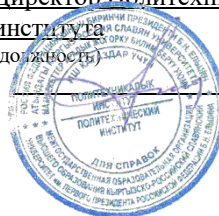


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ

Директор Политехнического
института
(подпись)



Лоцев Г.В.
(ФИО)

02.09.2026 г.

Детали машин и основы конструирования

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта**

Учебный план Направление 23.03.03 - РФ, 670200 - КР Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль "Автомобильный сервис"

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**
Часов по учебному плану **144**
в том числе:
аудиторные занятия **58**
самостоятельная работа **52**

Виды контроля в семестрах:
курсовой проект 4
экзамен 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Практические	30	30	30	30
Контактная работа в период теоретического обучения	2	2	2	2
Контактная работа в период экзаменационной сессии	0,3	0,3	0,3	0,3
Итого ауд.	58	58	58	58
Контактная работа	60,3	60,3	60,3	60,3
Сам. работа	52	52	52	52
Часы на контроль	31,7	31,7	31,7	31,7
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Элеманов Чоро Зарлыкович

д.т.н., профессор, Советбеков Болот Советбекович



Рецензент(ы):

к.т.н., профессор Глазунов Владимир Иванович

к.т.н., доцент Алсеитов Мирлан Тилегенович



Согласовано РОП: Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Кожевникова А.Н.



Рабочая программа дисциплины

Детали машин и основы конструирования

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 916)

составлена на основании учебного плана:

Направление 23.03.03 - РФ, 670200 - КР Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль "Автомобильный сервис"

утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании

Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта

Протокол от 02.09.2026 г. № 1

Срок действия программы: 2026-2031 уч.г.

Руководитель подразделения: Алсеитов Мирлан Тилегенович



ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Детали машин и основы конструирования

наименование дисциплины

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Подготовка бакалавров владеющих основными понятиями классификации механизмов, узлов и деталей, проектированием и расчетом конструкций механизмов передач автомобилей.
1.2	Приобретения точных знаний по современным конструкциям и технологий в автомобилестроении. Ознакомление с основами проектирования механизмов, стадий разработки, требований к деталям.
1.3	Изучить критерии работоспособности деталей машин и влияющих на них факторов.
1.4	Изучить соединения деталей машин в узлы и механизмы, соединительные муфты механических приводов, расчет корпусных деталей на прочность
1.5	Умение установить зависимость между несущими способностями различных нагрузок и долговечности деталей при эксплуатации автомобильного транспорта.
1.6	Обучить студентов к самостоятельному приобретению знаний с использованием наиболее эффективных методов и их применению в практической деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О.4
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Модуль: Профессиональный	
2.1.2	Сопротивление материалов	
2.1.3	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности 2	
2.1.4	Материаловедение. Технология конструкционных материалов (эксплуатационные материалы)	
2.1.5	Основы теории надежности	
2.1.6	Теоретическая механика	
2.1.7	Математика	
2.1.8	Общая электротехника и электроника	
2.1.9	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.1.10	Физика	
2.1.11	Устройство автомобиля	
2.1.12	Основы трехмерного моделирования и прототипирования	
2.1.13	Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
2.1.14	Надежность транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
2.1.15	Химия	
2.1.16	Материаловедение и технология конструкционных материалов	
2.1.17	Учебная ознакомительная практика	
2.1.18	Основы теории надежности	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Метрология, стандартизация и сертификация	
2.2.2	Модуль: Профессиональный	
2.2.3	Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
2.2.4	Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
2.2.5	Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
2.2.6	Основы научных исследований	
2.2.7	Силовые агрегаты	
2.2.8	Рабочие процессы, конструкция и расчет силовых энергетических установок	
2.2.9	Технологическая (производственно-технологическая) практика	
2.2.10	Теплотехника	
2.2.11	Техническое обслуживание и текущий ремонт кузовов автомобилей	
2.2.12	Гидравлика, гидравлические и пневматические системы	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Организация и технология ремонта и технического обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	
2.2.15	Диагностика систем обеспечивающих безопасность транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	

2.2.16	Системы ТО и ремонта
2.2.17	Междисциплинарная государственная итоговая аттестация по национально-региональному компоненту
2.2.18	Основы работоспособности технических систем
2.2.19	Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.2.20	Техническая эксплуатация транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования
2.2.21	Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Способен контролировать наличие, исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов

Знать:	
Уровень 1	Обосновывает выбор актуальных коммуникативных технологий позволяющих контролировать наличие, исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	Применяет современные средства коммуникации для повышения эффективности академического и профессионального взаимодействия, позволяющего контролировать наличие, исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	Оценивает эффективность применения современных коммуникативных технологий позволяющих контролировать наличие, исправность и соблюдение сроков поверки применяемых инструментов, оснастки и оборудования, планировать рабочее время, необходимое на проведение работ по ТО и ремонту АТС и их компонентов
Уровень 2	
Уровень 3	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Классификацию деталей машин, общие сведения по расчету и конструирования деталей машин:
3.1.2	работоспособность, прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость, виброустойчивость,
3.1.3	теплостойкость, надежность
3.1.4	Принцип работы и технологический процесс передач в механизмах автомобилей, устройство, кинематические и силовые параметры расчета механических передач
3.1.5	. Характерные особенности устройства валов, подшипников скольжения и качения, соединительных
3.1.6	муфт, механических передач
3.1.7	Расчетные параметры резьбовых и сварных соединений с целью назначения их применения при проектировании механических передач
3.2	Уметь:
3.2.1	Самостоятельно анализировать научно-техническую литературу, пользоваться нормативно-
3.2.2	справочными материалами
3.2.3	Анализировать расчетные параметры в соответствии с техническими требованиями и техническим заданием для проектирования, выбирать ту или иную конструкцию узлов и деталей машин по расчету
3.2.4	Осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов для проектирования и изготовления деталей машин в механизмах передач по расчету и решать задачи
3.3	Владеть:
3.3.1	Основными понятиями и определениями проектирования механических передач применяемые в конструкциях автомобилей

3.3.2	Информацией о принципах работы и устройствах механических передач, используемые в современных конструкциях автомобилей, расчетах параметров механических передач
3.3.3	Эксплуатационными характеристиками механических силовых передач, расчетом параметров передач, валов, осей, муфт, подшипников, резьбовых соединений при проектировании, Эксплуатации и ремонте транспортных машин различного назначения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Введение и основные понятия							
1.1	Общие сведения по расчету и конструированию деталей машин	4	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3			Лекция читается презентацией
1.2	Расчет и конструирование деталей машин /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2			
1.3	Кинематический и силовой расчеты привода /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
1.4	Зубчатые передачи /Лек/	4	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3			Лекция читается презентацией
1.5	Кинематический и силовой расчеты привода /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.2			
1.6	Изучение конструкции цилиндрической зубчатой передачи (коробка скоростей автомобиля) /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
1.7	Ременные передачи /Лек/	4	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3			Лекция читается презентацией
1.8	Изучение конструкции цилиндрической зубчатой передачи (коробка скоростей автомобиля) /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
1.9	Расчет ременных передач /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3			
1.10	Общие сведения по расчету и конструированию деталей машин. Кинематический и силовой расчеты привода. . Изучение конструкции цилиндрической зубчатой и ременной передач. /Ср/	4	15		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
1.11	/КрТО/	4	2					
1.12	/КрЭж/	4	0,3					
	Раздел 2. Основы конструирования							
2.1	Цепные передачи /Лек/	4	4		Л1.1 Л1.2Л2.3			
2.2	Расчет ременных передач /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
2.3	Расчет конических зубчатых передач (редуктор заднего моста автомобиля) /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
2.4	Валы и оси /Лек/	4	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3			Лекция читается презентацией

2.5	Изучение конструкции червячного редуктора (механизм рулевого управления) /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3			
2.6	Расчет цепных передач /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
2.7	Муфты /Лек/	4	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			Лекция читается презентацией
2.8	Расчет валов и осей /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
2.9	Расчет валов и осей /Пр/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3			
2.10	Расчет цепных передач. Расчет и проектирование валов и осей передач. Подбор муфт для передач. /Ср/	4	19		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
Раздел 3. Рассчеты								
3.1	Подшипники качения и скольжения /Лек/	4	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			Лекция читается презентацией
3.2	Расчет муфт /Пр/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
3.3	Методика расчета подшипников качения на заданный ресурс /Пр/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
3.4	Разъемные соединения для передачи крутящего момента /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			Лекция читается презентацией
3.5	Основы конструирования деталей редукторов /Пр/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3			
3.6	Проектирование соединительных муфт /Пр/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
3.7	Неразъемные соединения /Лек/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			Лекция читается презентацией
3.8	Расчет резьбовых и сварных соединений /Пр/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.3			
3.9	Расчет пружин /Пр/	4	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
3.10	Расчет и выбор подшипников качения и соединительных муфт. Расчет сварных, паяных соединений. Расчет резьбовых соединений. Расчет пружин.	4	18		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			
Раздел 4. Промежуточный контроль								
4.1	Экзамен /Экзамен/	4	31,7		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. 1. Основные этапы проектирования. Цель стандартизации массовых деталей и сборочных единиц.

2. Выбор оптимального варианта разработанной конструкции. Структурное соединение элементов в механической системе.
3. Назначение привода машин. Элементы привода машин и механизмов.
4. Определение КПД привода. Определение общего передаточного числа привода.
5. Виды передач, используемые в приводах машин.
6. Основные виды повреждения и разрушения зубьев. Критерии расчета зубчатых передач.
7. Усилия возникающие в зацеплении зубчатых передач и их определение.
8. Составьте алгоритм расчета цилиндрической зубчатой передачи, конической зубчатой передачи, планетарной передачи.
9. Виды червячных передач. Материалы используемые для изготовления основных деталей червячных передач.
10. Назовите область применения ременных передач. По каким признакам классифицируют ременные передачи?
11. С какой целью в ременных передачах создают предварительное натяжение ремня? Какие конструкции натяжных устройств используют в ременных передачах?
12. В каких машинах или устройствах применяют передачи винт — гайка? Какие резьбы используют в передаче винт — гайка?
13. Основные требования к подшипниковым опорам. Основные типы подшипников.
14. 14. Критерии работоспособности при расчете подшипников качения. Дайте определения динамической и статической грузоподъемности подшипника.
15. . Когда изготавливают вал и шестерню отдельно, а когда вместе? В чем состоят преимущества и недостатки одного и другого способов?
16. Назначение механических муфт. Классификация механических муфт по принципу их действия.
17. Какие погрешности расположения валов, соединяемых муфтой, возможны при монтаже и эксплуатации машин?
18. Назначение предохранительных муфт, виды предохранительных муфт наиболее часто используют в машинах.
19. В чем достоинства резьбовых соединений? Типы резьбовых соединений.
20. Сварные соединения и их преимущество перед другими неразъемными соединениями.
21. Классификация пружины по характеру воспринимаемой нагрузки и их применение.
22. Классификация деталей механических передач.
23. Выбор типа подшипников качения и скольжения в механизмах.
24. Этапы эскизной компоновки редуктора.
25. Предварительный и окончательный расчет валов и осей передач.
26. Основные показатели надежности машин и поясните их физический смысл. Основные критерии работоспособности механических приводов.
27. Определение основных критериев работоспособности механических приводов. Использование стандартных деталей и унифицированных узлов при проектировании машин.
28. Определение основных видов повреждения и разрушения зубьев.
29. Виды термической и термохимической обработки применяемые для упрочнения зубьев шестерен.
30. Порядок эскизной компоновки зубчатых цилиндрических и конических редукторов.
31. Определение силы, действующие в червячном зацеплении.
32. От каких конструктивных и эксплуатационных параметров зависит КПД червячной передачи? Почему КПД червячной передачи низкий?
33. Выбор материалов для изготовления ремней ременной передачи.
34. Назовите преимущества и недостатки цепных передач. Опишите основные типы приводных цепей.
35. Как рассчитывают шпоночные и шлицевые соединения?
36. Назовите преимущества и недостатки подшипников качения. Как расшифровывают условные обозначения и маркировку подшипников качения?
37. Дайте сравнительную оценку подшипников качения и скольжения. Назовите подшипниковые узлы, в которых предпочтительно применяют подшипники скольжения.
38. Выбор материала для изготовления корпусов. Назначение корпуса механизма.
39. Назначение упругих механических муфт, какие виды механических муфт относятся к этому типу?
40. Как устроены и работают обгонные муфты? Назовите область их применения в машинах.
41. По каким напряжениям рассчитывают болты резьбовых соединений, воспринимающие поперечную нагрузку, при их установке с зазором и без зазора?
42. По каким напряжениям рассчитывают стыковые сварные соединения? Какое напряжение вызывает разрушение в угловом шве?
43. Каковы типы пружин кручения? Назовите область их применения.
44. Назовите основные схемы компоновки приводов.
45. Классификация типов механических передач.
46. Назовите основные критерии работоспособности механических приводов. Как их определяют?
47. Оценка трудоемкости изготовления и себестоимости конструкции машины, сборочной единицы, детали.
48. Классификацией деталей машин общего назначения.
49. Основные преимущества и недостатки зубчатых передач.
50. Основные кинематические и геометрические параметры конических зубчатых передач.
51. Чему равно число заходов червяка и число зубьев колеса при передаточном отношении $u = 40$?
52. Основные критерии работоспособности ременных передач. Как повысить тяговую способность и долговечность плоскоременной и клиноременной передач?
53. Материалы используемые для изготовления валов.
54. В каких случаях рекомендуется применять шариковые или роликовые сферические двухрядные подшипники?

55. Какие способы смазывания применяют для подшипников качения? Уплотнения используемые в опорах трения машин.
56. 13 Почему зубчатая муфта считается универсальной компенсирующей? Опишите ее конструкцию и принцип действия.
57. Как устроена и работает фрикционная дисковая муфта? Назовите виды машин, где ее используют как управляемую и предохранительную муфту.
58. Почему упругая втулочно-пальцевая муфта широко применяется в электроприводе?
59. По каким напряжениям рассчитывают крепежную резьбу?
60. Материалы применяемые для изготовления пружин.
61. Назовите сферу применения плоских пружин и рессор. В чем конструктивная особенность кольцевых пружин?
62. Преимущество и недостатки ременных и цепных передач.
63. Определение общего КПД передачи.
64. Расчет механических передач по исходным данным.
65. Разъемные и неразъемные виды соединений деталей машин.

