуктора?

10. Что такое привод?
11. Как изменяются частоты вращения валов в редукторе?
12. Как изменяются крутящие моменты валов в редукторе?
13. Что такое КПД передачи?
14. Перечислите области применения цилиндрических редукторов.
15. Назовите особенности косозубой цилиндрической передачи.
16. Каким рекомендуют принимать угол наклона зубьев?
17. Перечислите основные геометрические параметры цилиндрических передач.
 18. Какие силы возникают в зацеплении прямозубых цилиндрических колес? Как они направлены?
 19. Какие силы возникают в зацеплении косозубых цилиндрических колес? Как они направлены?
 20. Как вычислить крутящий момент на ведомом валу редуктора?
 21. Перечислите методы изготовления зубчатых колес.
 22. Сравните методы изготовления зубчатых колес.

2.2. Изучение конструкции и определение основных параметров червячного редуктора

Цель работы. Ознакомление с устройством червячного редуктора, определение назначения отдельных его узлов и деталей; проведение необходимых замеров и вычисление основных геометрических и силовых параметров зацепления.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие различают виды червяков?
2. В каких случаях применяют червячную передачу?
3. Приведите классификацию червячной передачи.
4. Перечислите преимущества и недостатки червячной передачи
5. Как определяется КПД червячной передачи?
6. Назовите критерии работоспособности червячной передачи?
7. Какие материалы рекомендуют для изготовления червяков и червячных колес?
8. Какие силы действуют в зацеплении червячной пары и как их определяют?
9. Назовите особенности расчета червячной передачи по сравнению с зубчатыми передачами?
10. Как производится тепловой расчет червячных редукторов?
11. Перечислите способы искусственного охлаждения червячной передачи?
12. Перечислите виды разрушения червячных пар
13. В чем смысл расчета червяка на жесткость?

14. Какими могут быть по конструкции червячные колеса?
15. Какими могут быть кинематические схемы червячных редукторов?

2.3. Классификация редукторов

Цель работы. Ознакомление с устройством редуктора, определение назначения отдельных его узлов и деталей; проведение необходимых замеров определение его главных параметров.

Контрольные вопросы и задания

1. Что называют редуктором?
2. Как классифицируют редукторы?
3. Как принято обозначать отдельные механические передачи?
4. Что относят к типу редуктора?
5. Что относят к типоразмерам редуктора?
6. Что является основными параметрами цилиндрического редуктора?
6. Что является основными параметрами двухступенчатого цилиндрического редуктора?
7. Что относят к исполнению редуктора?
8. Какой может быть форма выходных концов редуктора?
9. Назовите некоторые стандартные детали в редукторе?
10. Назовите стандартные узлы в редукторе?
11. Какие детали редуктора относят к нестандартным?
12. Перечислите соединения в редукторе.
13. Как передается вращение различными механическими передачами в редукторах?
14. Поясните условное обозначение типоразмера редукторов:
 - Ц2В – 125 - 12,5; - Ц2Ш – 160 - 12; - Ц2С – 200 - 16; - К – 160 - 2,8;
 Ч – 180 – 40; ЧЦ – 200 – 80; КЦ – 180 – 18.

2.4. Изучение конструкции и определение основных параметров подшипников качения

Цель работы. Ознакомление с устройством подшипников, определение назначения отдельных его деталей; проведение необходимых замеров и определение основных параметров.

Контрольные вопросы и задания

1. В каких областях машиностроения применяют подшипники качения?
2. Каким основным требованиям они должны удовлетворять?
3. Назовите критерии расчета подшипников качения.

