



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)
Филиал ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Белебее Республики Башкортостан



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала ФГБОУ ВО «СамГТУ»
в г. Белебее Республики Башкортостан

Л.М. Инаходова

26 мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.01 «Прикладная механика»

Код и направление подготовки (специальность)	<u>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</u>
Направленность (профиль)	<u>Электроэнергетические системы и сети</u>
Квалификация	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Год начала подготовки	<u>2022</u>
Выпускающая кафедра	<u>Инженерные технологии</u>
Кафедра-разработчик	<u>Инженерные технологии</u>
Объем дисциплины, ч. / з.е.	<u>216 / 6</u>
Форма контроля (промежуточная аттестация)	<u>Экзамен, Курсовая работа, Зачет</u>

Белебей 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (далее – РПД) разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 144, и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

старший преподаватель
(должность, степень, ученое звание)


(подпись)

О.Н. Ченцова
(ФИО)

РПД рассмотрена и одобрена на заседании кафедры 26 мая 2022 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой

К.Т.Н., доцент
(степень, ученое звание, подпись)

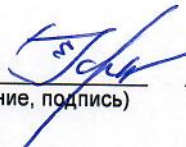


А.А. Цынаева
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

доцент, к.т.н.
(степень, ученое звание, подпись)



Е.А. Кротков
(ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	3
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	4
4.1. Содержание лекционных занятий	4
4.2. Содержание лабораторных занятий	5
4.3. Содержание практических занятий	5
4.4. Содержание самостоятельной работы	5
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)	6
6. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	7
7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	8
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	8
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	9
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	9
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
Приложение 2. Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины (модуля)	
Приложение 3. Аннотация рабочей программы дисциплины	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программ

Универсальные компетенции

Таблица 1

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом				

Общепрофессиональные компетенции

Таблица 2

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-3 ОПК-3 Демонстрирует понимание физических явлений, знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	34 ОПК-3.3 Знать: основные законы механики, виды механизмов, их классификацию, области применения; методы расчета кинематических параметров движения механизмов; основные гипотезы механики материалов и конструкций; основные виды нагрузок (сжатие, растяжение, изгиб, кручение, сдвиг); теорию напряженного состояния и прочности материалов при сложном напряженном состоянии УЗ ОПК-3.3 Уметь: моделировать кинематику простейших механизмов; рассчитывать на прочность стержневые системы, элементы теплотехнического оборудования при действии тепловых нагрузок; рассчитывать соединения, передачи, опоры, валы, муфты ВЗ ОПК-3.3 Владеть: методиками расчета запаса прочности и надежности типовых конструкций в условиях тепловых нагрузок

Профессиональные компетенции

Таблица 3

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом			

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины в структуре образовательной программы: обязательная часть.

Таблица 4

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-3		Электроника; Математика; Производство и распределение электроэнергии; Теоретические основы электротехники; Физика; Химия; Начертательная геометрия и инженерная графика	Электроснабжение; Теория автоматического управления; Теоретические основы систем автоматизированного проектирования; Математическое моделирование в электроэнергетике и электротехнике

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Таблица 5

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 2	Семестр 3
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	96	48	48
лекционные занятия (ЛЗ)	32	16	16
лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
практические занятия (ПЗ)	64	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	6	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	78	57	21
подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	14	14	-
выполнение расчетно-графических работ	14	14	-
выполнение курсовой работы	14	14	-
самостоятельное изучение материала	15	15	-
подготовка к зачету	10	-	10
подготовка к экзамену	11	-	11
Формы текущего контроля успеваемости	Тест, задания по выполнению практической работы, РГР	Тест, задания по выполнению практической работы, РГР	Тест, задания по выполнению практической работы, РГР
Формы промежуточной аттестации	экзамен, зачет, курсовая работа	зачет	экзамен, курсовая работа
Контроль	36	0	36
ИТОГО: час.	216	108	108
ИТОГО: з.е.	6	3	3

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 6

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы						
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	КСР	Конт-роль	Всего часов
1	Основы теоретической механики	16	-	16	19	1	9	61
2	Основы сопротивления материалов	16	-	16	20	2	9	63
3	Основы теории машин и механизмов	-	-	16	19	1	9	45
4	Основы проектирования и конструирования механизмов	-	-	16	20	2	9	47
Итого:		32	0	64	78	6	36	216

4.1. Содержание лекционных занятий

Таблица 7

№ ЛЗ	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
Семестр 2				
1	Основы теоретической механики	Основы статики	Сила. Проекция силы на ось. Момент силы относительно точки и оси. Пара сил. Основная теорема статики. Условия равновесия. Связи и их реакции.	16
Итого за семестр:				16
Семестр 3				
1	Основы сопротивления материалов	Основные понятия сопротивления материалов	Прочность, жесткость, устойчивость. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Эпюры внутренних силовых факторов. Понятие о напряжениях и деформациях. Закон Гука.	16
Итого за семестр:				16
Итого:				32

4.2. Содержание лабораторных занятий

Таблица 8

№ ЛР	Наименование раздела	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
не предусмотрены учебным планом				

4.3. Содержание практических занятий

Таблица 9

№ ПЗ	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
Семестр 2				
1	Основы теоретической механики	Определение реакций опор консольной и двух опорной балки. Определение реакций опор консольной балки с распределенной нагрузкой	Проекция силы на ось. Момент силы относительно точки. Пара сил. Условия равновесия. Связи и их реакции. Проекция силы на ось. Момент силы относительно точки. Пара сил. Условия равновесия. Связи и их реакции.	16
2	Основы сопротивления материалов	Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил при изгибе	Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Эпюры внутренних силовых факторов.	16
Итого за семестр:				32
Семестр 3				
1	Основы теории машин и механизмов	Кинематический и силовой анализ простых многоступенчатых передач	Передачное отношение. Многоступенчатые простые передачи.	16
2	Основы проектирования и конструирования механизмов	Расчет на прочность передач зацеплением.	Выбор материала зубчатых передач. Расчет допускаемых напряжений. Проектный расчет зубчатых передач редукторов. Проверочный расчет зубчатых передач. Расчет сил в зацеплении.	16
Итого за семестр:				32
Итого:				64