Задачи и задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ

Задания:

1. Определение передаточных чисел механических передач.
2. Выбор типов зубчатых передач в зависимости от направления передачи движений.
3. Расчет на прочность деталей машин.
4. Могут ли шариковые радиальные подшипники воспринимать осевую нагрузку?
5. Выбор материалов для изготовления зубчатых колес.
6. Выбор подшипников качения от вида их нагружения.
7. Выбор типов ремней клиноременных передачах.
8. Выбор материалов для изготовления шестерен и колес зубчатого редуктора.
9. Какие материалы используют для изготовления деталей цепей? Основные причины выхода из строя цепных передач.
10. Назначение валов и осей? Перечислите этапы проектирования и особенности технологии изготовления валов.

Задача 1. Определить требуемую мощность электродвигателя приводящего в движение машину через коническо-цилиндрическую открытую зубчатую передачу, если мощность на валу машины $N_m = 5,5$ кВт, а к.п.д., учитывающий потери в паре подшипников качения, $\eta = 0,99$.

Задача 2. Определить угловую скорость вала электродвигателя $n_2 = 16$ об/мин, а передаточное отношение каждой ступени имеют значения выше средних. Найти числа зубьев зубчатых колес Z_2 и Z_4 , если числа зубьев шестерен $Z_1 = 18$ и $Z_3 = 20$.

Задача 3. Какое влияние оказывает промежуточное зубчатое колесо Z_2 на направление вращения ведомого вала и на величину передаточного числа, если $Z_1 = 20$, $Z_2 = 24$, $Z_3 = 60$.

Задача 4. Рассчитать необходимую мощность электродвигателя для зубчатого редуктора привода ленточного конвейера по данным: окружное усилие на барабане $P = 500$ кг; скорость движения ленты транспортера $V = 0,85$ м/с; диаметр барабана $D = 250$ мм.

Задача 5. Рассчитать коническо-цилиндрический зубчатый редуктор приводной станции ленточного конвейера по следующим данным: тяговое усилие ленты $P = 3000$ н; скорость ленты $v = 0,85$ м/с, диаметр барабана конвейера $D = 350$ мм, к.п.д редуктора равен 0,9.

Задача 6. Подобрать подшипники качения для шейки вала редуктора диаметром $d = 30$ мм, нагруженной радиальной силой $R = 300$ кг и осевой силой $A = 75$ кг. Угловая скорость вала $n = 160$ об/мин. Вращается внутреннее кольцо подшипника. Срок службы подшипника $h = 5000$ ч.

Задача 7. Рассчитать втулочную муфту с сегментными и призматическими шпонками по следующим данным: передаваемая мощность $N = 9$ кВт; угловая скорость вала $n = 2000$ об/мин; диаметр соединяемых валов $d = 20$ мм; коэффициент режима работы $k_p = 1,3$. Материал шпонок – Ст. 6, Материал втулок – сталь 45.

Задача 8. Консольная балка соединена с колонной втавр двумя угловыми швами. Сварка выполнена вручную электродами Э42. Определить допускаемую величину силы P , исходя из прочности сварных швов, имеющие катеты $k = 6$ мм. Допускаемое напряжение для материала балки $[\sigma]_p = 140$ н/мм².

Задача 9. Определить диаметр и количество заклепок в соединении встык с двумя накладками, а также проверить прочность полос на растяжение по ослабленному сечению, если нагрузка $P = 32000$ кг приложена статически. Полосы и накладки изготовлены из стали Ст.3, заклепки – из стали Ст.2, отверстия сверленые.

Задача 10. Рассчитать диаметры шкивов открытой ременной передачи от электродвигателя АО42-4 мощностью $N_2 = 2,8$ кВт с угловой скоростью $n_1 = 1420$ об/мин к шкиву испытательного стенда с угловой скоростью $n_2 = 320$ об/мин. Передача горизонтальная с умеренными колебаниями.

Задача 11. Определить диаметр вала турбовентилятора и проверить получающиеся углы закручивания по следующим данным: мощность на валу $N = 5; 8; 12; 15$ кВт; угловая скорость вала $n = 3000; 2400; 2000; 1800$ об/мин; расстояние

между опорами $L = 200; 250; 320; 400$ мм. Материал вала сталь 45; допускаемый угол закручивания $[\varphi] = 1/40 \dots 2/30$ на метр длины.

Задача 12. Какая муфта обеспечивает передачу мощности $N = 100$ Вт с угловой скоростью $n = 3000$ об/мин в условиях перекаса валов на угол $1,5$ град.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Тематика доклада предлагается преподавателем в ФОС.

ТЕСТ

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тесты составлены по программе дисциплины и оцениваются при проведении последнего модуля. (Тесты в ПРИЛОЖЕНИИ)

Фа м4ккккМИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

«Кыргызско-Российский Славянский университет»

Факультет: _ЕТФ

Кафедра: Автомобильный транспорт

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине

«ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ»

На тему: ПРОЕКТ ПРИВОДА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА
ДЛЯ ПОГРУЗКИ АВТОТРАНСПОРТА

Выполнил: студент группы _____

(ф.и.о.)

«К защите допускаю»

Руководитель:

к.т.н., доцент кафедры АТ

Элеманов Ч.З.._____

(подпись)

«____»_____202__г.

Оценка при защите:

(подпись)

«____»_____202__г.

Продолжение таблицы 6.1.

Параметры Варианты числовых значений

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Тяговое усилие на барабане,

Ф, кН 4,0 4,4 4,8 5,2 5,4 5,6 6,2 6,4 6,6 6,8

Скорость движения ленты V , м/с 0,55 0,6 0,66 0,70 0,72 0,74 0,81 0,85
0,88 0,95

Диаметр барабана D , м. 265 340 420 270 310 330 350 370 390

420

Срок службы передачи L , лет 5,5 6,0 6,5 7,0 7,5 5,5 6,0 6,5 7,0

5,0

Тип привода неревверсивный

Основная литература

Чернавский С.А. Курсовое проектирование по детали машин:

Учебное пособие М.: Машиностроение, 1980.—351 с.

Пример выполнения курсового проекта:

«Проектирование одноступенчатого редуктора с ременной передачей».

Глава 12. Параграф 12.3. Стр. 327, [1]

Задание: Спроектировать привод ленточного конвейера

Вариант задания: _____

Параметры исходных данных:

Тяговое усилие на барабане $F =$ кНСкорость движение ленты $V =$ м/сДиаметр барабана $D =$ ммСрок службы передачи $L =$ лет

Тип привода – неревверсивный

1 – Электродвигатель;

2 – малый шкив;

3 – большой шкив;

4 – шестерня первой ступени редуктора;

5 – колесо первой ступени редуктора;

6 – шестерня второй ступени редуктора;

7 – колесо второй ступени редуктора.

1.Расчет привода

Выбор электродвигателя и кинематический расчет

Коэффициенты полезного действия пары цилиндрических зубчатых колес

 $\eta_1 = 0,98$; и косозубой шестерни $\eta_2 = 0,99$; коэффициент, учитывающий потери в опорах пары подшипников качения, $\eta_3 = 0,99$; КПД клино-ременной передачи $\eta_4 = 0,95$; коэффициент, учитывающий потери в опорах приводного барабана $\eta_5 = 0,99$

Общий КПД привода

 $\eta = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4 * \eta_5 =$ Мощность на валу барабана: $P_b = F_l * V_l =$ кВтТребуемая мощность электродвигателя: $P_{тр} = P_b / \eta =$ кВтУгловая скорость барабана: $\omega_b = (2 V_l) / D_b =$ рад/сЧастота вращения барабана: $n_b = (30 \omega_b) / \pi =$ об/минПо ГОСТ 19523 — 81 по требуемой мощности $P_{тр} =$ кВт выбираем электродвигатель трехфазный асинхронный короткозамкнутый серии 4А закрытый, обдуваемый, с синхронной частотой вращения 1500 об/мин 132М8 с параметрами $P_{дв} =$ кВт и скольжением - 3 %.Номинальная частота вращения $n_{дв} = 1500 - 30 = 1470$ об/мин. $\omega_{дв} = (\pi * n_{дв}) / 30 =$ рад/сПередаточные отношения $i_{общ} = \omega_{дв} / \omega_b =$; $i_{ред} = i_{общ} / i_{рем}$ $i_{ред} = u_1 * u_2$ $u_2 = i_{ред} / u_1$ Намечаем передаточное отношение для первой ступени редуктора $u_1 = 4$, тогда для второй ступени редуктора $u_2 =$, для клиноременной передачи $u_{рем} =$ Принимаем в пределах $u_{рем} = 1,2 \dots 2,0$

Мощность на валах редуктора, кВт:

Вал 1 - ведущий $P_1 = P_{тр} \eta_{подш} \eta_4 =$ кВтВал 2 – промежуточный $P_2 = P_1 \eta_1 \eta_{подш} =$ кВтВал 3 – выходной $P_3 = P_2 \eta_2 \eta_{подш} \eta_{муфт} =$ кВт

Частота вращения, об/мин

Вал 1 $n_1 = n_{дв} / u_{рем} =$ об/минВал 2 $n_2 = n_1 / u_1 =$ об/минВал 3 $n_3 = n_2 / u_2 =$ об/мин

Угловая скорость, рад/с

Вал 1 $\omega_1 = \omega_{дв} / u_{рем} =$ рад/сВал 2 $\omega_2 = \omega_1 / u_1 =$ рад/сВал 3 $\omega_3 = \omega_2 / u_2 =$ рад/сКрутящий момент, $M =$ Нм

Мм

$$\text{Вал 1 } T_1 = (P_1 * [\text{10}]^3) / \omega_1 = (* [\text{10}]^3) / =$$

$$H * \text{м Вал 2 } T_2 = P_2 * ([\text{10}]^3) / \omega_2 = H * \text{м}$$

$$\text{Вал 3 } T_3 = (P_3 * [\text{10}]^3) / \omega_3 = H * \text{м}$$

2. Расчёт клиноременной передачи

Исходные данные для расчета; передаваемая мощность $P_{тр} =$ кВт; частота вращения ведущего (меньшего) шкива $n_{дв} =$ об/мин; передаточное отношение $u_{рем} =$; скольжение ремня $\varepsilon = 0,015$.

В зависимости от частоты вращения меньшего шкива и передаваемой мощности

$P = P_{тр} =$ кВт принимаем сечение клинового ремня Б.

Вращающий момент:

$$T = (P_{тр} * 1000) / (\omega_{дв}) = ([* 10]^3)$$

$H * \text{мм}$ Диаметр меньшего шкива

$$d_1 = (3 \div 4) = (3 \dots 4)^{3/4} () =$$

С учетом того что диаметр шкива для ремней сечения Б не должен быть менее 125 мм, принимаем $d_1 =$ мм.

Диаметр большего шкива

$$d_2 = u_{рем} * d_1 () = * (1 - 0,015) = \text{мм}$$

принимаем $d_2 =$ мм

Где $\varepsilon = 0,015$ коэффициент скольжения ремня

Уточняем передаточное отношение

$$u_{рем} =$$

При этом угловая скорость первого вала будет

$$\omega_1 = \omega_{дв} / u_{рем} = \text{рад/с}$$

Следовательно окончательно принимаем диаметры шкивов

$$d_1 = \text{мм} \quad d_2 = \text{мм}$$

Межосевое расстояние $a_{рем}$ следует принять в интервале

$$a_{мих} = 0,55 (d_1 + d_2) + T_0 = \text{мм};$$

где $T_0 =$ мм высота сечения ремня

$$a_{мах} = (d_1 + d_2) = \text{мм}$$

Принимаем предварительное близкое значения $a_p =$ мм

Расчетная длина ремня

$$L = 2 a_p + 0,5 \text{ мм}$$

Ближайшие значения по стандарту $L =$ мм

Уточненные значения межосевого расстояния a_p с учетом стандартной длины ремня L

$$a_p = 0,25 [(L - W)] + \sqrt{((L - W)^2 - 4y)}$$

где $W = 0,5 =$ мм

y

$$a_p = \text{мм}$$

При монтаже передачи необходимо обеспечить возможность уменьшения межосевого расстояния на $0,01 * =$ мм для обеспечения надевания ремней на шкиве и возможность увеличения его на $0,025 * = 35$ мм для увеличения натяжения ремня.

Угол обхвата меньшего шкива $\alpha_1 = 180^\circ - 57 (d_2 - d_1) / a_p$

$$\alpha_1 = [180]^\circ - 57 * (()) / = []^\circ$$

$\wedge^\circ$

C_p - коэффициент режима работы учитывающий условия эксплуатации передачи. Для привода к ленточному конвейеру при одноосменной работе $C_p = 1,0$

C_L - коэффициент учитывающий влияние длины ремня. Для ремня сечения Б при длине $L = 1400$ мм коэффициент $C_L = 0,9$.

C_a - коэффициент учитывающий влияние угла обхвата при

$C_a = 168^\circ$ коэффициент $C_a = 0,97$

C_z - коэффициент учитывающий число ремней в передаче, предполагая, что число ремней в передаче будет от 2 до 6 примем коэффициент $C_z = 0,96$.

Число ремней в передаче

где P_o - мощность передаваемая одним клиновым ремнем кВт. Для ремня сечения Б при длине $L =$ мм, работе на шкиве $d_1 =$ мм и j_p

$$z = (2,01 * 0,9 * 0,97 * 0,95) =$$

Принимаем $z =$

Натяжения ветви клинового ремня

Где скорость $v = 0,5 \omega_{дв} d_1 = 0,5 * * [10]^{(-3)} =$ м/с

θ - коэффициент учитывающий влияние центробежных сил. Для ремня сечения Б коэффициент

$$\text{Тогда } / + 0,18 * = H$$

Давление на валы

$$F_v = 2 F_o Z \sin \alpha_1 / 2 = 2 * * \sin [168]^\circ / 2 = H$$

Ширина шкивов $B_{ш}$

$$B_{ш} = (z - 1) e + 2 f = (- 1) * + 2 * = \text{мм}$$

3. Расчет зубчатых колес редуктора 1-й ступени. Косозубая цилиндрическая передача.

Выбираем материалы для зубчатых колес. Принимаем материал для шестерни валов сталь 45 твердость 230 HB. Для колеса сталь 45Л твердость 190 HB.