4. Из каких деталей состоят подшипники качения?
5. Какие материалы применяют для изготовления деталей подшипников качения?
6. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
7. Приведите классификацию подшипников качения.
8. Что представляют собой стандартные размерные серии подшипников качения?
9. Какие различают основные виды шарико- и роликоподшипников по конструкции и где их применяют?
10. Перечислите виды разрушения подшипников качения.
11. Назовите критерии работоспособности подшипников качения.
12. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?
13. Дайте характеристику подшипникам качения по воспринимаемой нагрузке.
14. Дайте характеристику подшипникам качения по форме тел качения.
15. Чем принципиально отличаются подшипники качения от подшипников скольжения?
16. Определите тип подшипников ведомого вала конического редуктора, учитывая воспринимаемые им нагрузки.
17. Чем отличаются подшипники 109, 209, 309, 409, 509, 609?
18. Дайте характеристику, подшипникам качения ведущего вала зубчатого прямозубого редуктора.
19. Определите внутренний диаметр и серию подшипника 50312.
20. Запишите характеристику подшипников качения, имеющих обозначение 2404.
21. Перечислите типы подшипников качения, относящиеся к радиальным, радиально-упорным, упорным.

3. Курсовое проектирование

Привод – устройство для приведения в действие двигателем различных рабочих машин. Энергия, необходимая для приведения в действие машины или механизма, может быть передана от вала двигателя непосредственно или

помощью дополнительных устройств. Передача энергии непосредственно от двигателя возможна в случаях, когда частота вращения вала рабочей машины совпадает с частотой вращения двигателя. В остальных случаях

применяют механические передачи (зубчатые, червячные, цепные, ременные и др.).

Привод состоит из редуктора и открытых механических передач (ремённых, цепных, цилиндрических), которые устанавливаются как на входе (после электродвигателя), так и на выходе (перед рабочим органом). Редукторы могут включать в себя одну передачу (одноступенчатые) или две (двухступенчатые). Ступени редуктора могут быть одного типа (двухступенчатый цилиндрический редуктор) или двух типов (коническо-цилиндрический редуктор, червячно-цилиндрический редуктор и т.д.). Привод может включать в себя одну или несколько муфт, которые устанавливают между электродвигателем и редуктором, между редуктором и рабочей машиной.

3.1.Рекомендации по выбору электродвигателя

Расчёт привода рабочей машины начинают с выбора электродвигателя, определения общего передаточного отношения привода и разбивки его по ступеням, далее вычисляют основные параметры привода (частоту вращения валов и крутящие моменты на валах).

В общем машиностроении большинство машин приводят в движение от трёхфазных асинхронных электродвигателей переменного тока.

Широкое распространение имеют двигатели серии 4А (двигатели асинхронные короткозамкнутые трёхфазные общепромышленного применения; закрытые, обдуваемые) (ГОСТ 19523-81), которые разбиты на 4 группы по номинальной частоте вращения 750, 1000, 1500 и 3000 об/мин.

Структура обозначения электродвигателей следующая:

- серия разработки; ▪ вид двигателя (А – асинхронный);
- материал изготовления станины и щитов двигателя (А – алюминий, при отсутствии этой буквы – чугун или сталь);
- модернизированный (М);
- высота оси вращения, мм;
- условное обозначение длины станины (L, S, М);
- условное обозначение длины сердечника статора (А, В); ▪ число полюсов;
- условное обозначение климатического исполнения (УЗ – для работы в зонах с умеренным климатом).

Например, 4АМ112МВ6УЗ – электродвигатель четвёртой серии; асинхронный; станина и щиты стальные; модернизированный; исполнение закрытое, обдуваемое; высота оси вращения 112 мм; с длиной станины, соответствующей условному обозначению М; с длиной сердечника статора, соответствующей условному обозначению В; с числом полюсов 6;

климатическое исполнение УЗ – двигатель предназначен для работы в условиях умеренного климата.

Требуемую мощность на валу электродвигателя определяют по формуле

$$P_{дв} = \frac{P_T}{\eta_0},$$

где $P_{дв}$ - мощность на валу электродвигателя, кВт;

P_T - мощность на тихоходном валу привода, кВт;

η_0 - КПД привода.

Для привода с двухступенчатым редуктором (рис. 3.1)

$$\eta_0 = \eta_m \cdot \eta_{от} \cdot \eta_{ред} = \eta_m \cdot \eta_{от} \cdot \eta_{ред.б} \cdot \eta_{ред.т}$$

где η_m – КПД муфты (вставляется в формулу столько раз, сколько в приводе муфт);

$\eta_{от}$ – КПД открытой передачи;

$\eta_{ред}$ – КПД закрытой передачи (редуктора);

$\eta_{ред.б}$ – КПД быстроходной передачи редуктора;

$\eta_{ред.т}$ – КПД тихоходной передачи редуктора.