4.4. Содержание самостоятельной работы

Таблица 10

№ п/п	Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Кол-во часов
Семестр 2				
1.	Основы теоретической механики	подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	Проекция силы на ось. Момент силы относительно точки. Пара сил. Условия равновесия. Связи и их реакции. Проекция силы на ось. Момент силы относительно точки. Пара сил. Условия равновесия. Связи и их реакции.	14
	Основы сопротивления материалов		Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил при изгибе	
	Основы теории машин и механизмов		Передачное отношение. Многоступенчатые простые передачи.	
	Основы проектирования и конструирования механизмов		Выбор материала зубчатых передач. Расчет допускаемых напряжений. Проектный расчет зубчатых передач редукторов. Проверочный расчет зубчатых передач. Расчет сил в зацеплении.	
2.	Основы теоретической механики	выполнение расчетно-графических работ	Написание конспектов тем в соответствии с рабочей программой и подготовка к собеседованию по практическим занятиям	14
	Основы сопротивления материалов			
3.	Основы теории машин и механизмов	выполнение курсовой работы	«Проектирование и конструирование одноступенчатого редуктора»	14
	Основы проектирования и			

	конструирования механизмов			
4.	Основы теоретической механики	самостоятельное изучение материала	Кинематика точки. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела. Плоскопараллельное движение твердого тела.	15
	Основы сопротивления материалов		Центральное растяжение (сжатие). Диаграмма растяжения. Механические свойства материалов. Твердость материалов. Условие прочности. Виды расчетов на прочность. Условие прочности при растяжении.	
	Основы теории машин и механизмов		Кoeffициент полезного действия. Выбор двигателя. Кинематический и силовой анализ 2-х ступенчатых редукторов.	
	Основы проектирования и конструирования механизмов		Общие сведения о подшипниках. Схема установки подшипников в опорах. Расчет на прочность подшипников качения. Смазка подшипниковых узлов.	
Итого за семестр:				57
Семестр 3				
5.	Основы теоретической механики	подготовка к зачету	Основная теорема статики. Условия равновесия. Связи и их реакции. Кинематика точки. Основной закон динамики. Две задачи динамики. Общие теоремы динамики точки. Количество и момент количества движения. Прочность, жесткость, устойчивость. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Эпюры внутренних силовых факторов. и др.	10
	Основы сопротивления материалов			
	Основы теории машин и механизмов			
	Основы проектирования и конструирования механизмов			
6.	Основы теоретической механики	подготовка к экзамену	Основы теории механизмов и машин Машина и механизм. Привод и его структура. Передаточное отношение. Простые передачи и их основные характеристики. Многоступенчатые простые передачи. Основы динамики механизмов Кoeffициент полезного действия. Выбор двигателя. Кинематический и силовой анализ 2-х ступенчатых редукторов. Расчет на прочность подшипников качения. Смазка подшипниковых узлов. Соединения деталей машин Шпоночные соединения. Расчет на прочность. Муфты. Подбор и расчет на прочность. Смазка механических передач. Выбор сорта масла. Точность изготовления деталей и их соединений Размерная точность. Отклонения и допуск размеров. Соединение двух деталей. Посадка. Допуски формы и взаимного расположения	11
	Основы сопротивления материалов			
	Основы теории машин и механизмов			
	Основы проектирования и конструирования механизмов			
Итого за семестр:				21
Итого:				78

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Методические указания при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции для того, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут подняты в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т. е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т. п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно

значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

2. Методические указания при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выработать определенные решения по обозначенной проблеме. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

3. Методические указания по самостоятельной работе

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т. д.;
- в методическом кабинете, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

4. Методические указания по подготовке к тестированию

Тестовые задания – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Успешное выполнение тестовых заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки. Выполнение тестовых заданий предоставляет обучающимся возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения тестовых заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Тестовые задания охватывают основные вопросы по изучаемой теме. Для формирования заданий использована как закрытая, так и открытая форма. У обучающегося есть возможность выбора правильного ответа или нескольких правильных ответов из числа предложенных вариантов. Для выполнения тестовых заданий обучающиеся должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы литературы по дисциплине. Контрольный тест выполняется обучающимся самостоятельно во время практических занятий.

6. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Таблица 11

№ п/п	Автор(ы), наименование, место, год издания (если есть, указать «гриф»)	Книжный фонд (КФ) или электрон. ресурс (ЭР)	Литература	
			учебная	для самост. работы
1.	Статика и элементы прикладной механики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по теоретической и прикладной механике для студентов дневной формы обучения / сост. В. А. Козлов, В. Д. Коробкин, М. Г. Ордян. — Электрон. текстовые данные. —	ЭР	+	

	Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 52 с. — 978-5-89040-592-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/59132.html			
2.	Леонова, О. В. Прикладная механика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / О. В. Леонова, А. И. Вашунин, К. С. Никулин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2007. — 56 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/46749.html	ЭР		+
3.	Прикладная механика: учебник / Бегун П.И., Кормилицин О.П., Политехника: 2020.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 94831	ЭР	+	
4.	Прикладная механика. Теория механизмов и машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Д. Бардовский, Б. В. Воронин, П. Я. Бибииков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 96 с. — 978-5-87623-889-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64193.html	ЭР	+	
5.	Казаков, Д. В. Прикладная механика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Д. В. Казаков, Л. И. Кугрышева. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 101 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66094.html	ЭР		+
6.	Прикладная механика. Сопротивление материалов: учебно-методическое пособие / Деменчук Н.П., Университет ИТМО: 2015.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 67576	ЭР		+
7.	Зиомковский, В. М. Прикладная механика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Зиомковский, И. В. Троицкий. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 288 с. — 978-5-7996-1501-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68280.html	ЭР		+
8.	Прикладная механика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Х. С. Гумерова, В. М. Котляр, Н. П. Петухов, С. Г. Сидорин. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 142 с. — 978-5-7882-1571-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62001.html	ЭР	+	

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование. Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

Программное обеспечение

Таблица 12

№ п/п	Название	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)	Правообладатель (производитель)	Страна происхождения (иностранное или отечественное)
1.	LibreOffice Writer	свободно распространяемое	The Document Foundation	иностранное
2.	LibreOffice Impress	свободно распространяемое	The Document Foundation	иностранное
3.	LibreOffice Calc	свободно распространяемое	The Document Foundation	иностранное
4.	Adobe Reader	свободно распространяемое	Adobe Systems Incorporated	иностранное
5.	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»	лицензионное	НПО «ВМИ»	отечественное
6.	Антивирус Касперского	лицензионное	Лаборатория Касперского	отечественное
7.	Яндекс.Браузер https://browser.yandex.com	свободно распространяемое	Яндекс	отечественное
8.	Архиватор 7-Zip	свободно распространяемое	7-zip.org	иностранное
9.	K-Lite Codec Pack https://codecguide.com	свободно распространяемое	CODEC GUIDE	иностранное

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Таблица 13

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
-------	--------------	------------------	---------------

1	Электронно-библиотечная система IPRbooks	Электронно-библиотечная система	http://www.iprbookshop.ru/
2	Электронно-библиотечная система СамГТУ	Электронная библиотека СамГТУ	https://elib.samgtu.ru/
3	eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru/

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- методический кабинет (ауд. 9).

10. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

по дисциплине

Б1.О.03.01 «Прикладная механика»

Код и направление подготовки (специальность)	<u>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</u>
Направленность (профиль)	<u>Электроэнергетические системы и сети</u>
Квалификация	<u>бакалавр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2022</u>
Выпускающая кафедра	<u>Инженерные технологии</u>
Кафедра-разработчик	<u>Инженерные технологии</u>
Объем дисциплины, ч. / з.е.	<u>216 / 6</u>
Форма контроля (промежуточная аттестация)	<u>зачет, экзамен, курсовая работа</u>

1. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и признаков проявления компетенций (дескрипторов), которыми должен овладеть обучающийся в ходе освоения образовательной программы

Универсальные компетенции

Таблица 1

Наименование категории (группы) компетенций	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом				

Общепрофессиональные компетенции

Таблица 2

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИД-3 ОПК-3 Демонстрирует понимание физических явлений, знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	34 ОПК-3.3 Знать: основные законы механики, виды механизмов, их классификацию, области применения; методы расчета кинематических параметров движения механизмов; основные гипотезы механики материалов и конструкций; основные виды нагрузок (сжатие, растяжение, изгиб, кручение, сдвиг); теорию напряженного состояния и прочности материалов при сложном напряженном состоянии У3 ОПК-3.3 Уметь: моделировать кинематику простейших механизмов; рассчитывать на прочность стержневые системы, элементы теплотехнического оборудования при действии тепловых нагрузок; рассчитывать соединения, передачи, опоры, валы, муфты В3 ОПК-3.3 Владеть: методиками расчета запаса прочности и надежности типовых конструкций в условиях тепловых нагрузок

Профессиональные компетенции

Таблица 3

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
не предусмотрены учебным планом			

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Таблица 4

Код и индикатор достижения компетенции	Оценочные средства				Промежуточная аттестация
	Основы теоретической механики	Основы сопротивления материалов	Основы теории машин и механизмов	Основы проектирования и конструирования механизмов	
	Тест, задания по выполнению практической работы, РГР				Вопросы к зачету, вопросы для подготовки к защите курсовой работы, вопросы к экзамену
ИД-3 ОПК-3	34 ОПК-3.3 У3 ОПК-3.3 В3 ОПК-3.3	34 ОПК-3.3 У3 ОПК-3.3 В3 ОПК-3.3	34 ОПК-3.3 У3 ОПК-3.3 В3 ОПК-3.3	34 ОПК-3.3 У3 ОПК-3.3 В3 ОПК-3.3	34 ОПК-3.3 У3 ОПК-3.3 В3 ОПК-3.3

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

Во время теоретического обучения студенты сдают контрольные точки, которые осуществляются путем выполнения соответствующего задания в личном кабинете.

Пример выполнения расчетно-графической работы.

Задача. На рисунке изображена балка на двух шарнирных опорах А и С, на которую действуют силы активные (нагрузки F_1 , F_2 и момент m) и реакции опор R_A и R_C , рассчитанные из условия равновесия системы сил

Заданы параметры: $F_1 = 100$ Н,

$F_2 = 500$ Н, $m = 30$ Нм, $R_A = 400$ Н,

$R_C = 200$ Н; размеры участков балки: $a = c = 0,1$ м,

$b = 0,2$ м.

Требуется определить внутренние силовые факторы, действующие в поперечных сечениях балки, и построить эпюры поперечных сил Q и изгибающих моментов M .

Решение

Выделим на схеме три характерных участка АВ, ВС и CD, границами которых являются точки приложения сил. Используя метод сечений, последовательно на каждом участке проводим произвольное поперечное сечение с координатой x . Мысленно отбрасываем одну из отсекаемых частей балки (правую или левую), составляем уравнения равновесия для оставшейся части и определяем внутренние силовые факторы как алгебраическую сумму (с учетом правила знаков) всех внешних сил \bar{F}_i и моментов этих сил $m(\bar{F}_i)$ относительно сечения, действующих на рассматриваемую часть:

$$Q = \sum_{i=1}^k \bar{F}_i; \quad M = \sum_{i=1}^k m(\bar{F}_i).$$

Участок АВ. Проводим сечение с координатой x_1 , изменяемой в пределах границ участка: $0 \leq x_1 \leq a$ (начало координат в точке А). Из условия равновесия рассматриваемой части длиной x_1 составляем выражения для поперечной силы Q_1 и изгибающего момента M_1 в сечении:

$$Q_1 = -R_A = -400 \text{ Н (постоянна на всем участке).}$$

Эпюра поперечной силы Q_1 представляет собой прямую, параллельную базовой линии эпюры. Знак «минус» силы R_A соответствует повороту рассматриваемой части балки относительно сечения против часовой стрелки (см. правила знаков):

$$M_1 = -R_A \cdot x_1 \text{ (изменяется по линейному закону).}$$

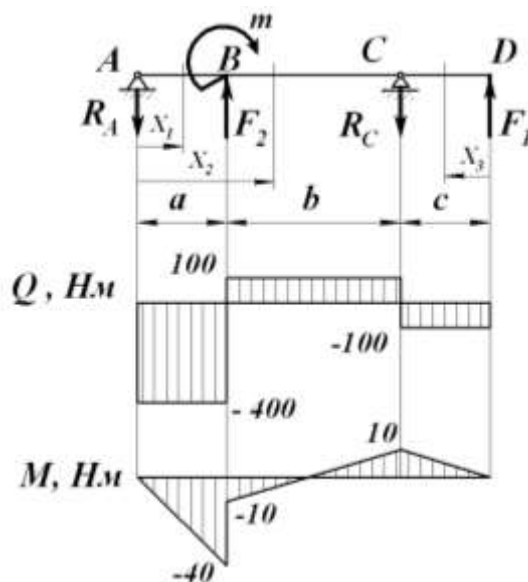
График изменения изгибающего момента M_1 представляет собой наклонную прямую. Знак «минус» соответствует выпуклому изгибу балки. Значение момента достаточно вычислить для двух сечений, соответствующих границам участка АВ:

при $x_1 = 0$

$$M_1 = -R_A \cdot 0 = 0;$$

при $x_1 = a$

$$M_1 = -R_A \cdot a = -400 \cdot 0,1 = -40 \text{ Нм.}$$



Полученные координаты в выбранном масштабе отмечаем по эпюре M (положительные значения откладываем вверх от базовой линии эпюры, а отрицательные – вниз) и соединяем их прямой линией.