Допускаемое контактное напряжения для колеса по формуле

где- $\sigma_{HLimb} = 2HB + 70$

$KH=1$ $SH=1.1$

$[\sigma_H] = \sigma_{HLimb} \cdot KHL / [SH] = ((2 \cdot 190 + 70) \cdot 1) / 1.1 = 409 \text{ МПа}$

Межосевое расстояние из условий контактной выносливости активных поверхностей зубьев

$a_{\omega} = K_a (u_1 + 1)^{3/4} ((T_2 K_H \beta) / ([\sigma_H]^2 [\psi_b a]))$

где $K_a = 43$ для косозубых колес - коэффициент ширины венца. $\psi_b a = 0.6 K_H \beta$ - коэффициент учитывающий неравномерность распределения

нагрузки по ширине венца $K_H \beta = 1.1$

$a_{\omega} = 43(4+1)^{3/4} ((10)^3 \cdot 1.1) / ([409]^2 \cdot 4^2 \cdot 0.6)) = \text{мм}$

Принимаем межосевое расстояние по ГОСТу 2185-65 $a_{\omega} = \text{мм}$

Нормальный модуль

$m_n = (0,01 \div 0,02) a_{\omega} = 1.25 \div 2.5 \text{ мм}$

Принимаем по ГОСТу 9563-60 $m_n = 2 \text{ мм}$

Принимаем предварительно угол наклона зубьев

Число зубьев шестерни

$z_1 = (2a_{\omega} \cos \beta) / ((u_1 + 1) m_n) = (2 \cdot \cos 10^\circ) / ((4+1) \cdot 2.5) =$

Принимаем $z_1 = 24$

Тогда $z_2 = z_1 \cdot u_1 = 24 \cdot 4 = 96$

Уточняем значения угла наклона зубьев

$\cos \beta = ((z_1 + z_2) m_n) / (2a_{\omega}) = ((24 + 96) \cdot 2) / (2 \cdot 125) = 0.96$

угол $\beta = 16^\circ$

Основные размеры шестерни и колеса

Диаметры делительных

$d_1 = m_n / \cos \beta \cdot z_1 = 2 / 0.96 \cdot 24 = 50 \text{ мм}$

$d_2 = m_n / \cos \beta \cdot z_2 = 2 / 0.96 \cdot 96 = 200 \text{ мм}$

Уточняем межосевое расстояние

$a_{\omega} = (d_1 + d_2) / 2 = (50 + 200) / 2 = 125 \text{ мм}$

Диаметр вершин зубьев

$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 50 + 2 \cdot 2 = 54 \text{ мм}$

$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 200 + 2 \cdot 2 = 204 \text{ мм}$

Ширина колеса

$b_2 = \psi_b a_{\omega} = 0.6 \cdot 125 = 75 \text{ мм}$

Ширина шестерни

$b_1 = b_2 + 5 = 75 + 5 = 80 \text{ мм}$

Окружная скорость колес

$\omega = (\omega_1 d_1) / 2 = (62.83 \cdot 50) / (2 \cdot 10^3) = 1.56 \text{ м/с}$

Степень точности передачи для косозубых колес при скорости до 10 м/с следует принять 8-10 степень точности.

Коэффициент нагрузки $K_{Ha} = 1.08$ $K_{Hu} = 1$ $K_{Hv} = 1.1$

$K_H = K_{Ha} K_{Hu} K_{Hv} = 1.08 \cdot 1 \cdot 1.1 = 1.18$

Проверим контактное напряжения

$\sigma_H = 270 / a_{\omega} \sqrt{((T_2 K_H (u_1 + 1)^3) / (b_2 [\psi_b a]^2))} = 270 / a_{\omega} \sqrt{((T_2 \cdot 10^3 \cdot 1.18 (4+1)^3) / (75 \cdot 4^2))} = 390.6 \text{ МПа}$

$390.6 \text{ МПа} < 410 \text{ МПа}$ условие прочности выполнено

Силы действующие в зацеплении

Окружная

$F_t = (2T_1) / d_1 = (2 \cdot 10^3) / 50 = \text{Н}$

Радиальная сила

$F_r = F_t (\tan 20^\circ) / \cos \beta = \text{Н}$

Осевая

$F_a = F_t \cdot \tan \beta = 0.286 \cdot \text{Н}$

Проверим зубья на выносливость по напряжению изгиба

где ψ_b - коэффициент нагрузки ψ_b коэффициент при твердости $HB < 350$ и не симметричном расположении зубчатых колес относительно опор $K_{FB} = 1.23$

Коэффициент для косозубых колес 8-й степени точности и скорости до 10 м/с $K_{FU} = 1.1$

Таким образом $K_F = K_{FB} K_{FU} = 1.07 \cdot 1.1 = 1.17$.

- Коэффициент учитывающий форму зуба от эквивалентного числа зубьев Z_{Θ}

у шестерни $Z_{\Theta 1} = z_1 / (\cos^3 \beta) = 24 / (0.96^3) = 27.12$

у колеса $Z_{\Theta 2} = z_2 / (\cos^3 \beta) = 96 / (0.96^3) = 108.5$

коэффициент $Y_F_1 = 3.9$ $Y_F_2 = 3.6$

Z_{Θ}

Определяем коэффициенты

$Y_B = 1 - (\beta^\circ) / 140 = 1 - 16 / 140 = 0.886$

$[K_F]_{\alpha} = (4 + (\epsilon_{\alpha} - 1)(n - 5)) / 4\epsilon_{\alpha} = (4 + (1.5 - 1)(8 - 5)) / (4 * 1.5) = 0.92$

Где средние значения коэффициента торцового прикрытия степень точности $n = 8$.

Допустимое напряжения при проверки на изгиб определяют по формуле:

для шестерни $\sigma_F = 404 / 1.75 = 231.1 \text{ МПа}$

для колеса $[\sigma_F] = (\sigma_F^{\circ} \text{Limb}) / ([S_F]) = 336 / 1.75 = 192 \text{ МПа}$

Для стали 45 улучшенной передел прочности при отнулевом цикле изгиба

$\sigma_F^{\circ} \text{Limb} = 1.8 \text{ НВ}$

Для шестерни $\sigma_F \text{Limb} = 1.8 * 230 = 414 \text{ МПа}$

Для колеса $\sigma_F \text{Limb} = 1.8 * 190 = 342 \text{ МПа}$

-коэффициент безопасности $= 1.75$

Проверку на изгиб следует проверить для того зубчатого колеса, для которого отношения меньше.

Найти эти отношения

для шестерни $230 / 3.9 = 58.97 \text{ МПа}$

для колеса $190 / 3.6 = 52.77 \text{ МПа}$

Проверку на изгиб проводим для колеса

$\sigma_F = (F_T K_F Y_F Y_B K_{Fa}) / (b_2 m_n) = (2660 * 1.17 * 3.6 * 0.886 * 0.92) / (75 * 2) = 60.88 \text{ МПа} < 190 \text{ МПа}$

угловая прочность выполнена.

4. Расчет зубчатых колес редуктора 2-й ступени. Прямозубая цилиндрическая передача.

Выбираем материалы для зубчатых колес такие же, как и для 1-й ступени, Допускаемое контактное напряжения для прямозубых колес из указанных материалов.

Межосевое расстояния из условия выносливости

$a_{\omega} = K_a (u_2 + 1)^3 \sqrt{((T_2 K_{H\beta}) / ([\sigma_H]^2 [K_H]_{\alpha}^2))}$

$\Psi_{ba})$ где $K_a = 49.5$ для прямозубых колес.

- коэффициент учитывающий неравномерность распределения нагрузки $K_{H\beta} = 1.08$

Ψ_b - коэффициент ширины венца

$\Psi_{ba} = 0.25$ для прямозубых цилиндрических колес. Таким образом.

$a_{\omega} = 49.5 (3.15 + 1)^3 \sqrt{((T_2 * [10])^3 * 1.08) / ([409]^2 * [u_2]^2 * 0.25))} = \text{мм}$

Принимаем межосевое расстояние по госту 2185-66 $a_{\omega} = \text{мм}$

Нормальный модуль для прямозубой цилиндрической передачи по формуле.

$m_n = (0.01 \div 0.02) a_{\omega}$

$m_n = (0.01 \div 0.02) * \text{мм} = \text{мм}$

Выбираем нормальный модуль по госту 9563-60 $m_n = 3.5$

Число зубьев шестерни по формуле

$z_3 = (2a_{\omega}) / ((u_2 + 1) m_n) =$

примем $z_3 =$

Тогда число зубьев колеса равно

$z_4 = z_3 * u_2 = * =$

Уточняем межосевое расстояние

$a_{\omega} = 0.5 (z_3 + z_4) * m_n = 0.5 (+) * \text{мм} = \text{мм}$

Основные размеры шестерни и колеса.

Диаметры делительных

$d_3 = m_n / 1 * z_3 = / 1 * \text{мм} = \text{мм}$

$d_4 = m_n / 1 * z_4 = / 1 * \text{мм} = \text{мм}$

Диаметры вершин зубьев

$d_{a3} = d_3 + 2m_n = + 2 * \text{мм} = \text{мм}$

$d_{a4} = d_4 + 2m_n = + 2 * \text{мм} = \text{мм}$

Проверка $a_{\omega} = (d_3 + d_4) / 2 =$

Ширина колеса

$b_4 = \Psi_{ba} * a_{\omega}$ $\Psi_{ba} = 0.25$ для прямозубых колес.

$b_4 = 0.25 * \text{мм} = \text{мм}$

$b_3 = b_4 + 5 = + 5 = \text{мм}$

Окружная скорость колес

$V_{\text{окр}} = (\omega_2 * d_3) / 2 =$

Коэффициент нагрузки

$K_H = 1.11 * 1 * 1.05 = 1.16$

Коэффициент несимметричном расположении колес $K_{H\beta} = 1.11$

Коэффициент $K_{H\alpha} = 1.05$ для прямозубых колес

Коэффициент при скорости $v=0.952$ м/с $K_{Ha}=1$

Проверяем допускаемое контактное напряжение

$$\sigma_H = 270 / a_{\omega} \sqrt{((T_3 K_H (u_2 + 1)^3) / (b_4 * [\sigma]_{2}))} = 270 / 250 * \sqrt{((T_3 * [10]^{1.16} * (u_2 + 1)^3) / (* [\sigma]_{2}))} = \text{МПа}$$

МПа < 410 МПа условие прочности выполнено.

Силы действующие в зацепление

$$\text{окружная } F_t = (2T_2) / d_3 = (2 * * [10]^{1.16} * (u_2 + 1)^3) / = \text{Н}$$

Допускаемое напряжение изгиба по формуле

$$[\sigma] = 1.8 \text{ HB}$$

-коэффициент безопасности, он равен-1.75

Допускаемое напряжение для шестерни HB=230

$$= 1.8 * 230 = 414 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] = 414 / 1.75 = 236 \text{ МПа}$$

Для колеса

$$\text{HB} = 200$$

$$\sigma_{Hlimb} = 1.8 * 200 = 360 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] = 360 / 1.75 = 206 \text{ МПа}$$

$$K_F = K_{FB} K_{FU} = 1.04 * 1.25 = 1.3$$

Определяем коэффициенты Y_B ()

$$Y_B = 1$$

Проверка на изгиб шестерни и колеса по формуле σ / Y_f где Y_f -коэффициент учитывающий форму зуба. Значения коэффициента взяты из ГОСТа 21354-87 в виде графиков

$$Y_{f3} = 3.7$$

$$Y_{f4} = 3.6$$

Проверка

$$\text{шестерни} = [\sigma] / Y_f = 236 / 3.7 = 63.8 \text{ МПа}$$

$$\text{колеса} = [\sigma] / Y_{f4} = 206 / 3.6 = 57 \text{ МПа}$$

Проверка на изгиб для колеса

$$\sigma_F = (F_T K_F Y_F K_{Fa}) / (b_4 m_n) = (4363 * 1.3 * 3.6 * 0.92) / (63 * 3.5) = 85 \text{ МПа} < 205 \text{ МПа}$$

5. Предварительный расчет валов редуктора и выбор подшипников.

Предварительный расчет валов редуктора, проводят на кручении принимая пониженное допускаемое напряжение на кручении. Примем = 20 МПа это не высокое значение принятое с учетом того что ведущий вал испытывает изгиб от натяжения клиноременной передачи.

Ведущий вал:

Материал тот же что и шестерня Сталь 45.

Определим диаметр выходного конца ведущего вала по формуле.

$$d_{(v_1)} = \sqrt[3]{((16T_1) / (\pi [\tau] K))} = \sqrt[3]{((16 * * [10]^{1.16} * (u_2 + 1)^3) / (3.14 * 20))} = \text{мм}$$

Примем ближайшее большее значение из стандартного ряда $d_{(v_1)} = \text{мм}$

Диаметр под подшипник примем $d_{(п_1)} = \text{мм}$

Диаметр вала $d_{(v_1)} = \text{мм}$

Шестерню выполним за одно с валом.

Промежуточный вал:

Материал тот же что и шестерня Сталь 45. Диаметр под подшипник при допускаемом напряжении $[\tau] = 20$ МПа .

$$d_{(п_2)} = \sqrt[3]{((16T_2) / (\pi [\tau] K))} = \sqrt[3]{((16 * * [10]^{1.16} * (u_2 + 1)^3) / (3.14 * 20))} = \text{мм}$$

Диаметр под подшипник примем $d_{(п_2)} = \text{мм}$

Диаметр вала $d_{(v_2)} = \text{мм}$

Диаметр под колесо $d_{([зк] _)} = \text{мм}$

Выходной вал:

Материал тот же что и шестерня Сталь 45.