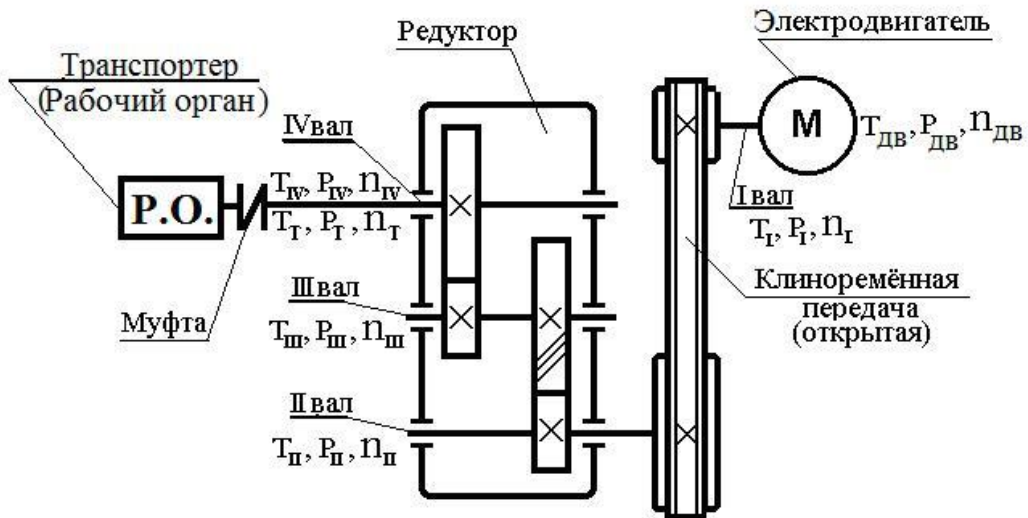


Рис. 3.1. Типовая схема трехступенчатого привода

Значения КПД различных передач приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Средние значения КПД (η) передач с учётом потерь в опорах валов на подшипниках качения

Тип передачи	Закрытая, работающая	Открытая
--------------	----------------------	----------

	в масляной ванне		
Зубчатая передача: с цилиндрическими колёсами	0,96...0,98	0,92...0,94	
	с коническими колёсами	0,95...0,97	0,91...0,93
Червячная передача: при однозаходном червяке ($u > 30$)	0,7...0,8	–	
	при двухзаходном червяке ($u = 14...30$)	0,75...0,85	–
	при четырёхзаходном червяке ($u = 8...14$)	0,8...0,9	–
Плоскоремённая передача	–	0,95...0,97	
Клиноремённая передача	–	0,94...0,96	
Передача поликлиновым ремнём	–	0,94...0,96	
Передача зубчатым ремнём	–	0,95...0,97	
Цепная передача	0,94...0,96	0,92...0,95	
Муфта	–	0,98...0,99	

Выбор электродвигателя производят, используя приведенные данные (табл. 3.2), по числу оборотов ($n_{дв}^{синх}$) и мощности на валу электродвигателя ($P_{ном} \geq P_{дв}$), и выписывают его параметры.

Таблица 3.2

Технические данные асинхронных двигателей

Тип двигателя	Номинальная мощность $P_{ном}, \text{кВт}$	Асинхронная частота вращения $n_{дв}^{ас}, \text{об/мин}$	Диаметр выходного конца вала $D_{дв}, \text{мм}$	Длина выходного конца вала $l, \text{мм}$
Синхронная частота вращения 3000 об/мин ($n_{дв}^{синх}$)				
4ААМ63В2У3	0,55	2710	14	30
4АМ71А2У3	0,75	2810	19	40
4АМ71В2У3	1,1	2840	19	40
4АМ80А2У3	1,5	2850	22	50
4АМ80В2У3	2,2	2850	22	50
4АМ90L2У3	3,0	2860	24	60
4АМ100S2У3	4,0	2880	28	60
4АМ100L2У3	5,5	2880	28	60
4АМ112M2У3	7,5	2900	32	80
4АМ132M2У3	11,0	2900	38	80
4АМ160S2У3	15,0	2940	42	100
4АМ160M2У3	18,5	2940	48	100
4АМ180S2У3	22,0	2950	48	110
4АМ180M2У3	30,0	2950	55	110
Синхронная частота вращения 1500 об/мин ($n_{дв}^{синх}$)				
4АМ71А4У3	0,55	1390	19	40
4АМ71В4У3	0,75	1390	19	40
4АМ80А4У3	1,1	1415	22	50
4АМ80В4У3	1,5	1420	22	50
4АМ90L4У3	2,2	1425	24	60
4АМ100S4У3	3,0	1430	28	60