Участок BC. Проводим сечение с координатой x_2 , изменяемой в пределах участка $a \leq x_2 \leq (a + b)$ (начало координат остается в точке A). Для рассматриваемой части балки длиной x_2 составляем выражения для поперечной силы Q_2 и изгибающего момента M_2 :

$$Q_2 = -R_A + F_2 = -400 + 500 = 100 \text{ Н (постоянна на всем участке)}.$$

Эпюра поперечной силы Q_2 аналогична эпюре Q_1 , так как значения Q не зависят от координаты сечения x :

$$M_2 = -R_A \cdot x_2 + F_2 \cdot (x_2 - a) + m \text{ (изменяется по линейному закону)}.$$

График изменения изгибающего момента M_2 является наклонной прямой. Вычислим значение M_2 для граничных сечений участка BC:

при $x_2 = a$

$$M_2 = -R_A \cdot a + F_2 \cdot (a - a) + m = -400 \cdot 0,1 + 30 = -10 \text{ Нм};$$

при $x_2 = a + b$

$$M_2 = -R_A \cdot (a + b) + F_2 \cdot (a + b - a) + m = -400 \cdot 0,3 + 500 \cdot 0,2 + 30 = 10 \text{ Нм}.$$

По полученным координатам строим эпюру M на участке BC.

Участок CD. На этом участке удобнее рассматривать правую отсеченную часть балки, мысленно отбрасывая левую часть. В этом случае выражения для Q и M имеют более простой вид.

Проводим сечение с координатой x_3 , изменяемой в пределах участка $0 \leq x_3 \leq c$ (начало координат переносим в точку D). Для рассматриваемой части балки длиной x_3 составляем выражения для поперечной силы Q_3 и изгибающего момента M_3 :

$$Q_3 = -F_1 = -100 \text{ Н (постоянна на всем участке)};$$

$$M_3 = F_1 \cdot x_3 \text{ (изменяется по линейному закону)}.$$

Вычисляем значения M_3 для граничных сечений участка CD:

при $x_3 = 0$

$$M_3 = F_1 \cdot 0 = 0;$$

при $x_3 = c$

$$F_1 \cdot c = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ Нм}.$$

По полученным координатам строим эпюры Q и M на участке CD.

Для проверки правильности построения эпюр Q и M могут быть использованы их характерные особенности (при этом **эпюры следует рассматривать слева направо**):

- в сечениях, где к балке приложены сосредоточенные силы, на эпюре Q будут скачки: величина скачка равна величине силы, а направление указано вектором силы;
- в сечениях, где к балке приложены сосредоточенные моменты, на эпюре M будут скачки: величина скачка равна величине приложенного момента, а направление скачка будет положительным при направлении момента по часовой стрелке, и отрицательным – если наоборот;
- на участках, где нет распределенной нагрузки, эпюры Q ограничены прямыми, параллельными базовой оси эпюры, а эпюры M – наклонными прямыми;
- на участках, где $Q > 0$, эпюра M возрастает, а где $Q < 0$, эпюра M убывает;
- в сечениях, где эпюра Q пересекает базовую ось ($Q = 0$), эпюра M имеет экстремальное значение.

Использование этих положений упрощает задачу построения эпюр Q и M : определяют внутренние силовые факторы для характерных точек (границ участков) и строят эпюры.

Пример задания по выполнению практической работы Определение реакций опор составных конструкций

Для составной конструкции, изображенной на рисунке, определить реакции опор в шарнирах A и B, а также реакции в скользящей заделке C. Расстояния указаны в метрах.

Дано:

$P_1 = 5 \text{ кН}$; $P_2 = 7 \text{ кН}$; $M = 22 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $q = 2 \text{ кН/м}$; $\alpha = 60^\circ$

Примерные тестовые задания по теме «Геометрические параметры цилиндрической, конической и червячной передач»

1. Для каких целей нельзя применить зубчатую передачу:

- а) Бесступенчатое изменение частоты вращения одного вала по сравнению с другим +
- б) Дискретное изменение частоты вращения одного вала по сравнению с другим
- в) Передача вращательного движения с одного вала на другой

2. Можно ли при неизменной передаваемой мощности с помощью зубчатой передачи получить больший крутящий момент:

- а) Можно, увеличивая частоту вращения ведомого вала
- б) Можно, уменьшая частоту вращения ведомого вала +
- в) Нельзя

3. Чтобы зубчатые колеса могли быть введены в зацепление, что у них должно быть одинаковым:

- а) Диаметры
- б) Ширина
- в) Шаг +

4. По какому принципу построены ряды стандартных значений межосевых расстояний, передаточных чисел, коэффициента ширины зубьев:

- а) Геометрическая прогрессия +
- б) Ряд целесообразных чисел
- в) Арифметическая прогрессия

5. Каким материалам для изготовления небольших зубчатых колес закрытых передач следует отдавать предпочтение:

- а) Среднеуглеродистые стали обыкновенного качества без термообработки
- б) Малоуглеродистые и легированные стали с поверхностной химико-термической обработкой +
- в) Среднеуглеродистые качественные и легированные стали с объемной закалкой

6. Как изменится напряжение изгиба, если нагрузка на передачу увеличится в четыре раза:

- а) Возрастет в четыре раза +
- б) Возрастет в два раза
- в) Не изменится

7. Какой вид разрушения зубьев наиболее характерен для закрытых, хорошо смазываемых, защищенных от загрязнений зубчатых передач:

- а) Истирание зубьев
- б) Заедание зубьев
- в) Усталостное выкрашивание поверхностного слоя на рабочей поверхности зуба +

8. При проектировании закрытой зубчатой передачи выполняют следующие основные расчеты:

- а) Рассчитывают диаметры
- б) Рассчитывают и назначают межосевое расстояние +
- в) Рассчитывают и назначают модуль

9. В каком случае можно применить червячную передачу:

- а) Скрещиваются под прямым углом +
- б) Пересекаются под некоторым углом
- в) Оси валов параллельны