Диаметр выходного конца при допускаемом напряжении $[\tau] = 20$ МПа

$$d_{(v_3)} = \sqrt[3]{((16T_3) / (\pi [\tau] K))} = \sqrt[3]{((16 * * [10]^{1.16} * (u_2 + 1)^3) / (3.14 * 25))} = 54.95$$

мм Принимаем $d_{(v_3)} = \text{мм}$

Диаметр под подшипник примем $d_{(п_3)} = \text{мм}$

Диаметр под колесо $d_{([зк] _)} = \text{мм}$

Принимаем радиальные шарикоподшипники средней серии. Габариты подшипников выбираем по диаметру вала в местах посадки подшипников. Диаметры под подшипники валов

Серийный номер подшипников

d D B

Размеры мм

307 35 80 21

309 45 100 25

313 65 140 33

Вал 1 $d_{(п_1)} = 35$ мм Вал 2 $d_{(п_2)} = 45$ мм Вал 3 $d_{(п_3)} = 65$ мм

6. Конструктивные размеры шестерен и колес

Первая ступень

Косозубая шестерня первой передачи выполнена заодно с валом

Фаска

$$n=0.5 \cdot m_n = 0.5 \cdot 2 = 1 \text{ мм}$$

Косозубое колесо первой передачи

Диаметр ступицы

$$d_{\text{ступ}} = (1.5 \dots 1.8) d_{\text{вала}}$$

$$d_{\text{ступ}} = (1.5 \dots 1.8) \cdot 52 = 78 \dots 94 \quad \text{Принимаем } 84 \text{ мм}$$

Длина ступицы

$$L_{\text{ступ}} = (0.8 \dots 1.5) d_{\text{вала}}$$

$$L_{\text{ступ}} = (0.8 \dots 1.5) \cdot 52 = 41.6 \dots 78 \quad \text{Принимаем } 78 \text{ мм}$$

Толщина обода

$$\delta_0 = (2.5 \dots 4) \cdot m_n$$

$$\delta_0 = (2.5 \dots 4) \cdot 2 = 5 \dots 8 \text{ мм}$$

Принимаем толщину обода 8 мм так как толщина обода должна быть не менее 8 мм

Толщина диска

$$C = (0.2 \dots 0.3) \cdot b_2$$

$$C = (0.2 \dots 0.3) \cdot 75 = 15 \dots 21.6$$

Принимаем $C = 20 \text{ мм}$

Диаметр впадин зубьев

$$d_f = d_2 - 2.5 m_n$$

$$d_f = 200 - 2.5 \cdot 2 = 195 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр обода

$$D_{\text{обода}} = d_f - 2 \cdot \delta_0$$

$$D_{\text{обода}} = 195 - 2 \cdot 8 = 179 \text{ мм}$$

Примем 179 мм

Диаметр отверстий

$$D_{\text{отв}} = (D_{\text{обода}} - d_{\text{ступ}}) / 4 = (179 - 84) / 4 = 23.75 \text{ мм}$$

Диаметр центральной окружности

$$D_{\text{окр}} = 0.5 \cdot (D_{\text{обд}} + d_{\text{ступ}}) = 0.5 \cdot (179 + 84) = 131.5 \text{ мм}$$

Цилиндрическая шестерня второй передачи

Вторая ступень

$$n = 0.5 \cdot m_n = 0.5 \cdot 3.5 = 1.75 \text{ мм}$$

Цилиндрическое колесо второй передачи

Диаметр ступицы

$$d_{\text{ступ}} = (1.5 \dots 1.8) d_{\text{вала}}$$

$$d_{\text{ступ}} = (1.5 \dots 1.8) \cdot 75 = 112.5 \dots 135 \quad \text{Принимаем } 120 \text{ мм}$$

Длина ступицы

$$L_{\text{ступ}} = (0.8 \dots 1.5) d_{\text{вала}}$$

$$L_{\text{ступ}} = (0.8 \dots 1.5) \cdot 75 = 60 \dots 113 \quad \text{Принимаем } 76 \text{ мм}$$

Толщина обода

$$\delta_0 = (2.5 \dots 4) \cdot m_n$$

$$\delta_0 = (2.5 \dots 4) \cdot 3.5 = 8.75 \dots 14 \text{ мм} \quad \text{Примем } 14 \text{ мм}$$

Диаметр впадин зубьев

$$d_f = d_4 - 2.5 m_n$$

$$d_f = 378 - 2.5 \cdot 3.5 = 370 \text{ мм}$$

Толщина диска

$$C = (0.2 \dots 0.3) \cdot b_4$$

$$C = (0.2 \dots 0.3) \cdot 63 = 12.6 \dots 18.9 \quad \text{Примем } 18 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр обода

$$D_{\text{обода}} = d_f - 2 \cdot \delta_0$$

$$D_{\text{обода}} = 378 - 2 \cdot 14 = 350 \text{ мм}$$

Диаметр центральной окружности

$$D_{\text{окр}} = 0.5 \cdot (D_{\text{обд}} + d_{\text{ступ}}) = 0.5 \cdot (350 + 120) = 235 \text{ мм}$$

Диаметр отверстий

$$D_{\text{отв}} = (D_{\text{обода}} - d_{\text{ступ}}) / 4 = (350 - 120) / 4 = 57.5 \text{ мм}$$

7. Выбор муфты

Выбор муфты на выходном валу привода. В виду того что в данном соединении валов требуется не высокая компенсирующая способность муфт, то допускается установка муфты упругой втулочно-пальцевой. Достоинства данного типа муфт: относительная простота конструкции и удобство замены упругих элементов.

Выбор муфты производится в зависимости от диаметров соединительных валов, расчетного передаваемого крутящего момента и максимально допускаемой частоты вращения валов

$$d(\text{выход вала}) = 60 \text{ мм}$$

$$d(\text{вала потребит}) = 60 \text{ мм}$$

Передаваемый крутящий момент через муфту

$$T = 814.14 \text{ Н*м}$$

Расчетно передаваемый крутящий момент через муфту

$$T_p = K_p \cdot T = 1.5 \cdot 814.14 = 1221.21 \text{ Н*м}$$

Здесь Кр- коэффициент учитывающий условия эксплуатации

Частота вращения муфты

$n = 51.8$ об/мин

Выбираем муфту упругую втулочно пальчиковую 2000-60-1,1-У2 ГОСТ 21424-93

Упругие элементы муфты проверим на снятие в предположении равномерного распределения нагрузки между пальцами

$$\sigma_{см} = (2 * [\sigma] * T_p) / (Z_c * D_c * d_p * l_{вт})$$

Здесь $Z_c = 10$ – число пальцев; $D_c = 181$ мм диаметр окружности расположения пальцев; $d_p = 24$ мм диаметр пальца; $l_{вт} = 44$ мм длина упругого элемента

$$\sigma_{см} = (2 * [\sigma] * T_p) / (10 * 181 * 24 * 44) = 1.277 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 1.8 \text{ МПа}$$

8. Выбор шпонки для колеса и шестерни

Для соединения вала с деталями передающими вращение часто применяют призматические шпонки из стали имеющей $\sigma \geq 600$ МПа сталь 45 материал шпонок с временным сопротивлением разрыву не менее 590 МПа

ГОСТ 23360-78

Диаметр

вала сечение шпонки

$b * h * l$ Глубина паза Фаска $S * 45^\circ$

вала втулки

30 8*7*70 4 3.3 0.16-0.25

52 16*10*70 6 4.3 0.25-0.4

52 16*10*63 6 4.3 0.25-0.4

63 18*11*100 7 4.4 0.25-0.4

75 22*14*70 9 5.4 0.4-0.6

9. Проверка прочности шпоночных соединений

Колесо 1-й зубчатой передачи

Напряжения смятия и условие прочности по формуле:

$$\sigma^{\max} = (2 * T) / (d * (h - t_1) * (l - b)) \leq [\sigma_{см}]$$

$$\sigma^{\max} = (2 * 266.17 * [\sigma] * T) / (52 * (10 - 6) * (70 - 16)) = 47.39 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Допускаемые напряжения смятия при стальной ступице $[\sigma]_{см} = 100 \dots 120$ МПа. Проверим шпонку на срез по формуле

$$\tau_{ср} = (2 * T) / (d * (l - b) * b) \leq [\tau_{ср}]$$

$$\tau_{ср} = (2 * 266.17 * [\sigma] * T) / (52 * (70 - 16) * 16) = 11.84 \text{ МПа} \leq [\tau_{ср}]$$

Допустимое напряжение среза при стальной ступице

$$[\tau_{ср}] = 0.6 * [\sigma_{см}] = 0.6 * 100 = 60 \text{ МПа}$$

Все условия прочности выполнены.

Шестерня 2-й зубчатой передачи

Напряжения смятия и условие прочности по формуле:

$$\sigma^{\max} = (2 * T) / (d * (h - t_1) * (l - b)) \leq [\sigma_{см}]$$

$$\sigma^{\max} = (2 * 266.17 * [\sigma] * T) / (52 * (10 - 6) * (63 - 16)) = 54.4 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Допускаемые напряжения смятия при стальной ступице $[\sigma]_{см} = 100 \dots 120$ МПа. Проверим шпонку на срез по формуле

$$\tau_{ср} = (2 * T) / (d * (l - b) * b) \leq [\tau_{ср}]$$

$$\tau_{ср} = (2 * 266.17 * [\sigma] * T) / (52 * (63 - 16) * 16) = 13.61 \text{ МПа} \leq [\tau_{ср}]$$

Допустимое напряжение среза при стальной ступице

$$[\tau_{ср}] = 0.6 * [\sigma_{см}] = 0.6 * 100 = 60 \text{ МПа}$$

Все условия прочности выполнены.

Колесо 2-й зубчатой передачи

Напряжения смятия и условие прочности по формуле:

$$\sigma^{\max} = (2 * T) / (d * (h - t_1) * (l - b)) \leq [\sigma_{см}]$$

$$\sigma^{\max} = (2 * 702.38 * [\sigma] * T) / (75 * (14 - 9) * (70 - 22)) = 78 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Допускаемые напряжения смятия при стальной ступице $[\sigma]_{см} = 100 \dots 120$ МПа.

Проверим шпонку на срез по формуле

$$\tau_{ср} = (2 * T) / (d * (l - b) * b) \leq [\tau_{ср}]$$

$$\tau_{ср} = (2 * 702.38 * [\sigma] * T) / (75 * (70 - 22) * 22) = 17.73 \text{ МПа} \leq [\tau_{ср}]$$

Допустимое напряжение среза при стальной ступице

$$[\tau_{ср}] = 0.6 * [\sigma_{см}] = 0.6 * 100 = 60 \text{ МПа}$$

Все условия прочности выполнены.

Проверка шпоночных соединений шкивов

Напряжения смятия и условие прочности по формуле:

$$\sigma^{\max} = (2 * T) / (d * (h - t_1) * (l - b)) \leq [\sigma_{см}]$$

$$\sigma^{\max} = (2 * 66.52 * [\sigma] * T) / (30 * (7 - 4) * (70 - 8)) = 23.84 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Допускаемые напряжения смятия при стальной ступице $[\sigma]_{см} = 100 \dots 120$ МПа.

Проверим шпонку на срез по формуле

$$\tau_{ср} = (2 * T) / (d * (l - b) * b) \leq [\tau_{ср}]$$

$$\tau_{ср} = (2 * 66.52 * [\sigma] * T) / (30 * (70 - 8) * 8) = 8.94$$

МПа $\leq [\tau_{ср}]$ Допустимое напряжение среза при стальной

ступице $[\tau_{ср}] = 0.6 * [\sigma_{см}] = 0.6 * 100 = 60 \text{ МПа}$

Все условия прочности выполнены.

Проверка шпоночных соединений муфты

Напряжения смятия и условие прочности по формуле:

$$\sigma^{\max} = (2 \cdot T) / (d \cdot (h - t_1) \cdot (l - b)) \leq [\sigma_{\text{см}}]$$

$$\sigma^{\max} = (2 \cdot 814.14 \cdot 10^3) / (63 \cdot (11 - 7) \cdot (100 - 18)) = 78.79 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{см}}]$$

Допускаемые напряжения смятия при стальной ступице $[\sigma]_{\text{см}} = 100 \dots 120 \text{ МПа}$. Проверим шпонку на срез по формуле

$$\tau_{\text{ср}} = (2 \cdot T) / (d \cdot (l - b) \cdot b) \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

$$\tau_{\text{ср}} = (2 \cdot 814.14 \cdot 10^3) / (63 \cdot (100 - 18) \cdot 18) = 17.51 \text{ МПа} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

Допустимое напряжение среза при стальной ступице

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0.6 \cdot [\sigma_{\text{см}}] = 0.6 \cdot 100 = 60 \text{ МПа}$$

Все условия прочности выполнены.

10. Уплотнительные устройства редуктора

Выбор манжет для ведущего и выходного валов.

Для ведущего вала манжета 35x58 ГОСТ 8752-79

Для выходного вала манжета 65x90 ГОСТ 8752-79

11. Смазывание редуктора

По способу подвода смазочного материала к зацеплению различают: картерное и циркулирующие смазывание.

Картерное применяют на окружных скоростях до $\vartheta \leq 12 \text{ м/с}$

При смазывании окутанием, объём масляной ванны редуктора применяют $\rho^*(0,5 \dots 0,8)$ передаваемой 1 кВт мощности

$$V_{\text{масл}} = 5,5(0,5 \dots 0,8) = 2,75 \dots 4,5 \text{ л}$$

Принимаем объём масла 4 литров.

Значение вязкости масла для смазывания зубчатой передачи при 50°C

$$\vartheta \geq 2 \text{ м/с}$$

$$34 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}$$

Контролировать уровень масла можно с помощью маслоуказателя. Для возможности контроля уровня масла во время работы редуктора применяем закрытые жезловые маслоуказатели.

12. Конструирование корпуса редуктора

В корпусе редуктора размещаются детали зубчатых передач. При его конструировании должны быть обеспечены жесткость и прочность, для повышения жесткости служат ребра расположенные у приливов под подшипники.

Корпус обычно выполняют разъемным, состоящим из картера и крышки.

Материал корпуса - чугун Сч10. Для заливки масла, и осмотра в крышке корпуса имеется окно, которое закрывается крышкой. Для удаления загрязнения масла и для промывки редуктора в нижней части редуктора делают отверстие, под пробку с цилиндрической резьбой. Подшипники закрывают крышками, глухими и сквозными.

Редуктор и электродвигатель устанавливаются на литой плите.

Основные элементы корпуса

Параметры Ориентировочные отношения

Толщина стенки корпуса и крышки редуктора $\delta = 10 \text{ мм}$

$$\delta_1 = 9 \text{ мм}$$

Толщина верхнего пояса фланца корпуса $\delta^*1,5 = 15 \text{ мм}$

Толщина нижнего пояса фланца корпуса $\delta_1^*1,5 = 14 \text{ мм}$

Диаметр фундаментальных болтов количество - 4 М24

Диаметр болтов у подшипников М10

13. Список литературы

С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. Машиностроение, 1988. - 416 с.: ил.

Ю.Н.Березовский, Д.В. Чернилевский, М.С. Петров; под ред. Н.А Бородин - М.:Машиностроение, 1983 г. - 384 с., ил. .