4AM100L4Y3	4,0	1435	28	60
4AM112M4Y3	5,5	1445	32	80
4AM132S4Y3	7,5	1455	38	80
4AM132M4Y3	11,0	1460	38	80
4AM160S4Y3	15,0	1465	42	100
4AM160M4Y3	18,5	1470	48	100
4AM180S4Y3	22,0	1470	48	110
4AM180M4Y3	30,0	1475	55	110

Синхронная частота вращения 1000 об/мин ($n_{дв}^{снх}$)

4AM71B6Y3	0,55	900	19	40
4AM80A6Y3	0,75	915	22	50
4AM80B6Y3	1,1	920	22	50
4AM90L6Y3	1,5	935	24	60
4AM100L6Y3	2,2	950	28	60
4AM112MA6Y3	3,0	955	32	80
4AM112MB6Y3	4,0	950	32	80
4AM132S6Y3	5,5	965	38	80
4AM132M6Y3	7,5	970	38	80
4AM160S6Y3	11,0	970	42	100
4AM160M6Y3	15,0	970	48	100
4AM180M6Y3	18,5	975	55	110
4AM200M6Y3	22,0	975	60	140
4AM200L6Y3	30,0	975	60	140

Синхронная частота вращения 750 об/мин ($n_{дв}^{снх}$)

4AM80B8Y3	0,55	700	22	50
4AM90LA8Y3	0,75	700	24	60
4AM90LB8Y3	1,1	700	24	60
4AM100L8Y3	1,5	700	28	60
4AM112MA8Y3	2,2	700	32	80
4AM112MB8Y3	3,0	700	32	80
4AM132S8Y3	4,0	720	38	80
4AM132M8Y3	5,5	720	38	80
4AM160S8Y3	7,5	730	42	100
4AM160M8Y3	11,0	730	48	100
4AM180M8Y3	15,0	730	55	110
4AM200M8Y3	18,5	735	60	140
4AM200L8Y3	22,0	740	60	140
4AM225M8Y3	30,0	740	65	140

3.2. Рекомендации по определению общего передаточного отношения привода и разбивке его по ступеням

Передаточное отношение привода - это число, показывающее во сколько раз изменяется частота вращения валов или их угловая скорость.

Рассмотрим нумерацию валов и обозначение параметров на примере привода, состоящего из двухступенчатого редуктора и открытой передачи (рис. 3.1).

Нумерация валов привода производится по направлению от электродвигателя к рабочей машине.

Общее передаточное отношение привода определяют по формуле

$$u_0 = u_{I-IV} = \frac{n_{ac,d}}{n_T} = \frac{n_I}{n_{IV}} = u_{ред} \cdot u_{от},$$

где u_0 - общее передаточное отношение привода;
 u_{I-IV} - передаточное отношение привода, расположенного между первым и четвёртым валом;

n_I - частота вращения первого вала привода, об/мин;

n_{IV} - частота вращения четвёртого вала привода, об/мин;

$u_{ред}$ - общее передаточное отношение передач редуктора;

$u_{от}$ - передаточное отношение открытых передач, входящих в привод.