10. Как обычно в червячных передачах передается движение:

- а) От колеса к червяку
- б) От червяка к колесу +
- в) И от колеса к червяку, и наоборот

11. К какому виду механических передач относятся цепные передачи:

- а) Трением с непосредственным касанием рабочих тел
- б) Зацеплением с промежуточной гибкой связью +
- в) Трением с промежуточной гибкой связью

12. При каком взаимном расположении валов возможно применение цепной передачи:

- а) Пересекаются под некоторым углом
- б) Скрещиваются под любым углом
- в) Оси валов параллельны +

13. Характеризуя ременную передачу, отмечают ее качества:

- а) Повышенные габариты
- б) Плавность, безударность работы +
- в) Широкий диапазон межосевых расстояний

14. При малом межосевом расстоянии и большом передаточном числе, какую передачу предпочтительно применить:

- а) Плоскоремennую

- б) Плоскорременную перекрестную
- в) Клиноременную +

15. На какой ветви и как ставится натяжной ролик в ременной передаче с натяжным роликом:

- а) На ведущей, оттягивая ветвь
- б) На ведомой, прижимая ветвь +
- в) На ведущей, прижимая ветвь

2.2. Формы промежуточной аттестации

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме защиты курсовой работы и письменного зачета и экзамена.

Примерный перечень вопросов к зачету


1. Сила. Проекция силы на ось.
2. Момент силы относительно точки и оси. Пара сил.
3. Основная теорема статики. Условия равновесия.
4. Связи и их реакции.
5. Кинематика точки.
6. Поступательное движение твердого тела.
7. Вращательное движение твердого тела.
8. Плоскопараллельное движение твердого тела.
9. Основной закон динамики. Две задачи динамики.
10. Общие теоремы динамики точки. Количество и момент количества движения.
11. Работа силы. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергия.
12. Прочность, жесткость, устойчивость.
13. Метод сечений. Внутренние силовые факторы.
14. Эпюры внутренних силовых факторов.
15. Понятие о напряжениях и деформациях. Закон Гука.
16. Центральное растяжение (сжатие).
17. Диаграмма растяжения. Механические свойства материалов.
18. Твердость материалов.
19. Условие прочности. Виды расчетов на прочность. Условие прочности при растяжении.
20. Напряжения и условие прочности при сдвиге.
21. Напряжения и условие прочности при кручении.
22. Напряжения и условие прочности при чистом изгибе.
23. Понятие об усталости материалов. Кривая усталости. Предел выносливости.
24. Расчет допускаемых напряжений при усталости.
25. Влияние конструктивных и технологических факторов на выносливость.
26. Напряжения в точке. Главные напряжения.
27. Обобщенный закон Гука.
28. Прочность материалов при сложном напряженном состоянии.
29. Изгиб с растяжением (сжатием)
30. Изгиб с кручением.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Машина и механизм.
2. Привод и его структура. Передаточное отношение
3. Простые передачи и их основные характеристики.
4. Многоступенчатые простые передачи.
5. Коэффициент полезного действия. Выбор двигателя.
6. Кинематический и силовой анализ 2-х ступенчатых редукторов
7. Геометрия эвольвентного зацепления.
8. Геометрические параметры цилиндрической передачи.
9. Конструкция зубчатого колеса.
10. Критерии работоспособности передач зацеплением.
11. Материалы, применяемые для изготовления передач.
12. Расчет допускаемых напряжений.
13. Контактные напряжения в передаче зацеплением. Условие прочности
14. Валы и оси. Нагрузка на валы.
15. Этапы расчета валов на прочность.
16. Расчет усталостной прочности вала
17. Общие сведения о подшипниках. Рекомендации по выбору типа подшипников.
18. Схема установки подшипников в опорах.
19. Расчет на прочность подшипников качения
20. Шпоночные соединения. Расчет на прочность.
21. Муфты. Подбор и расчет на прочность.

22. Размерная точность. Отклонения и допуск размеров.
23. Соединение двух деталей. Посадка.
24. Допуски формы и взаимного расположения поверхностей.
25. Шероховатость поверхностей.
26. Уравнение кинетической энергии механизма.

Примерная структура билета

	<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «СамГТУ») Филиал ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Белебее Республики Башкортостан</p>
<p>Кафедра «Инженерные технологии»</p> <p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</p>	
<p>По дисциплине (модулю): «Прикладная механика» Семестр 3</p> <p>Направление 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Вопрос экзаменационного билета 2. Вопрос экзаменационного билета 	
<p>Составил: старший преподаватель _____ О.Н. Ченцова <i>(подпись)</i> « ____ » _____ 20__ г.</p>	<p>Утверждаю: Зав. кафедрой _____ А.А. Цынаева <i>(подпись)</i> « ____ » _____ 20__ г.</p>

Курсовая работа, её характеристика и трудоемкость, примерная тематика

Курсовая работа является составной частью дисциплины «Прикладная механика». Она предназначена для закрепления знаний студента путем самостоятельного решения комплексной задачи, включающей анализ и синтез проектируемого устройства, прочностные расчеты и конструирование. Курсовая работа состоит из проектирования и конструирования одноступенчатого редуктора.

Объем курсовой работы

1. Графическая часть – 1 лист формата А1 и 2 листа формата А4.
2. Расчетно-пояснительная записка – 12-15 страниц рукописного текста формата А4.

Содержание курсовой работы:

Графическая часть

- 1-ый лист – сборочный чертеж редуктора (две проекции); формат А1.
- 2-ой, 3-ий листы – рабочие чертежи двух деталей (вал, зубчатое колесо); формат А1.

Расчетно-пояснительная записка

Введение.