5.3. Фонд оценочных средств

ФРОНТАЛЬНЫЙ ОПРОС. Перечень вопросов для подготовки:

1. С какой целью смещают инструмент при нарезании основных деталей червячных передач.
2. Охарактеризуйте силы, действующие в червячном зацеплении.
3. От каких конструктивных и эксплуатационных параметров зависит КПД червячной передачи? Почему КПД червячной передачи низкий?
4. Чем ограничен тепловой режим работы червячного редуктора?
5. Как определяют допустимые напряжения для материалов червячного зацепления?
6. Как регулируют червячное зацепление?
7. Если для повышения жесткости червяка коэффициент его диаметра увеличен с 8 до 12,5, произойдет ли изменение КПД передачи? Если да, то можно ли оценить это изменение?
8. Чему равно число заходов червяка и число зубьев колеса при передаточном отношении $w = 10$?
9. С какой целью и как определяют скорость скольжения в червячной передаче? Как можно приближенно оценить скорость скольжения?
10. Какие виды разрушений характерны для элементов червячного зацепления?
11. Назовите критерии работоспособности червячных передач.
12. Назовите область применения ременных передач. По каким признакам классифицируют ременные передачи?
13. Из каких материалов изготавливают ремни?
14. Как определить усилия в ветвях ремня? Какие напряжения возникают в ветвях ремня?
15. Назовите основные критерии работоспособности ременных передач.
16. Как повысить тяговую способность и долговечность плоскоременной и клиноременной передач?
17. С какой целью в ременных передачах создают предварительное натяжение ремня? Какие конструкции натяжных устройств используют в ременных передачах?
18. В каких сельскохозяйственных машинах используют передачи с переменной скоростью вращения (вариаторы)? Опишите принцип действия вариатора.
19. Назовите особенности эксплуатации и хранения ремней сельскохозяйственных машин.
20. Назовите преимущества и недостатки цепных передач.
21. Опишите основные типы приводных цепей.
22. Какие материалы используют для изготовления деталей цепей?
23. Назовите основные причины выхода из строя цепных передач. По каким критериям рассчитывают цепные передачи?
24. Как влияют число зубьев звездочек и скорость цепи на ее работоспособность?
25. Перечислите особенности эксплуатации и хранения цепей сельскохозяйственных машин.
26. В каких машинах или устройствах сельскохозяйственного назначения применяют передачи винт — гайка?
27. Назовите материалы, используемые для изготовления основных деталей передачи. Почему в основном применяют антифрикционные материалы?
28. Какие резьбы используют в передаче винт — гайка?
29. По каким критериям рассчитывают передачу винт — гайка?
30. Сформулируйте условия, при которых исключается самоторможение передачи.
31. Для чего предназначены валы и оси?
32. Перечислите этапы проектирования и особенности технологии изготовления валов.
33. Назовите основные критерии работоспособности валов.

34. Как рассчитать вал на статическую и усталостную прочность?
35. Какие материалы используют для изготовления валов?
36. По каким признакам классифицируют соединения «вал — ступица»? Дайте им сравнительную оценку.
37. Как рассчитывают шпоночные и шлицевые соединения?
38. В каких случаях используют соединение с натягом? Как рассчитывают такое соединение?
39. Перечислите основные требования к подшипниковым опорам.
40. Какие вы знаете основные типы подшипников?
41. Назовите преимущества и недостатки подшипников качения.
42. Какие условные обозначения используют при маркировке подшипников качения?
43. Как расшифровывают условные обозначения подшипников?
44. Могут ли шариковые радиальные подшипники воспринимать осевую нагрузку?
45. В каких случаях применяют роликовые радиальные подшипники с безбортовыми кольцами?
46. В каких случаях рекомендуется применять шариковые или роликовые сферические двухрядные подшипники?
47. В каких случаях используют радиально-упорные подшипники?
48. Какие факторы необходимо учитывать при выборе типа подшипника?
49. По каким критериям работоспособности рассчитывают подшипники качения?
50. Дайте определения динамической и статической грузоподъемности подшипника.
51. Что означает эквивалентная нагрузка подшипников?
52. В каких случаях подбирают подшипники по динамической грузоподъемности, в каких — по статической?
53. В чем особенности расчета радиально-упорных подшипников качения?
54. Как учитывают условия эксплуатации, качество материала подшипников и требуемую надежность?
55. Какие способы смазывания применяют для подшипников качения?
56. Какие уплотнения используют в опорах трения сельскохозяйственной техники?
57. Каково назначение опор валов и осей?
58. Как различают подшипники по виду трения?
59. Дайте сравнительную оценку подшипников качения и скольжения.
60. Назовите подшипниковые узлы, в которых предпочтительно применяют подшипники скольжения.
61. Какова последовательность условного расчета подшипников скольжения и диаметра шейки вала?
62. Почему ограничено соотношение длины подшипников скольжения и диаметра шейки вала?
63. Какие свойства должна иметь смазка подшипников скольжения?
64. Перечислите виды смазки подшипниковых узлов, в которых используют подшипники скольжения.
65. От чего зависят конструкция и способ изготовления зубчатого колеса? Назовите преимущества одного способа перед другим.
66. Когда изготавливают вал и шестерню отдельно, а когда вместе? В чем состоят преимущества и недостатки одного и другого способов?
67. Как определить форму и размеры элементов зубчатых колес?
68. Когда необходимо предусмотреть на валу буртик, к которому будет прижиматься колесо?
69. Перечислите способы соединения венца и центра в червячных колесах?
70. Для чего предназначен корпус, и каким требованиям он должен отвечать? Перечислите материалы, используемые для изготовления корпусов.
71. В чем преимущества и недостатки различных типов корпусов?
72. Для чего нужна смазка, и как правильно спроектировать систему смазки?
73. Как проводить замену масла и контроль его уровня?
74. Перечислите способы смазывания и основные критерии для выбора системы смазки.
75. Назовите основные схемы компоновки приводов.
76. Чем следует руководствоваться при выборе типа и номера профиля для рамы?
77. Как выбрать салазки для установки электродвигателя?
78. Как осуществляется крепление рамы к фундаменту?
79. С какой целью применяют косые шайбы?
80. Назовите категории размеров, указываемых на сборочном чертеже привода.
81. Что указывается в технических условиях и технической характеристике?
82. За счет каких конструктивных элементов рамы обеспечивается соосность электродвигателя и редуктора?
83. Перечислите возможные варианты усиления жесткости полок швеллера в зоне фундаментных болтов.
84. Какой вид профиля преимущественно применяют для изготовления рам и почему?
85. Каково назначение механических муфт?
86. Приведите классификацию механических муфт по принципу их действия.
87. Какие погрешности расположения валов, соединяемых муфтой, возможны при монтаже и эксплуатации сельскохозяйственных машин?
88. По каким параметрам выбирают стандартную муфту?
89. Каким образом учитывают характер динамической нагрузки сельскохозяйственных машин, для привода которых выбирают муфту?
90. В каких случаях возможно применение глухих муфт?
91. Почему зубчатая муфта считается универсальной компенсирующей? Опишите ее конструкцию и принцип действия.
92. Каково назначение упругих механических муфт, какие виды механических муфт относятся к этому типу?
93. Каково назначение предохранительных муфт, какие виды предохранительных муфт наиболее часто используют в сельскохозяйственных машинах?
94. Как устроены и работают обгонные муфты? Назовите область их применения в сельскохозяйственных машинах.

95. Как устроена и работает фрикционная дисковая муфта? Назовите виды машин, где ее используют как управляемую и предохранительную муфту.
96. Почему упругая втулочно-пальцевая муфта широко применяется в электроприводе?
97. В чем достоинства резьбовых соединений?
98. Разрушение какого элемента стандартных резьбовых соединений чаще всего приводит к нарушению их работоспособности?
99. Какие факторы влияют на вид разрушения болтов?
100. По каким напряжениям рассчитывают болты резьбовых соединений, воспринимающие поперечную нагрузку, при их установке с зазором и без зазора?
101. По каким напряжениям рассчитывают крепежную резьбу?
102. Как определить опрокидывающий момент редуктора?
103. В чем преимущества сварных соединений перед другими неразъемными соединениями?
104. Для чего выполняют разделку кромок в свариваемых деталях?
105. По каким напряжениям рассчитывают стыковые сварные соединения?
106. Какое напряжение вызывает разрушение в угловом шве?
107. В каких случаях тавровые сварные соединения рассчитывают по напряжениям нормальным, а в каких по касательным?
108. Какие факторы влияют на допустимые напряжения сварных соединений?
109. Как классифицируют пружины по характеру воспринимаемой нагрузки?
110. Назовите типы пружин, различающиеся по конструктивным признакам.
111. Какие материалы применяют для изготовления пружин?
112. Какие деформации испытывают витки пружин растяжения - сжатия?
113. Как определить напряжение в витках цилиндрических пружин растяжения—сжатия?
114. Назовите факторы, от которых зависит деформация цилиндрической пружины.
115. Перечислите достоинства и недостатки тарельчатых пружин.
116. Назовите сферу применения плоских пружин и рессор.
117. В чем конструктивная особенность кольцевых пружин?
118. Каковы типы пружин кручения? Назовите область их применения.
119. Какие задачи выполняют САПР в современном производстве?
120. Что включает в себя САПР как организационно-техническая система?
121. Какие CAD/CAM системы вы знаете?
122. Назовите основные приложения КОМПАС - ГРАФИК.
123. Каковы общие рекомендации при создании чертежа на компьютере?
124. В чем заключается особенность создания сборочных чертежей в системе КОМПАС-ГРАФИК.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ГРУППОВОЕ ЗАДАНИЕ. Вопросы для подготовки и дальнейшего обсуждения.

1. Что включает в себя эскизный проект?
2. Что включает в себя технический проект?
3. Назовите основные источники научно-технической и производственно-технической информации?
4. Какова роль патентной информации при проектировании?
5. С какой целью стандартизируют массовые детали и сборочные единицы?
6. Какие существуют категории стандартов?
7. Что понимают под унификацией и какова ее роль при проектировании?
8. По каким показателям оценивают степень унификации изделий?
9. Какими критериями определяется эффективность техники на стадии ее разработки?
10. По какому критерию выбирают оптимальный вариант разработанной конструкции?
11. Как оценивают трудоемкость изготовления конструкции на начальной стадии проектирования?
12. Как оценивают себестоимость проектируемой машины, сборочной единицы, детали?
13. Перечислите основные характеристики случайных величин.
14. Какие законы распределения случайных величин применяют для оценки надежности сельскохозяйственной техники?
15. Как определяют коэффициент вариации?
16. Перечислите основные показатели надежности и поясните их физический смысл.
17. Что такое гамма-процентный ресурс и как его определяют?
18. Каким может быть структурное соединение элементов в механической системе?
19. Как определяют вероятность безотказной работы системы при последовательном, параллельном и комбинированном соединениях элементов?
20. Назовите основные этапы проектирования?
21. Перечислите основные отказы машин.
22. Назовите основные критерии работоспособности механических приводов. Как их определяют?
23. Напишите уравнение теплового баланса для червячного редуктора.
24. Перечислите конструктивные факторы повышения триботехнической надежности деталей и сборочных единиц машин.
25. Перечислите технологические методы повышения триботехнической надежности машин

УСТНЫЙ ДОКЛАД. Тематика докладов:

1. Для чего предназначен привод? Из каких элементов он состоит?
2. Какие характеристики необходимо знать для выбора электродвигателя?
3. Как определить КПД привода?

4. Как определить общее передаточное число привода?
5. Перечислите виды передач, используемые в приводах машин сельскохозяйственного назначения.
6. Составьте классификацию зубчатых передач.
7. Перечислите основные преимущества и недостатки зубчатых передач.
8. Назовите основные виды повреждения и разрушения зубьев.
9. По каким критериям рассчитывают зубчатые передачи?
10. Чем различаются расчеты закрытых и открытых зубчатых передач?
11. Какие материалы применяют для изготовления зубчатых колес?
12. Какие виды термической и термохимической обработки применяют для упрочнения зубьев?
13. Какие основные параметры зубчатых передач стандартизованы?
14. Почему рекомендуется принимать число зубьев шестерни не менее 17?
15. Какие усилия возникают в зацеплении зубчатых передач и как их определяют?
16. Составьте алгоритм расчета цилиндрической зубчатой передачи, конической зубчатой передачи, планетарной передачи.
17. Запишите формулы для определения допустимых контактных напряжений, допустимых напряжений изгиба. Поясните смысл коэффициентов, входящих в формулы.
18. В каких случаях проектный расчет выполняют по контактным напряжениям, а в каких случаях — по напряжениям изгиба?
19. В чем особенности расчета планетарных передач?
20. Какие требования необходимо соблюдать при подборе чисел зубьев для колес планетарной передачи?
21. Перечислите основные кинематические и геометрические параметры конических зубчатых передач.
22. В чем особенности проектирования двухступенчатых цилиндрических и коническо-цилиндрических редукторов?
23. Расскажите порядок эскизной компоновки зубчатых цилиндрических и конических редукторов.
24. Какие виды червячных передач вы знаете?
25. Какие материалы используют для изготовления основных деталей червячных передач

5.4. Перечень видов оценочных средств

Фронтальный опрос;
Аналитическое групповое задание.
Тест
Устный доклад;
Темы курсового проекта
(Шкалы оценивания по всем видам оценочных средств в ПРИЛОЖЕНИИ 1)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Ю.Е.Гуревич, М.Г.Косов, А.Г.Схиртладзе	Детали машин и основы конструирования: Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования	2012
Л1.2	В.В. Воронкин	Детали машин и основы конструирования: Учебное пособие	Бишкек : Изд-во КРСУ 2014

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	П.Г. Гузенков	Детали машин: Учебник для вузов	Москва .: Высшая школа 1986
Л2.2	Гузенков П.Г.	Детали машин: учебник для вузов	М.: Альянс 2012
Л2.3	Иванов М.Н., Иванов В.Н.	Детали машин. Курсовое проектирование: учебное пособие для машиностроит. вузов	М.: Высшая школа 1975

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	6.3.1.1 Традиционные образовательные технологии - лекции, семинары репродуктивного типа, ориентированные прежде всего на сообщение знаний и способов действий, передаваемых студентам в готовом виде и предназначенных для воспроизводящего усвоения и разбора конкретных образцов. Вводные лекции: учащиеся знакомятся в свернутом виде с основными теоретическими положениями темы и общей характеристикой крупной проблемы.
---------	--