Для разбивки общего передаточного отношения по ступеням (на передачи, входящие в привод) поступают следующим образом:

- задают передаточное отношение открытой передачи (ременной или цепной) в пределах 1,4...3,0;

- определяют передаточное отношение редуктора, руководствуясь данными табл. 3.3. по формуле

$$u_{ред} = \frac{u_0}{u_{от}}$$

Таблица 3.3

Рекомендуемые значения передаточных отношений u передач

Типы передач	Стандартные значения передаточных отношений u	
	наиболее рекомендуемые	Максимально до пускаемые
Зубчатая цилиндрическая закрытая (схемы <i>a, б, в, г, д</i> в табл. 4):		
тихоходная передача во всех редукторах (u_T);	2,5; (2,8); 3,15; (3,55); 4; (4,5); 5; (5,6)	6,3
быстроходная передача в редукторах с развернутой схемой (схема <i>a</i> в табл. 4) (u_B);	3,15; (3,55); 4; (4,5); 5; (5,6)	8
быстроходная передача в соосном редукторе (схема <i>г</i> в табл. 4) (u_B)	4; (4,5); 5; (5,6); 6,3	8
Зубчатая цилиндрическая открытая передача	3,15; (3,55); 4; (4,5); 5; (5,6); 6,3	7,1
Коническая передача:		

открытая;	2; (2,24); 2,5; (2,8); 3,15	6,3
Закрытая	1; (1,12); 1,25; (1,4); 1,6; (1,8); 2; (2,24); 2,5; (2,8); 3,15; (3,55); 4	6,3
Червячная закрытая передача	8; (9); 10; (11,2); 12,5; (14); 16; (18); 20; (22,4); 25; (28); 31,5; (35,5); 40	80
Цепная передача	1,4...3	4
Ременная передача (все типы)	2...3	5

Примечание. Значения без скобок предпочтительнее.

При определении общего передаточного отношения стандартного редуктора и передаточных отношений его передач следует придерживаться ряда Ra 20:

1; (1,12); 1,25; (1,4); 1,6; (1,8); 2; (2,24); 2,5; (2,8); 3,15; (3,55); 4; (4,5); 5; (5,6); 6,3; (7,1); 8; (9); 10; (11,2); 12,5; (14); 16; (18); 20; (22,4); 25; (28); 31,5; (35,5); 40; (45); 50; (56); 63; (71); 80; (90); 100; (112); 125; (140); 160; (180); 200; (224); 250 и т.д.

Примечание: Значения без скобок предпочтительнее.

Для нестандартных редукторов и открытых зубчатых передач придерживаться ряда Ra 20 не обязательно.

Если редуктор двухступенчатый, то общее передаточное отношение редуктора определяют, подбирая стандартные величины передаточных отношений быстроходной и тихоходной ступеней, по формуле

$$u_{\text{РЕД}} = u_{\text{Б}} \cdot u_{\text{Т}}$$

где $u_{\text{Б}}$ - передаточное отношение быстроходной передачи редуктора;

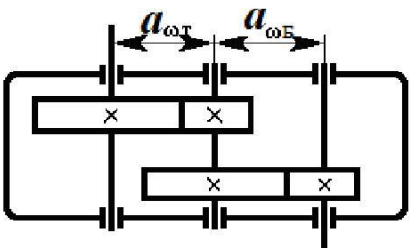
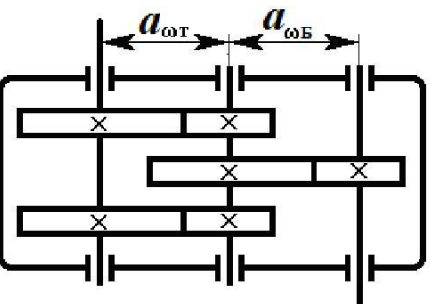
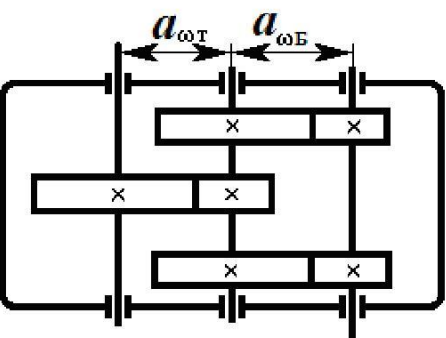
$u_{\text{Т}}$ - передаточное отношение тихоходной передачи редуктора.