1. Расчет потребной мощности и выбор электродвигателя.
2. Кинематический и силовой анализ редуктора.
3. Выбор материала и расчет допускаемых напряжений.
4. Прочностной расчет передачи
 - 4.1. Определение числа зубьев.
 - 4.2. Проектный расчет передачи на контактную выносливость.
 - 4.3. Проверочный расчет передачи на изгибную выносливость.
 - 4.4. Расчет сил зацепления.
5. Ориентировочный расчет валов. Подбор подшипников.
6. Расчет элементов корпуса редуктора.
7. Подбор и проверочный расчет шпоночных соединений.
8. Проверочный расчет выходного вала.
9. Проверочный расчет подшипников выходного вала.
10. Подбор соединительной муфты.
11. Выбор смазки и уплотнений валов.
12. Спецификация сборочного чертежа редуктора

Вопросы для подготовки к защите курсовой работы

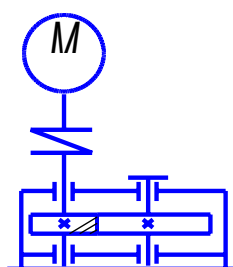
1. Привод и его структура. Передаточное отношение.
 - 1.1. Для чего предназначен редуктор?
 - 1.2. Что такое передаточное отношение? Как оно характеризует редуктор?
 - 1.3. Как передаточное отношение реализуется в зубчатых передачах?
 - 1.4. Определите передаточное отношение данного редуктора.
1. Коэффициент полезного действия. Выбор двигателя.
 - 2.1. Как выбирается электродвигатель?
 - 2.2. Что такое КПД? Как оно характеризует механизм?
2. Кинематический и силовой анализ 2-х ступенчатых редукторов.
 - 3.1. Назовите детали редуктора, участвующие в передаче крутящего момента.
 - 3.2. Как изменяется от вала к валу величина крутящего момента, частоты вращения, мощности?
 - 3.3. Как отличить входной вал от выходного в редукторе?
3. Прочность передач зацеплением.
 - 4.1. Назовите основные виды разрушений зубчатых колес.
 - 4.2. Какие напряжения действуют в зубьях колес?
4. Силы в передачах зацеплением.
 - 5.1. Показать направления сил в зацеплении.
 - 5.2. Как регулируется зацепление в редукторе?
5. Проектирование и конструирование валов
 - 6.1. Каково назначение валов? Назовите основные критерии их работоспособности.
 - 6.2. Покажите опасные сечения на валу. Дайте их обоснование.
 - 6.3. Показать участки вала, испытывающие деформации изгиба, кручения и их комбинации.
 - 6.3. Как фиксируется от осевого смещения валы в данном редукторе?
6. Проектирование опорных узлов.
 - 7.1. Назначение подшипников качения. Обоснование выбранных типов подшипников.
 - 7.2. Назовите критерий оценки работоспособности подшипников.
 - 7.3. Как осуществляется регулировка подшипников в данной конструкции?
 - 7.4. Назначение крышек подшипников?
 - 7.5. Как осуществляется в редукторе смазка подшипников.
 - 7.6. Для чего необходимо устанавливать мазеудерживающие кольца?
7. Соединения деталей машин.
 - 8.1. Для какой цели на вал ставится шпонка?
 - 8.2. Назовите возможные виды разрушения шпоночного соединения.
 - 8.3. Покажите сечения шпонки: работающие на срез и смятие.
8. Смазка механических передач. Выбор сорта масла.
 - 9.1. Как осуществляется в редукторе смазка зацепления?
 - 9.2. Назначение отдушины.
 - 9.3. Назначение смотрового окна в корпусе редуктора.
 - 9.4. Как выбирается уровень масла в редукторе?
 - 9.5. Как осуществляется смена смазки, доливка, контроль уровня?
 - 9.6. Назначение уплотнений. Охарактеризуйте выбранные уплотнения.
9. Точность изготовления деталей и их соединений.
 - 10.1. Расшифруйте данное обозначение посадки.
 - 10.2. Назначение рабочих чертежей деталей.
 - 10.3. Расшифруйте обозначение допуска и шероховатости поверхностей.

Пример технического задания на курсовую работу

студенту(ке) _____ факультет ____ курс ____ группа

Спроектировать привод общего назначения.

Схема привода



Исходные данные

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{вых}}$, кВт	10,67	11,82	21,7	12,26	13,4	16	19,12	17,23	19,43	27,55
$n_{\text{вых}}$, 1/с	84,8	76,58	68,72	28,07	25,36	19,66	20,36	13,7	12,13	12,24
a_w , мм	80	100	125	140	160	180	200	225	250	280
n_c , 1/мин	1500	1500	1500	1000	1000	750	1000	750	750	750

Открытую передачу проектировать по согласованию с преподавателем

Нагрузка постоянная; срок службы – 10 лет; коэффициент годового использования $K_f=0,8$; коэффициент суточного использования $K_c=0,3$; тип производства: для редуктора – крупносерийное

Пример расчета привода

Исходные данные для проектирования:

$$P_t = 1.9 \text{ кВт}$$

$$\omega_t = 4.82 \text{ рад/с}$$

1.1. Выбор электродвигателя и кинематический расчет

Примем:

КПД пары цилиндрических зубчатых колес $\eta_1=0,97$;

КПД открытой зубчатой передачи $\eta_2=0,91$;

КПД учитывающий потери в опорах вала приводного барабана $\eta_3=0,99$

Общий КПД двигателя:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 = 0,873$$

Требуемая мощность электродвигателя:

$$P_{\text{дв.тр.}} = \frac{P_t}{\eta} = \frac{1.9}{0.873} = 2.1 \text{ кВт}$$

Передаточное отношение отдельных ступеней и привода в целом:

$$U_{\text{зуб}}=4$$

$$U_{\text{цеп}}=3$$

$$U = U_{\text{зуб}} U_{\text{цеп}} = 12$$

Определяем требуемую угловую скорость двигателя:

$$\omega_{\text{дв.тр.}} = \omega_t U = 57,84 \text{ рад/с}$$

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{30 \omega_{\text{дв.тр.}}}{\pi} = 554 \text{ об/мин}$$

Выбираем двигатель:

Выбираем асинхронный двигатель серии 4А, закрытый обдуваемый.

По (ГОСТ 19523-81).

112МА8:

$$P_{\text{дв}}=2.2 \text{ кВт}$$

$$n_{\text{дв}}= 750 \text{ об/мин}$$

$$D_1= 32 \text{ мм}$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi n_{\text{дв}}}{30} = 78,5 \text{ рад/с}$$

Проводим перерасчет передаточных отношений:

$$U = \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_t} = \frac{78,5}{4.82} = 16,3$$

$$U_{\text{зуб}}=4$$

$$U_{\text{цеп}}=4,075$$

Определяем угловые скорости валов:

$$\omega_1 = \omega_{\text{дв}} = 78,5 \text{ рад/с}$$

$$n_1 = n_{\text{дв}} = 750 \text{ об/мин}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{U_{\text{зуб}}} = \frac{78,5}{4} = 19,6 \text{ рад/с}$$

$$n_2 = \frac{30 \omega_2}{\pi} = \frac{30 \cdot 19,6}{\pi} = 187,2 \text{ об/мин}$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{U_{\text{цеп}}} = \frac{19,6}{4,075} = 4,82 \text{ рад/с}$$

$$n_3 = \frac{30 \omega_3}{\pi} = \frac{30 \cdot 4,82}{\pi} = 46 \text{ об/мин}$$