6.3.1.2	Инновационные образовательные технологии - занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышления и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К ним относятся электронные тексты лекций с презентациями, проблемные лекции: должна возбудить активный интерес учащихся, ведущий к самостоятельному поиску ответа на поставленную проблему на практических занятиях; обобщающие лекции перед очередным модулем: анализ изученных ранее проблем на основе обобщения и систематизации знаний, полученных учащимися на предшествующих занятиях по теме; лекции - информации с визуализацией, отчет по СРС - дискуссия по актуальным проблемам, разбор конкретных вопросов, обсуждение проблемных ситуаций и решение ситуационных задач в малых группах.
6.3.1.3	Информационные образовательные технологии - самостоятельное использование студентом компьютерной техники и интернет-ресурсов для выполнения практических заданий и самостоятельной работы.
6.3.1.4	Порядок и условия изучения и контроля знаний по дисциплине.
6.3.1.5	На организационном или первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов те условия и требования, которые должны соблюдаться в течение всей работы над этой дисциплиной.
6.3.1.6	Порядок изучения и контроля данной дисциплины включает следующие пункты:
6.3.1.7	▢ виды, время и форма проведения текущего, промежуточного и итогового контроля знаний;
6.3.1.8	▢ критерии и правила оценки ответов студентов;
6.3.1.9	▢ способ и шкала оценивания при проведении контрольных мероприятий всех видов;
6.3.1.10	▢ учёт, с возможной оценкой в баллах, всех действий студента, связанных с изучением данной дисциплины (пропуски занятий - по уважительной и неуважительной причинам; позитивная активность на занятиях; демонстрация заинтересованности и результативности обучения, выполнение курсового проекта и т.д.).
6.3.1.11	Для оценки усвоения дисциплины используется 100-балльная шкала. Это максимальное количество баллов, которое может получить студент при отличном усвоении всего теоретического материала; демонстрации практических навыков при выполнении практических занятий и заданий СРС, а также самостоятельное выполнение курсового проекта.
6.3.1.12	В изучаемой дисциплине «детали машин и основы конструирования» принято количество модулей – 4, в том числе курсовой проект - 1.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Лекционная аудитория на 40 посадочных мест (ауд.6/117) и 25 посадочных мест (ауд.5/104);
7.2	Компьютерный класс на 10 посадочных мест для проведения практических занятий, выполнения самостоятельной работы и просмотра фото-, аудио-, мультимедиа, видео-материалов;
7.3	Наглядные учебные пособия (детали, узлы и механизмы автомобилей, стенды, лабораторные установки, оборудование и приборы для проведения практических занятий по дисциплине);
7.4	Интерактивная доска;
7.5	Проектор;
7.6	Набор презентации лекций по курсу;
7.7	Фильмы учебные по тематике курса.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ Курсовой проект по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» является самостоятельной работой студентов, завершающей этап общетехнической подготовки. Целью курсового проектирования является приобретение практических навыков расчета, конструирования и выполнения рабочих чертежей. Курсовое проектирование позволяет путем решения конкретных технических задач осуществить расчеты по таким критериям работоспособности, как прочность, жесткость, износостойкость, долговечность и другим. Качество выполнения проекта зависит от уровня подготовки студента и умения использовать им справочную литературу, стандарты и другие вспомогательные документы. При выполнении курсового проекта перед студентом ставятся задачи расчета и конструирования привода общего или специального назначения в соответствии с техническим заданием. 2. Объем курсового проекта, выбор темы и варианта Изучение курса "Детали машин и основы конструирования" заканчивается выполнением курсового проекта по дисциплине, состоящего из пояснительной записки и чертежей. При проектировании для студентов механических специальностей надлежит выполнить три-четыре листа чертежей формата А1 (594x841 мм2) по ГОСТ 2.301-89, один лист из которых установочный (общий вид привода), один-два листа конструктивной разработки редуктора и один лист рабочих чертежей трех деталей различного типа (корпусная деталь, зубчатое или червячное колесо, червяк, вал и т.п.). Расчетно-пояснительная записка оформляется примерно на 35...40 страницах рукописного или печатного текста на стандартных листах писчей бумаги формата А4 (210x297 ммZ) по ГОСТ 2.105-95. В данные методические указания включены 10 тем (заданий) на курсовое проектирование, которые содержат: краткое описание привода, наименование проекта, кинематическую схему привода, график нагрузки, величины заданных параметров. Каждое из 10 заданий всех типов проектов содержит 10 вариантов.

Номер темы и варианта студент определяет самостоятельно по своему условному индивидуальному шифру: тему - по сумме трех последних, а вариант - по последней цифре. Например, студент, имеющий шифр 8821-057, должен выполнить седьмой вариант двенадцатого задания. Если последняя цифра ноль, то студент должен выполнить десятый вариант. При проведении установочных занятий тему может назначить преподаватель.

3. Основные требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и чертежей

Пояснительную записку оформляют в соответствии с ГОСТ 2.106-96 на основе черновой записки, составленной в процессе проектирования.

Лицевую часть обложки расчетно-пояснительной записки оформляют как титульный лист (прил. 1). На всех листах расчетно-пояснительной записки выполняется основная надпись для текстовых конструкторских документов по ГОСТ 2.104.-90 (прил. 2): на первых листах всех разделов - форма 2, на последующих листах - форма 2а.

В начале пояснительной записки приводят оглавление, содержащее перечень этапов расчета.

В расчетную часть включают:

- 1) техническое задание на проект, т.е. схему привода с числовыми данными и краткое описание всего устройства с перечнем разрабатываемых узлов;
- 2) кинематический и силовой расчет привода (например, определение мощности электродвигателя, подбор электродвигателя по каталогу, проверка выбранного электродвигателя по величине пускового момента, определение общего передаточного отношения привода механизма и его разбивка между отдельными передачами, определение мощности, угловой скорости и вращающего момента для каждого вала передач привода);
- 3) расчеты, относящиеся к отдельным элементам привода. В расчет привода включают: кинематический и силовой расчет всех передач привода; расчет валов (приближенный и уточненный); расчет (подбор) подшипников качения; расчет соединений (шпоночных, шлицевых, резьбовых и т.д.); выбор смазочных материалов для передач (зубчатых, червячных, цепных и т.д.); тепловой расчет редуктора; расчет или выбор муфты.

4) Выполняемые расчеты сопровождают:

- а) кратким обоснованием типа принятой конструкции тех или иных элементов в зависимости от их назначения и условий работы в механизме;
- б) принципиальной схемой конструкции и расчетной схемой с указанием нагрузок и размеров, необходимых для расчета, а также вида работоспособности, по которому производится расчет;
- в) расчетными эпюрами для валов и осей;
- г) обоснованием выбора материала, термообработки, допускаемых напряжений, расчетных коэффициентов и т.д.;
- д) обоснованием выбора размеров, которые не определяют расчетом, а назначают по рекомендациям учебной или справочной литературы, по конструктивным или технологическим соображениям;
- е) записью расчетных формул в общем виде с последующей цифровой подстановкой и результатом вычисления. Последовательность подстановки цифр должна соответствовать последовательности обозначений в формуле;
- ж) сводкой или таблицей результатов расчета в тех случаях, когда при расчете определяют большое количество параметров или при выполнении ряда аналогичных расчетов. Например, межосевое расстояние зубчатой пары, число зубьев, модуль, диаметр и ширина зубчатых колес и т.п.;
- з) выводами и заключениями по расчету, если они необходимы для оценки и обоснования полученных результатов;
- и) краткими пояснениями к расчету, позволяющими разобраться в нем без помощи автора;
- к) ссылками на литературу с указанием номером формул, диаграмм и таблиц. Ссылки на литературные источники записываются в квадратных скобках: первое число обозначает порядковый номер источника в списке используемой литературы; второе - страницу в этом источнике, на которой приведена формула или цитируемый материал, например [1, с.25]. Эти ссылки и являются в основном обоснованиями выбора параметров в процессе проектирования.

После всех расчетов в пояснительной записке приводят полный список использованной литературы, в который заносят только те источники, на которые в тексте записки имеются ссылки, причем в список включают только печатные работы. Разделы записки должны иметь заголовки, обозначенные арабскими цифрами (кроме оглавления и списка литературы). Запись текста производят на одной стороне листа, при этом оставляют поля: слева для подшивки 20 мм, с трех других сторон по 5 мм.

Основной текст записки должен содержать все расчеты, необходимые для выполнения проекта. Стиль изложения материала должен быть предельно точным, язык - строгим и простым. Изложение должно вестись от первого лица множественного числа. Например, нужно писать: принимаем, вычисляем и т.д.

Эскизы деталей, расчетные схемы и эпюры выполняют с соблюдением требований Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и помещают в разрывы текста. На эскизах размеры должны быть поставлены в буквенных обозначениях, соответствующих наименованию величин в расчетных формулах.

Все расчетные формулы и уравнения записывают с перечнем и расшифровкой буквенных обозначений величин, размерностью. После записи и расшифровки формулы приводят материал по выбору или определению всех величин, входящих в данную формулу.

В случае повторения формулы в последующих расчетах записывать ее в общем виде и давать повторно расшифровку не следует, достаточно сослаться на ту страницу пояснительной записки, где ранее была приведена эта формула.

Расчет записывают как в целях облегчения проверки его самим автором или другим лицом, так и во избежание допущения ошибок. Например, при определении делительного диаметра зубчатого колеса расчет следует писать так:

где z - число зубьев колеса;

m - модуль зацепления, мм.

Расчеты деталей машин рекомендуется производить за некоторым исключением в единицах СИ - в м, мм, м², м³, м⁴, Н, кН, Нм, Па, МПа.

Достаточная точность машиностроительных расчетов: для сил в десятке чисел Н, для моментов - в десятых долях чисел Н-м

и для напряжений - в десятых долях чисел МПа; при этом 0,5 и больше считается за единицу, а меньшая дробь отбрасывается. При выполнении расчетов для линейных размеров в мм берут только целые числа, большая точность - до десятых и сотых долей мм нужна лишь в особых случаях. Однако при изготовлении и обработке требуемая точность выражается в десятых, сотых и даже в тысячных долях мм.

Наконец, необходимо отметить, что при проектировании машин и их деталей на первом месте всегда должен быть физический смысл рассматриваемого вопроса, а расчет является лишь вспомогательным средством. Увлечение абстрактным расчетом в ущерб конструктивной стороне проектирования, выявляемой лишь с помощью чертежа, часто ведет к полной неудаче "точно рассчитанной" конструкции и к излишней трате труда, времени и средств при ее изготовлении и обработке.

К вычерчиванию приступают сразу же, как только предварительный расчет даст достаточно данных. Выполнение чертежа и расчет производят совместно, во избежание ошибок, которые могут быть выявлены впоследствии, что повлечет за собой потерю труда и времени. Все полученные расчетом размеры рекомендуется сразу же проверять путем нанесения их на чертеж.

При выполнении чертежей в процессе проектирования машин и их деталей руководствуются требованиями ЕСКД на чертежи в машиностроении. Однако рекомендованные ЕСКД упрощенные и условные изображения, как, например, для резьбовых деталей (ГОСТ 2.315-98) и подшипников качения (ГОСТ 2.420-69), при учебном проектировании с учебно-методической точки зрения недопустимы. Студенты должны изучить как конструкции деталей и узлов и их назначение, так и взаимодействие их в машине.

Чертежная проработка конструкции должна быть достаточно полной и содержать необходимое число видов с разъясняющими сечениями, разрезами и выносками. Для того чтобы не загромождать чертеж излишними изображениями и экономить время конструктора, допускается не давать подробные изображения стандартных деталей (кроме мест сопряжения), изображение повторяющихся деталей (например, крепежных) давать только один раз, симметричные детали давать в разрезе только с одной стороны и т.п. При графической проработке очень важно в минимальное количество изображений вложить максимум содержания. Не следует допускать малоинформативных изображений. Каждое изображение должно быть насыщено содержанием. Пустотелые части показывают в разрезах, а ребристые и плоские - в наружном виде.

Конструктивную проработку изделия и чертеж редуктора (его главный вид) выполняют в масштабе 1:1, потому что при изображении изделий в масштабе уменьшения размеры и их соотношения конструктор воспринимает в искаженном виде.

При невозможности использования этого масштаба допускается меньший масштаб, выбираемый по ГОСТ 2.302-01.

Наиболее простые внешние виды допустимо изображать в масштабе уменьшения 1:2. Сечения и выносные элементы, относящиеся к этим видам, выполняют в масштабе 1:1 или в масштабе увеличения (2:1, 4:1).

Чертеж общего вида изделия (машины или привода) в соответствии с ГОСТ 2.120-87 и ГОСТ 2.119-87 должен содержать:

- а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;
- б) наименования, а также обозначения тех составных частей изделия, для которых необходимо указать данные (техническую характеристику, количество, указания о материале, принципе работы и др.) или запись которых необходима для пояснения изображений чертежа общего вида, описания принципа работы изделия, указания о составе и пр.
- в) размеры и другие наносимые на изображение данные (при необходимости);
- г) схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;
- д) техническую характеристику изделия, если это необходимо для удобства сопоставления вариантов по чертежу общего вида;
- е) указания о выбранных посадках деталей (наносятся размеры и предельные отклонения сопрягаемых поверхностей по ГОСТ 2.307-87);
- ж) технические требования к изделию, например, о применении определенных покрытий, способов пропитки обмоток, методов сварки, обеспечивающих необходимое качество изделия (эти требования должны учитываться при последующей разработке рабочей документации);
- з) технические характеристики изделия, которые необходимы для последующей разработки чертежей.

Чертежи общих видов изделий предназначены служить руководством при сборке данных единиц. Поэтому они должны иметь такое число проекций и разрезов, которое необходимо и достаточно для полного выяснения конструкции узла. Кроме того, допускается применение обрывов и местных сечений, облегчающих расположение узла в масштабе 1:1, а также частичных видов (по стрелке) для элементов конструкции, не полностью отображенных в основных проекциях. Для узлов, потерявших цельность вследствие наличия обрывов и местных сечений, необходимо давать общий вид.

Чертежи сопровождаются спецификацией, которая относится к текстовым документам и оформляется на листах формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.108-68 (прил. 3). Листы спецификации брошюруют отдельно или прикладывают к пояснительной записке.

В спецификацию общего вида изделий записывают сборочные единицы (редуктор, муфты, рамы, механизм подъема машины и др.), стандартные изделия (электродвигатель и др.), а также те детали, которые не вошли в спецификации чертежей сборочных единиц.

На чертежах общих видов сборочных единиц должны быть даны все указания, необходимые для их сборки, а также размеры: габаритные; присоединительные (например, диаметры и длины выступающих концов валов и др.); характеризующие сборочную единицу (например, межосевые расстояния, ширина зубчатых колес и др.). Для зубчатых и червячных передач необходимо указывать числа зубьев и модули.