При разбивке общего передаточного отношения редуктора между ступенями учитывают вид передачи. Так, в цилиндрических и коническо-цилиндрических редукторах желательно на быстроходные ступени назначать передаточное отношение наибольшим, а передаточное отношение каждой последующей ступени, более тихоходной, следует принимать меньше каждой предыдущей на 30...40 %. При этом колеса всех ступеней редуктора получают примерно одинакового диаметра, что улучшает условия смазки зацепления и делает редуктор более компактным.

Разбивку передаточного отношения двухступенчатых редукторов проводят на основании рекомендаций (табл.3. 4).

Таблица 3.4

Рекомендации по разбивке передаточных отношений двухступенчатых редукторов

Схема редуктора	$u_{ред}$ рекомендуемые (предельные)	u_B	u_T
<p>а) Развёрнутая</p> 	<p>12,5; 16; 20; 25 (7,1; 9; 11,2; 14; 18; 22,4; 28; 35,5; 40)</p>	$\frac{u_{ред}}{u_T}$	$0,88\sqrt{u_{ред}}$
<p>б) С раздвоенной тихоходной ступенью</p> 	<p>12,5; 16; 20; 25 (7,1; 9; 11,2; 14; 18; 22,4; 28; 35,5; 40)</p>	$\frac{u_{ред}}{u_T}$	$0,88\sqrt{u_{ред}}$
<p>в) С раздвоенной быстроходной ступенью</p> 	<p>12,5; 16; 20; 25 (7,1; 9; 11,2; 14; 18; 22,4; 28; 35,5; 40)</p>	$\frac{u_{ред}}{u_T}$	$0,88\sqrt{u_{ред}}$
<p>г) Соосная</p>			

	<p>12,5; 16; 20; 22,4</p> <p>(7,1; 9; 11,2; 14; 18; 22,4; 28; 35,5; 40)</p>	$\frac{u_{\text{ред}}}{u_{\text{Т}}}$	$0,95 \sqrt{u_{\text{ред}}}$
<p>д) Коническо-цилиндрический</p>	<p>12,5; 16; 20</p> <p>(8; 9; 11,2; 14; 18; 22,4; 28; 35,5; 40)</p>	$\frac{u_{\text{ред}}}{u_{\text{Т}}}$	$1,1 \sqrt{u_{\text{ред}}}$
<p>е) Цилиндро-червячный</p>	<p>31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125</p> <p>(35,5; 45; 56; 71; 90; 112)</p>	$\frac{u_{\text{ред}}}{u_{\text{Б}}}$	$1,6; (1,8); 2;(2,24); 2,5;(2,8); 3,15$
<p>ж) Червячно-цилиндрический</p>	<p>50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400</p> <p>(56; 71; 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355)</p>	$\frac{u_{\text{ред}}}{u_{\text{Т}}}$	<p>3,15; (3,55); 4; (4,5); 5; (5,6); 6,3</p>

Примечание. Полученные значения $u_{\text{Б}}$ и $u_{\text{Т}}$ округляют до ближайших стандартных.

После расчёта $u_{\text{ред}}$ уточняют передаточное отношение открытой передачи по формуле

$$u_{\text{от}} = \frac{u_0}{u_{\text{РЕД}}}$$

Передаточные отношения открытых передач должны быть меньше передаточных отношений зубчатых и червячных передач, так как при одном и том же передаточном отношении они имеют в 3...5 раз и более большие габариты.

Передаточное отношение для каждой передачи не должно превышать рекомендуемых предельных значений (табл. 3).

3.3. Особенности расчетов двухступенчатых редукторов

При передаточных числах более 7, с точки зрения габаритов и массы, применять двухступенчатые редукторы, которые могут быть выполнены по различным схемам:

- цилиндрический редуктор с последовательным расположением ступеней вытянут в длину, имеет несимметричное расположение колес, следовательно, неравномерное распределение нагрузки по длине зуба. При проектировании этого редуктора необходимо, чтобы передаточное отношение первой ступени было больше чем у второй, что позволяет выполнить редуктор более компактным. Так как наиболее нагруженной является тихоходная ступень, целесообразно выполнять ее шире.