Определяем мощности на валах:

$$P_1 = P_{\text{дв}} = 2,2 \text{ кВт}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{зуб}} = 2,1 \cdot 0,97 = 2,037 \text{ кВт}$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{цеп}} = 2,037 \cdot 0,91 = 1,9 \text{ кВт}$$

Определяем номинальный момент на валах:

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{2100}{78,5} = 26,7 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$M_2 = M_1 \cdot U_{зуб} \cdot \eta_{зуб} = 26,7 \cdot 4 \cdot 0,97 = 103,5 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

$$M_3 = M_2 \cdot U_{цеп} \cdot \eta_{цеп} = 103,5 \cdot 4,075 \cdot 0,91 = 383,8 \cdot 10^3 (\text{Н} \cdot \text{мм})$$

1.2 Расчет зубчатых колес редуктора

Материал зубчатых колес:

Шестерня – сталь 45, термическая обработка – улучшение, твердость HB 230;

Колесо – сталь 45, термическая обработка – улучшение, твердость HB 200;

Допускаемые контактные напряжения:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \text{ limb}} K_{HL}}{[S_H]}, \text{ где:}$$

K_{HL} – коэффициент долговечности

$[S_H]$ – коэффициент безопасности = $1,10 \div 1,2$

$$\sigma_{H \text{ limb}} = 2HB + 70 = 230 \cdot 2 + 70 = 530$$

Для шестерни:

$$\sigma_{H1} = \frac{2HB_1 + 70}{[S_H]} = \frac{2 \cdot 230 + 70}{1,10} = 482 \text{ МПа}$$

Для колеса:

$$\sigma_{H2} = \frac{2HB_2 + 70}{[S_H]} = \frac{2 \cdot 200 + 70}{1,2} = 392 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_H] = 0,45(482 + 392) = 393 \text{ МПа}$$

Расчет параметров зубчатой передачи

Предварительный расчет межосевого расстояния (a_w) выполняем по формуле:

$$a_w = K_a(u+1)^3 \sqrt{\frac{M_2 K_{HB}}{[\sigma_2]^2 u^2 \psi_{ba}}}, \text{ где:}$$

$$K_a = 49,5$$

$$K_{HB} = 1,2$$

$$\psi_{ba} = 0,25$$

$$a_w = K_a(u+1)^3 \sqrt{\frac{M_2 K_{HB}}{[\sigma_2]^2 u^2 \psi_{ba}}} = (49,5 \cdot 5)^3 \sqrt{\frac{103,5 \cdot 10^3 \cdot 1,2}{393^2 \cdot 4^2 \cdot 0,25}} = 148,5 \text{ мм}$$

Ближайшее значение по ГОСТ 2185-66 $a_w = 160$ мм

Нормальный модуль зацепления принимаем по следующей рекомендации:

$$m_n = (0,01 \div 0,02) a_w = (0,01 \div 0,02) 160 = 1,6 \div 3,2$$

принимаем по ГОСТ 9563-60* $m_n = 3$

Определяем число зубьев:

$$Z_1 = \frac{2a_w}{(u+1)m_n} = \frac{2 \cdot 160}{5 \cdot 3} = 21,3$$

Z_1 принимаем = 22

$$Z_2 = (Z_1 \cdot u) = 22 \cdot 4 = 88$$

Z_2 принимаем = 88

Окружной модуль:

$$m_t = \frac{2a_w}{z_1 + z_2} = 2,9$$

Основные размеры шестерни и колеса:

Диаметры делительные:

$$d_1 = m_t \cdot Z_1 = 2,9 \cdot 22 = 63,8 \text{ мм}$$

$$d_2 = m_t \cdot Z_2 = 2,9 \cdot 88 = 255,2 \text{ мм}$$

Проверка:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{63,8 + 255,2}{2} = 159,5 \text{ мм}$$

Диаметры вершин зубьев:

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n = 63,8 + 6 = 69,8 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n = 255,2 + 6 = 261,2 \text{ мм}$$

Ширина колеса:

$$b_2 = \psi_{ba} a_w = 0,25 \cdot 160 = 40 \text{ мм}$$

Ширина шестерни:

$$b_1 = b_2 + 5 = 45 \text{ мм}$$

Коэффициент ширины шестерни по диаметру:

$$\Psi_{bd} = \frac{b_1}{d_1} = \frac{41}{63.8} = 0.7$$

Окружная скорость колес и степень точности передачи:

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2 \cdot 10^3} = \frac{78.5 \cdot 63.8}{2 \cdot 1000} = 2.5 \text{ м/с}$$

==>> 8 степень точности по ГОСТ 1643-88

$K_{Ha} \approx 1.07$

Коэффициент нагрузки = 1,144

$K_{H\beta} = 1.04$

$K_{Ha} = 1$

$K_{Hv} = 1.10$

Проверка контактных напряжений:

$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{M_2 K_H (u+1)^2}{b_2 u^2}} = \frac{270}{160} \sqrt{\frac{103.5 \cdot 10^3 \cdot 1.144 \cdot 125}{40 \cdot 16}} = 258.5 \text{ МПа} < [\sigma_H]$$

Силы действующие в зацепление:

Окружная:

$$F_t = \frac{2M_1}{d_1} = \frac{26.7 \cdot 10^3 \cdot 2}{63.8} = 837 \text{ Н}$$

Радиальная:

$$F_r = F_t \cdot \text{tg} 20^\circ = 837 \cdot 0.36 = 301 \text{ Н}$$

Допускаемое напряжение:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma^{\circ} F_{limb}}{[S_F]}$$

Для стали 45 с твердостью НВ < 350, $\sigma^{\circ} F_{limb} = 1,8 \text{ НВ}$

Для шестерни = 415 МПа

Для колеса = 360 МПа

$[S_F] = 1.75$ – коэффициент безопасности

Допускаемые напряжения:

$$\text{Для шестерни } [\sigma_{F1}] = \frac{415}{1.75} = 238 \text{ МПа}$$

$$\text{Для колеса } [\sigma_{F2}] = \frac{360}{1.75} = 206 \text{ МПа}$$

Находим отношение: $\frac{[G_F]}{Y_F}$

$$Y_{F1} = 3.80$$

$$Y_{F2} = 3.60$$

$$\text{Для шестерни: } \frac{237}{3.80} = 62,4 \text{ МПа}$$

$$\text{Для колеса: } \frac{206}{3.60} = 57,5 \text{ МПа}$$

$$K_{F\beta} = 0.18 + 0.82 \cdot K_{H\beta} = 0.18 + 0.82 \cdot 1.04 = 1.03$$

$$K_{F\alpha} = K_{Ha} = 1$$

$$K_{Hv} = 1.10$$

Рассчитываем коэффициент нагрузки:

$$K_F = K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \cdot K_{F\alpha} = 1,03 \cdot 1,10 \cdot 1 = 1,13$$

Определяем напряжение изгиба по формуле:

$$\sigma_F = \frac{Y_F F_t K_F}{b_w m} = \frac{3,60 \cdot 837 \cdot 1,13}{40 \cdot 2} = 45,6 \text{ МПа} \leq [\sigma_F] = 206 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполнено.