Чертеж общего вида сборочной единицы должен иметь спецификацию всех деталей. В спецификации указывается позиция, наименование и количество деталей. Для стандартных деталей наименование их дают в соответствии с требованиями стандартов на эти детали и с указанием номеров стандартов. Спецификацию сборочной единицы, выполненную на листе формата А4, допускается совмещать с чертежом общего вида сборочной единицы.

Чертежи деталей предназначены для изображения машин в готовом виде. Детали машин должны быть вычерчены по возможности в натуральную величину в необходимом количестве проекций и с необходимыми разрезами, полностью

иллюстрирующими их форму. Чертежи деталей, имеющих малые размеры, рекомендуется выполнять в увеличенных масштабах. На чертеже каждой детали указывают: все необходимые для ее изготовления размеры; предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей; шероховатость поверхностей; материал; предельные значения твердости. На чертеже каждой детали помещают основную надпись.

На чертежах зубчатых, червячных колес и червяков (в правом верхнем углу) должны быть приведены таблицы основных параметров, необходимых для изготовления и контроля.

Основная подпись (угловой штамп) на всех чертежах проекта выполняется в соответствии с формой 1 ГОСТ 2.104-90, которая представлена в прил. 2.

Более подробные указания по выполнению чертежей и расчетно-пояснительной записки приведены в соответствующей литературе.

4. Содержание и рекомендуемая последовательность выполнения курсового проекта

Курсовой проект по деталям машин должен содержать следующие виды документов: а) общий вид привода; б) общий вид редуктора; в) чертежи деталей (деталировка); г) спецификации изделия и сборочных единиц; д) расчетно-пояснительную записку.

При выполнении курсового проекта необходимо обязательно соблюдать следующую последовательность.

1. Ознакомление с заданием. Подбор литературы, необходимой для проектирования. Изучение аналогичных конструкций по учебным пособиям, атласам, руководствам и т.п.

2. Определение потребной мощности электродвигателя и выбор его по каталогу. При этом определяются: мощность на выходном валу привода рабочей машины; частные значения к.п.д. отдельных видов передач или других устройств и общий к.п.д., который определяет потери мощности в элементах привода. Электродвигатель следует подбирать по каталогу чаще всего с номинальной мощностью, превышающей расчетную, но при этом допускается перегрузка до 8% при постоянной и до 12% при переменной нагрузке. Кроме того, при выборе электродвигателя необходимо иметь в виду, что тихоходный электродвигатель при равной мощности тяжелее и больше по габаритам, чем быстроходный.

3. Определение действительного передаточного отношения привода, разбивка его по ступеням передач и уточнение частных значений передаточных отношений.

4. Вычисление частот вращения и вращающих моментов на всех валах привода.

5. Расчет на прочность всех передач, входящих в состав привода (для червячных передач обязательно выполнение теплового расчета редуктора и уточнение к.п.д.). Проектировочный расчет передач заканчивается определением основных геометрических параметров с выполнением предварительной эскизной компоновки редуктора (на миллиметровой бумаге желательно в масштабе 1:1). Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения. Изменяя материал зубчатых или червячных колес и технологию их изготовления, уточняя и изменяя значения расчетных коэффициентов и передаточных чисел соответствующих ступеней, путем повторных расчетов можно добиться оптимальных размеров и компоновки рассчитываемых передач.

6. Вычисление усилий, действующих в рассчитываемых передачах с учетом характерных геометрических параметров.

7. Выполнение ориентировочного расчета валов с учетом передаваемого крутящего момента и предварительного выбора подшипников. Определение размеров элементов корпуса (толщины стенки, размеров фланцев и др.).

8. Выполнение эскизной компоновки редуктора с вычерчиванием в зацеплении: рассчитанных передач; валов; подшипниковых узлов, размещенных в стенках корпуса; деталей, необходимых для предотвращения или ограничения осевого перемещения зубчатых (червячных) колес на валах и устанавливаемых по рекомендациям учебных пособий или по конструктивным соображениям с учетом соответствующих технологических зазоров. Эскизная компоновка позволяет определить ориентировочное расстояние между двумя подшипниками одного вала (между опорными точками подшипников), значение которого следует округлить и тем самым подготовить расчетную схему вала.

9. Составление расчетных схем всех валов. Определение суммарных реакции опор. Окончательный расчет и подбор подшипников, проверочный расчет валов по опасным сечениям (червяки червячных передач проверяют на жесткость с учетом прогиба).

10. Подбор стандартных шпонок по окончательно принятым диаметрам валов и их проверка на срез и смятие.

Длина шпонок принимается по ширине ступицы зубчатых (червячных) колес.

11. Вычерчивание общего вида привода. Вычерчивание общего вида проектируемого редуктора с соблюдением требований ЕСКД на чертежи (завершающий этап проектирования), в котором должны быть отражены также вопросы смазки подшипников и зубьев колес зацеплений. Выполнение рабочих чертежей трех деталей проектируемого редуктора.

12. Окончательное оформление расчетно-пояснительной записки и всех чертежей проекта. Подготовка к защите проекта.

5. Организация защиты курсового проекта

Выполненный Курсовой проект рецензируется преподавателем кафедры, после чего допускается к защите. На защите студент должен показать знания теории, должен уметь объяснить методику расчетов, выполненных в процессе проектирования, знать назначение и работу всех деталей узлов, определение действующих 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, обосновать выбор условий смазки трущихся поверхностей.

При защите курсового проекта по деталям машин нужно давать четкие ответы на такие вопросы, как определение действительных и допускаемых напряжений в различных сечениях вала; характер повреждения зубьев зубчатых и червячных колес; распределение напряжений в шпоночных и шлицевых, зубчатых соединениях; особенности расчета подшипников качения на динамическую грузоподъемность; обоснование выбора материала деталей, допусков и посадок, знаков шероховатости; обоснование выбора принятых коэффициентов запаса прочности и многие другие вопросы, относящиеся к курсу деталей машин.

Курсовой проект оценивается дифференцированной оценкой. При оценке проекта учитывается качество выполнения

графической части, грамотность оформления пояснительной записки и правильность ответов на вопросы.

Технологическая карта дисциплины и технологическая карта курсовой работы в ПРИЛОЖЕНИИ 2.

МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВКЛЮЧАЕТ:

1. Текущий контроль: усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических, , в том числе учитывается посещение и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы
 2. Рубежный контроль: проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий проводится в письменном виде и является обязательной компонентой модульного контроля.
- Промежуточный контроль - завершенная задокументированная часть учебной дисциплины (4 семестр-экзамен, оценка защиты курсового проекта) - совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ:

При явке на экзамены студенты обязаны иметь при себе зачетные книжки, которые они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.

Преподавателю предоставляется право поставить оценку без опроса по билету тем студентам, которые набрали более 60 баллов за текущий и рубежный контроли.

На промежуточном контроле студент должен верно ответить на теоретические вопросы билета и решить ситуационное задание.

Студенты могут использовать технические средства, справочно-нормативную литературу, наглядные пособия, учебные программы.

Оценка промежуточного контроля:

- min 20 баллов - Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (в случае, если при ответах на заданные вопросы студент правильно формулирует основные понятия)
- 20-25 баллов - Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае, если студент правильно формулирует сущность заданной в билете проблемы и дает рекомендации по ее решению)
- 25-30 баллов – Задания и задачи для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае полного выполнения контрольного задания)

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.
2. При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой.
4. Для подготовки к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. Рекомендуется использовать методические указания по курсу, конспекты лекций. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план выполнения, а затем приступить к заданию и сделать качественный вывод.
6. При подготовке к промежуточному и рубежному контролю нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно выполнить несколько типовых заданий.
7. Отработки пропущенных занятий.

Контроль над усвоением студентами материала учебной программы дисциплины осуществляется систематически преподавателем кафедры и отражается в журнале преподавателя и в баллах. Студент, получивший неудовлетворительную оценку по текущему материалу, обязан подготовить данный раздел и ответить по нему преподавателю на индивидуальном собеседовании.

Пропущенная без уважительных причин лекция должна быть отработана методом устного опроса лектором или подготовки реферата по материалам пропущенной лекции в течение месяца со дня пропуска. Возможны и другие методы отработки пропущенных лекций (опрос на практических, тестовый контроль и т.д.).

Отработка практических занятий:

- Каждое занятие, пропущенное студентом без уважительной причины, отрабатывается в обязательном порядке.

Отработки

проводятся по расписанию кафедры, согласованному с деканатом.

- Пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 10 дней со дня пропуска. Пропущенные студентом без уважительной причины практические занятия и лабораторные работы отрабатываются не более одного занятия в день. Пропущенные занятия по уважительной причине (по болезни, пропуска с разрешения деканата) отрабатываются по тематическому материалу без учета часов.

- Студент, не отработавший пропуск в установленные сроки, допускается к очередным занятиям только при наличии разрешения декана или его заместителя в письменной форме. Не разрешается устранение от очередного практического занятия или лабораторной работы студентов, слабо подготовленных к данным занятиям.

- Для студентов, пропустивших практические занятия и лабораторные работы из-за длительной болезни, отработка должна проводиться после разрешения деканата по индивидуальному графику, согласованному с кафедрой.

- В исключительных случаях (участие в межвузовских конференциях, соревнованиях, олимпиадах, дежурство и др.) декан и его заместитель по согласованию с кафедрой могут освобождать студентов от отработок некоторых пропущенных занятий.

УСТНЫЙ ДОКЛАД

Устное выступление-доклад должен представлять собой не пересказ чужих мыслей, а попытку самостоятельной проблематизации и концептуализации определенной, достаточно узкой и конкретной темы. Все имеющиеся в работе сноски тщательно выверяются и снабжаются «адресами». Недопустимо включать в свою работу выдержки из работ других авторов без указания на это, пересказывать чужую работу близко к тексту без отсылки к ней, использовать чужие идеи без указания первоисточника. Это касается и источников, найденных в Интернете. Необходимо указывать полный адрес сайта. Все случаи плагиата должны быть исключены. В конце работы дается исчерпывающий список всех использованных источников. Подготовка доклада к занятию.

Основные этапы подготовки доклада:

- выбор темы (по заданию преподавателя);
- консультация преподавателя;
- подготовка плана доклада;
- работа с источниками и литературой, сбор материала;
- написание текста доклада;
- оформление рукописи и предоставление ее преподавателю до начала доклада, что определяет готовность студента к выступлению;
- выступление с докладом, ответы на вопросы.

Тематика доклада предлагается преподавателем в ФОС.

ТЕСТ

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Тесты составлены по программе дисциплины и оцениваются при проведении последнего модуля. (Тесты в ПРИЛОЖЕНИИ)

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» является самостоятельной работой студентов, завершающей этап общетехнической подготовки. Целью курсового проектирования является приобретение практических навыков расчета, конструирования и выполнения рабочих чертежей. Курсовое проектирование позволяет путем решения конкретных технических задач осуществить расчеты по таким критериям работоспособности, как прочность, жесткость, износостойкость, долговечность и другим. Качество выполнения проекта зависит от уровня подготовки студента и умения использовать им справочную литературу, стандарты и другие вспомогательные документы. При выполнении курсового проекта перед студентом ставятся задачи расчета и конструирования привода общего или специального назначения в соответствии с техническим заданием.

2. Объем курсового проекта, выбор темы и варианта

Изучение курса "Детали машин и основы конструирования" заканчивается выполнением курсового проекта по дисциплине, состоящего из пояснительной записки и чертежей.

При проектировании для студентов механических специальностей надлежит выполнить три-четыре листа чертежей формата А1 (594х841 мм2) по ГОСТ 2.301-89, один лист из которых установочный (общий вид привода), один-два листа конструктивной разработки редуктора и один лист рабочих чертежей трех деталей различного типа (корпусная деталь, зубчатое или червячное колесо, червяк, вал и т.п.). Расчетно-пояснительная записка оформляется примерно на 35...40 страницах рукописного или печатного текста на стандартных листах писчей бумаги формата А4 (210х297 мм2) по ГОСТ 2.105-95.

В данные методические указания включены 10 тем (заданий) на курсовое проектирование, которые содержат: краткое описание привода, наименование проекта, кинематическую схему привода, график нагрузки, величины заданных параметров. Каждое из 10 заданий всех типов проектов содержит 10 вариантов.

Номер темы и варианта студент определяет самостоятельно по своему условному индивидуальному шифру: тему - по сумме трех последних, а вариант - по последней цифре. Например, студент, имеющий шифр 8821-057, должен выполнить седьмой вариант двенадцатого задания. Если последняя цифра ноль, то студент должен выполнить десятый вариант. При проведении установочных занятий тему может назначить преподаватель.

3. Основные требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и чертежей

Пояснительную записку оформляют в соответствии с ГОСТ 2.106-96 на основе черновой записки, составленной в процессе проектирования.

Лицевую часть обложки расчетно-пояснительной записки оформляют как титульный лист (прил. 1). На всех листах расчетно-пояснительной записки выполняется основная надпись для текстовых конструкторских документов по ГОСТ 2.104.-90 (прил. 2): на первых листах всех разделов - форма 2, на последующих листах - форма 2а.

В начале пояснительной записки приводят оглавление, содержащее перечень этапов расчета.

В расчетную часть включают:

- 1) техническое задание на проект, т.е. схему привода с числовыми данными и краткое описание всего устройства с перечнем разрабатываемых узлов;
- 2) кинематический и силовой расчет привода (например, определение мощности электродвигателя, подбор электродвигателя по каталогу, проверка выбранного электродвигателя по величине пускового момента, определение общего передаточного отношения привода механизма и его разбивка между отдельными передачами, определение мощности, угловой скорости и вращающего момента для каждого вала передач привода);
- 3) расчеты, относящиеся к отдельным элементам привода. В расчет привода включают: кинематический и силовой расчет всех передач привода; расчет валов (приближенный и уточненный); расчет (подбор) подшипников качения; расчет соединений (шпоночных, шлицевых, резьбовых и т.д.); выбор смазочных материалов для передач (зубчатых, червячных, цепных и т.д.); тепловой расчет редуктора; расчет или выбор муфт.
- 4) Выполняемые расчеты сопровождаются:
 - а) кратким обоснованием типа принятой конструкции тех или иных элементов в зависимости от их назначения и

условий работы в механизме;

б) принципиальной схемой конструкции и расчетной схемой с указанием нагрузок и размеров, необходимых для расчета, а также вида работоспособности, по которому производится расчет;

в) расчетными эпюрами для валов и осей;

г) обоснованием выбора материала, термообработки, допускаемых напряжений, расчетных коэффициентов и т.д.;

д) обоснованием выбора размеров, которые не определяют расчетом, а назначают по рекомендациям учебной или справочной литературы, по конструктивным или технологическим соображениям;

е) записью расчетных формул в общем виде с последующей цифровой подстановкой и результатом вычисления.