- цилиндрический редуктор с раздвоенной тихоходной ступенью. Раздвоение последней ступени устраняет недостаток предыдущего редуктора. Особенность его расчета в том, что момент на тихоходном валу делят пополам и расчет каждой половины тихоходной ступени ведут по половинному крутящему моменту.

- соосный двухступенчатый цилиндрический редуктор. Особенность его конструкции в том, что оси быстроходного и тихоходного валов лежат на одной линии. Он отличается большей компактностью. Особенности расчета такого редуктора заключаются в том, что вначале следует рассчитать наиболее нагруженную тихоходную ступень, а быстроходную ступень проверяют на прочность исходя из равенства межосевых расстояний быстроходной и тихоходной ступеней. При этом недогрузка быстроходной ступени по контактным напряжениям может достигать 40%. Расположение опор соосных редукторов внутри корпуса усложняет его конструкцию, приводит к увеличению длины промежуточного вала, а, следовательно, и его прогибов. Такие редукторы имеют небольшие габариты по длине и в них легко достигается одинаковое погружение колес в масло.

- коническо-цилиндрические редукторы Диапазон передаточных чисел в таких редукторах $u = 8 \dots 18$. Коническую передачу выполняют только быстроходной, как имеющую более низкую нагрузочную способность. При этом осевые нагрузки на опоры конической передачи меньше. Для нереверсивного редуктора цилиндрическую передачу выполняют косозубой. При этом направление зубьев конической шестерни согласуется с

направлением вращения промежуточного вала таким образом, чтобы осевые силы на валу от конической и цилиндрической передач были направлены в противоположные стороны.

- двухступенчатые червячные редуктора. Пределы передаточных чисел для червячно-цилиндрических и цилиндро-червячных редукторов – 44 ... 480, а червячно-червячных редукторов – 42 ... 3600. При этом редукторы с большим передаточным отношением имеют низкий КПД. Передаточные отношения цилиндрической передачи в червячно-цилиндрических и цилиндро-червячных редукторах обычно не более 6. Достоинства червячно-цилиндрических редукторов заключаются в более высоком КПД и меньших размерах червячного колеса, что позволяет экономить дорогой материал, применяемый для его изготовления. Однако цилиндро-червячные редуктора отличаются компактностью и меньшими скоростями скольжения.

3.4. Задания к курсовому проектированию

Курсовое проектирование рекомендуется выполнять согласно графика, который приведен в табл. 3.5

Таблица 3.5

График выполнения курсового проекта

№	Наименование	Сроки выполнения	Объем выполненной работы
1	Выдача задания. Кинематический расчет привода	1, 2 недели.	8 %
2	Выбор материала передач	3 неделя	10 %
3	Расчет передач редуктора	4, 5 недели	25 %
4	Расчет открытой передачи	6 неделя	35 %
5	Ориентировочный расчет валов редуктора. Эскизная компоновка редуктора	7 неделя	45 %
6	Проверочный расчет валов редуктора	8 неделя	55 %
7	Уточненный расчет выходного вала редуктора Расчет шпоночных соединений	9 неделя	60 %
8	Расчет подшипников	10 неделя	65 %
9	Выбор системы смазки редуктора. Конструирование деталей и корпуса редуктора. Назначение допусков и посадок	11 неделя	70 %

10	Оформление пояснительной записки	12 неделя	80 %
11	Сборочный чертеж редуктора	14 неделя	90 %
12	Рабочие чертежи деталей (колесо, вал, крышка или корпус редуктора)	15 неделя	100 %
13	Защита курсового проекта	16, 17 недели	

Выполненный курсовой проект, т.е. оформленная расчетно-пояснительная записка, согласно требованиям к оформлению рукописи (прил. 3), сборочный чертеж редуктора и рабочие чертежи деталей редуктора сдаются на проверку преподавателю, который консультирует выполнение курсового проекта.

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

Защита проекта принимается комиссией. В процессе защиты проекта студент должен уметь объяснить методику расчетов, выполненных в процессе проектирования, знать назначение и работу всех деталей и узлов, определение действующих в зацеплении сил, напряжений в деталях, а также объяснить конструкцию разработанных им механизмов и узлов. Кроме того, необходимо сделать критический анализ разработанных конструкций, указать их достоинства и недостатки, сравнить с другими аналогичными устройствами и возможными решениями, рассмотреть сборку и регулировку узлов, обеспечение смазки трущихся деталей. К защите курсового проекта можно подготовиться по рекомендуемому перечню вопросов.