Последовательность подстановки цифр должна соответствовать последовательности обозначений в формуле;

ж) сводкой или таблицей результатов расчета в тех случаях, когда при расчете определяют большое количество параметров или при выполнении ряда аналогичных расчетов. Например, межосевое расстояние зубчатой пары, число зубьев, модуль, диаметр и ширина зубчатых колес и т.п.;

з) выводами и заключениями по расчету, если они необходимы для оценки и обоснования полученных результатов;

и) краткими пояснениями к расчету, позволяющими разобраться в нем без помощи автора;

к) ссылками на литературу с указанием номером формул, диаграмм и таблиц. Ссылки на литературные источники записываются в квадратных скобках: первое число обозначает порядковый номер источника в списке используемой литературы; второе - страницу в этом источнике, на которой приведена формула или цитируемый материал, например [1, с.25]. Эти ссылки и являются в основном обоснованиями выбора параметров в процессе проектирования.

После всех расчетов в пояснительной записке приводят полный список использованной литературы, в который заносят только те источники, на которые в тексте записки имеются ссылки, причем в список включают только печатные работы. Разделы записки должны иметь заголовки, обозначенные арабскими цифрами (кроме оглавления и списка литературы). Запись текста производят на одной стороне листа, при этом оставляют поля: слева для подшивки 20 мм, с трех других сторон по 5 мм.

Основной текст записки должен содержать все расчеты, необходимые для выполнения проекта. Стиль изложения материала должен быть предельно точным, язык - строгим и простым. Изложение должно вестись от первого лица множественного числа. Например, нужно писать: принимаем, вычисляем и т.д.

Эскизы деталей, расчетные схемы и эпюры выполняют с соблюдением требований Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и помещают в разрывах текста. На эскизах размеры должны быть поставлены в буквенных обозначениях, соответствующих наименованию величин в расчетных формулах.

Все расчетные формулы и уравнения записывают с перечнем и расшифровкой буквенных обозначений величин, размерностью. После записи и расшифровки формулы приводят материал по выбору или определению всех величин, входящих в данную формулу.

В случае повторения формулы в последующих расчетах записывать ее в общем виде и давать повторно расшифровку не следует, достаточно сослаться на ту страницу пояснительной записки, где ранее была приведена эта формула.

Расчет записывают как в целях облегчения проверки его самим автором или другим лицом, так и во избежание допущения ошибок. Например, при определении делительного диаметра зубчатого колеса расчет следует писать так:

где z - число зубьев колеса;

m - модуль зацепления, мм.

Расчеты деталей машин рекомендуется производить за исключением в единицах СИ - в м, мм, м², м³, м⁴, Н, кН, Нм, Па, МПа.

Достаточная точность машиностроительных расчетов: для сил в десятке чисел Н, для моментов - в десятых долях чисел Н·м и для напряжений - в десятых долях чисел МПа; при этом 0,5 и больше считается за единицу, а меньшая дробь отбрасывается. При выполнении расчетов для линейных размеров в мм берут только целые числа, большая точность - до десятых и сотых долей мм нужна лишь в особых случаях. Однако при изготовлении и обработке требуемая точность выражается в десятых, сотых и даже в тысячных долях мм.

Наконец, необходимо отметить, что при проектировании машин и их деталей на первом месте всегда должен быть физический смысл рассматриваемого вопроса, а расчет является лишь вспомогательным средством. Увлечение абстрактным расчетом в ущерб конструктивной стороне проектирования, выявляемой лишь с помощью чертежа, часто ведет к полной неудаче "точно рассчитанной" конструкции и к излишней трате труда, времени и средств при ее изготовлении и обработке.

К вычерчиванию приступают сразу же, как только предварительный расчет даст достаточно данных. Выполнение чертежа и расчет производят совместно, во избежание ошибок, которые могут быть выявлены впоследствии, что повлечет за собой потерю труда и времени. Все полученные расчетом размеры рекомендуется сразу же проверять путем нанесения их на чертеж.

При выполнении чертежей в процессе проектирования машин и их деталей руководствуются требованиями ЕСКД на чертежи в машиностроении. Однако рекомендованные ЕСКД упрощенные и условные изображения, как, например, для резьбовых деталей (ГОСТ 2.315-98) и подшипников качения (ГОСТ 2.420-69), при учебном проектировании с учебно-методической точки зрения недопустимы. Студенты должны изучить как конструкции деталей и узлов и их назначение, так и взаимодействие их в машине.

Чертежная проработка конструкции должна быть достаточно полной и содержать необходимое число видов с разрезающими сечениями, разрезами и выносками. Для того чтобы не загромождать чертеж излишними изображениями и экономить время конструктора, допускается не давать подробные изображения стандартных деталей (кроме мест сопряжения), изображение повторяющихся деталей (например, крепежных) давать только один раз, симметричные детали давать в разрезе только с одной стороны и т.п. При графической проработке очень важно в минимальное количество изображений вложить максимум содержания. Не следует допускать малоинформативных изображений. Каждое изображение должно быть насыщено содержанием. Пустотелые части показывают в разрезах, а ребристые и плоские - в наружном виде.

Конструктивную проработку изделия и чертеж редуктора (его главный вид) выполняют в масштабе 1:1, потому что при изображении изделий в масштабе уменьшения размеры и их соотношения конструктор воспринимает в искаженном виде. При невозможности использования этого масштаба допускается меньший масштаб, выбираемый по ГОСТ 2.302-01.

Наиболее простые внешние виды допустимо изображать в масштабе уменьшения 1:2. Сечения и выносные элементы, относящиеся к этим видам, выполняют в масштабе 1:1 или в масштабе увеличения (2:1, 4:1).

Чертеж общего вида изделия (машины или привода) в соответствии с ГОСТ 2.120-87 и ГОСТ 2.119-87 должен содержать:

- а) изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия;
- б) наименования, а также обозначения тех составных частей изделия, для которых необходимо указать данные (техническую характеристику, количество, указания о материале, принципе работы и др.) или запись которых необходима для пояснения изображений чертежа общего вида, описания принципа работы изделия, указания о составе и пр.
- в) размеры и другие наносимые на изображение данные (при необходимости);
- г) схему, если она требуется, но оформлять ее отдельным документом нецелесообразно;
- д) техническую характеристику изделия, если это необходимо для удобства сопоставления вариантов по чертежу общего вида;
- е) указания о выбранных посадках деталей (наносятся размеры и предельные отклонения сопрягаемых поверхностей по ГОСТ 2.307-87);

ж) технические требования к изделию, например, о применении определенных покрытий, способов пропитки обмоток, методов сварки, обеспечивающих необходимое качество изделия (эти требования должны учитываться при последующей разработке рабочей документации);

з) технические характеристики изделия, которые необходимы для последующей разработки чертежей.

Чертежи общих видов изделий предназначены служить руководством при сборке данных единиц. Поэтому они должны иметь такое число проекций и разрезов, которое необходимо и достаточно для полного выяснения конструкции узла. Кроме того, допускается применение обрывов и местных сечений, облегчающих расположение узла в масштабе 1:1, а также частичных видов (по стрелке) для элементов конструкции, не полностью отображенных в основных проекциях. Для узлов, потерявших цельность вследствие наличия обрывов и местных сечений, необходимо давать общий вид.

Чертежи сопровождаются спецификацией, которая относится к текстовым документам и оформляется на листах формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.108-68 (прил. 3). Листы спецификации брошюруют отдельно или прикладывают к пояснительной записке.

В спецификацию общего вида изделий записывают сборочные единицы (редуктор, муфты, рамы, механизм подъема машины и др.), стандартные изделия (электродвигатель и др.), а также те детали, которые не вошли в спецификации чертежей сборочных единиц.

На чертежах общих видов сборочных единиц должны быть даны все указания, необходимые для их сборки, а также размеры: габаритные; присоединительные (например, диаметры и длины выступающих концов валов и др.); характеризующие сборочную единицу (например, межосевые расстояния, ширина зубчатых колес и др.). Для зубчатых и червячных передач необходимо указывать числа зубьев и модули.

Чертеж общего вида сборочной единицы должен иметь спецификацию всех деталей. В спецификации указывается позиция, наименование и количество деталей. Для стандартных деталей наименование их дают в соответствии с требованиями стандартов на эти детали и с указанием номеров стандартов. Спецификацию сборочной единицы, выполненную на листе формата А4, допускается совмещать с чертежом общего вида сборочной единицы.

Чертежи деталей предназначены для изображения машин в готовом виде. Детали машин должны быть вычерчены по возможности в натуральную величину в необходимом количестве проекций и с необходимыми разрезами, полностью иллюстрирующими их форму. Чертежи деталей, имеющих малые размеры, рекомендуется выполнять в увеличенных масштабах. На чертеже каждой детали указывают: все необходимые для ее изготовления размеры; предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей; шероховатость поверхностей; материал; предельные значения твердости.

На чертеже каждой детали помещают основную надпись.

На чертежах зубчатых, червячных колес и червяков (в правом верхнем углу) должны быть приведены таблицы основных параметров, необходимых для изготовления и контроля.

Основная подпись (угловой штамп) на всех чертежах проекта выполняется в соответствии с формой 1 ГОСТ 2.104-90, которая представлена в прил. 2.

Более подробные указания по выполнению чертежей и расчетно-пояснительной записки приведены в соответствующей литературе.

4. Содержание и рекомендуемая последовательность выполнения курсового проекта

Курсовой проект по деталям машин должен содержать следующие виды документов: а) общий вид привода; б) общий вид редуктора; в) чертежи деталей (детализовка); г) спецификации изделия и сборочных единиц; д) расчетно-пояснительную записку.

При выполнении курсового проекта необходимо обязательно соблюдать следующую последовательность.

1. Ознакомление с заданием. Подбор литературы, необходимой для проектирования. Изучение аналогичных конструкций по учебным пособиям, атласам, руководствам и т.п.
2. Определение потребной мощности электродвигателя и выбор его по каталогу. При этом определяют: мощность на выходном валу привода рабочей машины; частные значения к.п.д. отдельных видов передач или других устройств и общий к.п.д., который определяет потери мощности в элементах привода. Электродвигатель следует подбирать по каталогу чаще всего с номинальной мощностью, превышающей расчетную, но при этом допускается перегрузка до 8% при постоянной и до 12% при переменной нагрузке. Кроме того, при выборе электродвигателя необходимо иметь в виду, что тихоходный электродвигатель при равной мощности тяжелее и больше по габаритам, чем быстроходный.
3. Определение действительного передаточного отношения привода, разбивка его по ступеням передач и

уточнение частных значений передаточных отношений.

4. Вычисление частот вращения и вращающих моментов на всех валах привода.

5. Расчет на прочность всех передач, входящих в состав привода (для червячных передач обязательно выполнение теплового расчета редуктора и уточнение к.п.д.). Проектировочный расчет передач заканчивается определением основных геометрических параметров с выполнением предварительной эскизной компоновки редуктора (на миллиметровой бумаге желательно в масштабе 1:1). Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения. Изменяя материал зубчатых или червячных колес и технологию их изготовления, уточняя и изменяя значения расчетных коэффициентов и передаточных чисел соответствующих ступеней, путем повторных расчетов можно добиться оптимальных размеров и компоновки рассчитываемых передач.

6. Вычисление усилий, действующих в рассчитываемых передачах с учетом характерных геометрических параметров.

7. Выполнение ориентировочного расчета валов с учетом передаваемого крутящего момента и предварительного выбора подшипников. Определение размеров элементов корпуса (толщины стенки, размеров фланцев и др.).

8. Выполнение эскизной компоновки редуктора с вычерчиванием в зацеплении: рассчитанных передач; валов; подшипниковых узлов, размещенных в стенках корпуса; деталей, необходимых для предотвращения или ограничения осевого перемещения зубчатых (червячных) колес на валах и устанавливаемых по рекомендациям учебных пособий или по конструктивным соображениям с учетом соответствующих технологических зазоров. Эскизная компоновка позволяет определить ориентировочное расстояние между двумя подшипниками одного вала (между опорными точками подшипников), значение которого следует округлить и тем самым подготовить расчетную схему вала.

9. Составление расчетных схем всех валов. Определение суммарных реакции опор. Окончательный расчет и подбор подшипников, проверочный расчет валов по опасным сечениям (червяки червячных передач проверяют на жесткость с учетом прогиба).

10. Подбор стандартных шпонок по окончательно принятым диаметрам валов и их проверка на срез и смятие.

Длина шпонок принимается по ширине ступицы зубчатых (червячных) колес.

11. Вычерчивание общего вида привода. Вычерчивание общего вида проектируемого редуктора с соблюдением требований ЕСКД на чертежи (завершающий этап проектирования), в котором должны быть отражены также вопросы смазки подшипников и зубьев колес зацеплений. Выполнение рабочих чертежей трех деталей проектируемого редуктора.

12. Окончательное оформление расчетно-пояснительной записки и всех чертежей проекта. Подготовка к защите проекта.

5. Организация защиты курсового проекта

Выполненный Курсовой проект рецензируется преподавателем кафедры, после чего допускается к защите. На защите студент должен показать знания теории, должен уметь объяснить методику расчетов, выполненных в процессе проектирования, знать назначение и работу всех деталей узлов, определение действующих 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, обосновать выбор условий смазки трущихся поверхностей.

При защите курсового проекта по деталям машин нужно давать четкие ответы на такие вопросы, как определение действительных и допускаемых напряжений в различных сечениях вала; характер повреждения зубьев зубчатых и червячных колес; распределение напряжений в шпоночных и шлицевых, зубчатых соединениях; особенности расчета подшипников качения на динамическую грузоподъемность; обоснование выбора материала деталей, допусков и посадок, знаков шероховатости; обоснование выбора принятых коэффициентов запаса прочности и многие другие вопросы, относящиеся к курсу деталей машин.

Курсовой проект оценивается дифференцированной оценкой. При оценке проекта учитывается качество выполнения графической части, грамотность оформления пояснительной записки и правильность ответов на вопросы.