Вопросы и задания к защите курсового проекта

1. Почему не устанавливается прокладка между корпусом и крышкой редуктора?
2. Для чего служат механические передачи?
3. Каково назначение шпоночных соединений в редукторе?
4. Чем определяются размеры шпонок?
5. Почему в цилиндрических зубчатых передачах шестерня шире колеса?
6. На что влияет угол наклона зубьев в косозубой зубчатой передаче?
7. Перечислите силы в зацеплении зубчатых и червячных передач.
8. Какие силы вызывают изгиб (кручение, растяжение) вала в редукторе?
9. Нужно ли регулировать зубчатое зацепление редуктора? Если нужно, то, как регулировать?
10. Поясните выбор типа подшипников в редукторе.
11. Чем регулируют температурный зазор в подшипниковых узлах редуктора?

12. Как предохраняют подшипники от загрязнений?
14. Для чего устанавливают мазедерживающие кольца?
15. Как смазываются детали передач и подшипники в редукторах?
16. Как заливается масло в картер редуктора?
17. Опишите способы контроля уровня масла в редукторе.
18. Как сливают отработанное масло?
19. Какие меры предотвращают возможность утечки масла?
20. Как определяется объем масла рекомендуемое заливать в редуктор?
21. Для чего требуется обкатка привода?
22. Для чего служат отжимные болты?
23. Какие меры принимают для предотвращения развинчивания резьбовых соединений?
24. Объясните назначение штифтов?
25. Для чего служат ребра на корпусе редуктора?
26. Охарактеризуйте посадки деталей и узлов редуктора.
27. Как фиксируются колеса и подшипники на валу в осевом и окружном направлении?
28. Каков порядок сборки редуктора?
29. Расскажите о назначении деталей и узлов, входящих в редуктор.
30. Приведите пример обозначения редуктора.
31. Для чего предназначена отдушина?
32. Как крепится редуктор к раме или станине?
33. Перечислите детали привода, для которых в данном курсовом проекте проводилось проектирование.
34. Перечислите детали привода, для которых в данном курсовом проекте проводилось конструирование.
35. Назовите стандартные детали и узлы редуктора.
36. Что входит в конструкторскую документацию?
37. Каков порядок заполнения спецификации?
38. Как подбирается электродвигатель?
39. Как производится разбивка передаточного отношения привода по его ступеням?
40. Что такое передаточное отношение (передаточное число)?
41. Какие материалы рекомендуются для изготовления деталей зубчатых и червячных передач?
41. Из каких материалов изготавливают червячные пары?
42. От чего зависит выбор материала червячные пары?
43. Назовите критерии работоспособности зубчатых и червячных передач
44. Перечислите основные достоинства и недостатки передач (зубчатых, червячных, ременных, цепных).
45. В чем состоит особенность расчета червячных передач?

46. Как можно уменьшить перегрузку передачи по контактным напряжениям?
47. Как определяют опасное сечение вала?
48. По каким условиям проверяется работоспособность шпоночного соединения?
49. Как подбираются (рассчитываются) подшипники качения?
50. Назовите критерии работоспособности подшипников качения.
51. Как оценивается долговечность ремня?
52. Что является наиболее слабым элементом цепной передачи?
53. По каким критериям работоспособности рассчитываются валы?
54. Какие факторы влияют на усталостную прочность вала?
55. Что является концентраторами напряжений в сечениях вала под колесом и под подшипником?
55. От чего зависит толщина стенки корпуса редуктора?

Задания на курсовой проект по курсу «Детали машин и основы конструирования» представлены в виде схем приводов различных рабочих машин и таблиц с исходными данными для каждой схемы.

Привод рабочей машины включает двухступенчатый редуктор и открытую передачу.

Методика расчета необходимых этапов курсового проекта изложена в рекомендуемой учебной и методической литературе.

Составитель


подпись

доцент **Николотов М.Б.**

должность ФИО