1.3 Предварительный расчет валов редуктора

Ведущий вал:

$$d_{b1} = \sqrt[3]{\frac{16T_{k1}}{\pi[\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 26.7 \cdot 10^3}{\pi \cdot 15}} = 20.8 \text{ мм} \approx 21 \text{ мм}$$

Согласовываем диаметры ротора ($d_{дв}$) и вала (d_{b1})

Принимаем $d_{дв} = d_{b1} = 32 \text{ мм}$

Под подшипник примем $d_{п1} = 40 \text{ мм}$

Ведомый вал:

$$d_{b2} = \sqrt[3]{\frac{16T_{k1}}{\pi[\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 103,5 \cdot 10^3}{\pi \cdot 20}} = 29,7 \text{ мм} \approx 30 \text{ мм}$$

Под подшипник примем $d_{n2} = 35$ мм

Принимаем $d_{b2} = 32$ мм

1.4 Конструктивные размеры шестерни и колеса

Шестерню выполняем за одно целое с валом

Ее размеры:

$$d_1 = 63.8 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = 69.8 \text{ мм}$$

$$b_1 = 45 \text{ мм}$$

Колесо:

$$d_2 = 255.2 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = 261.2 \text{ мм}$$

$$b_2 = 40 \text{ мм}$$

Диаметр ступицы:

$$d_{ст} = 1.6 \cdot d_{b2} = 1.6 \cdot 40 = 64 \text{ мм}$$

Длина ступицы:

$$l_{ст} = (1.2 \div 1.5) d_{b2} = (1.2 \div 1.5) 32 = 38.4 \div 48 \text{ мм}$$

Принимаем: $l_{ст} = 48$ мм

Толщина обода:

$$\delta_0 = (2.5 \div 4) m_n = (2.5 \div 4) 3 = 7.5 \div 12 \text{ мм}$$

$$\delta_0 = 9 \text{ мм}$$

Толщина обода:

$$C = 0.3 b_2 = 0.3 \cdot 45 = 13.5$$

1.5 Конструктивные размеры корпуса редуктора

Толщина стенок корпуса и крышки редуктора:

$$\delta = 0.025 a_w + 1 = 0.025 \cdot 160 + 1 = 5 \text{ мм}, \text{ принимаем } \delta = 8 \text{ мм},$$

$$\delta_1 = 0.02 a_w + 1 = 0.02 \cdot 160 + 1 = 3.2 \text{ мм}, \text{ принимаем } \delta = 8 \text{ мм}$$

Толщина фланцев поясов корпуса и крышки:

а) верхний пояс: $b = b_1 = 1.5 \delta = 1.5 \cdot 8 = 12 \text{ мм},$

б) нижний пояс: $p = 2.35 \delta = 2.35 \cdot 8 = 19 \text{ мм}, \text{ принимаем } p = 20 \text{ мм}.$

Диаметры болтов:

а) фундаментных:

$$d_1 = (0.03 \dots 0.036) a_w + 12 = (0.03 \dots 0.036) \cdot 160 + 12 = 16.8 \dots 17.8 \text{ мм},$$

принимаем болты с резьбой $M20$;

б) крепящих крышку к корпусу у подшипников:

$$d_2 = (0.7 \dots 0.75) d_1 = (0.7 \dots 0.75) \cdot 20 = 14 \dots 15 \text{ мм},$$

принимаем болты с резьбой $M16$;

в) соединяющих крышку с корпусом:

$$d_3 = (0.5 \dots 0.6) d_1 = (0.5 \dots 0.6) \cdot 20 = 10 \dots 12 \text{ мм},$$

принимаем болты с резьбой $M12$.

1.6 Расчет цепной передачи

Выбираем роликовую однорядную цепь.

Вращающий момент на ведущей звездочке = $103.5 \cdot 10^3$ Н·мм

Передаточное число = 4,075

Число зубьев:

Ведущая звездочка:

$$Z_3 = 31 - 2U_{ц} = 31 - 2 \cdot 4.075 = 31 - 8.15 = 22.85 \approx 23$$

Ведомая звездочка:

$$Z_4 = Z_3 \cdot U_{ц} = 23 \cdot 4.075 = 93.725 = 94$$

Принимаем:

$$Z_3 = 23$$

$$Z_4 = 94$$

Коэффициент нагрузки: $K_3 = 1.25$

$$n_2 = \frac{\omega_2 \cdot 30}{\pi} = \frac{19.6 \cdot 30}{3.14} = 187.3 \text{ об/мин},$$

При $n = 200$ об/мин – $[p] = 23$ МПа

Шаг цепи ($m = 1$)

$$t = 2.8^3 \sqrt{\frac{M_2 K_3}{Z_3 [p]}} = 2.8^3 \sqrt{\frac{103.5 \cdot 10^3 \cdot 1.25}{23 \cdot 23}} = 17.5 \text{ мм}$$

Принимаем цепь по ГОСТ 13568-75,

$$t = 15.875$$

разрушающая нагрузка: $Q = 22.7 \text{ кН}$

$$A_{оп} = 54.8 \text{ мм}^2$$

Масса $q = 1 \text{ кг/м}$

Скорость цепи:

$$v = \frac{Z_3 t n_3}{60 \cdot 10^3} = \frac{23 \cdot 15.875 \cdot 187.2}{60000} = 1.1 \text{ м/с}$$

Окружное усилие:

$$F_{тц} = \frac{P_2}{v} = \frac{M_2 \omega_2}{v} = \frac{103.5 \cdot 19.6}{1.1} = 1844 \text{ Н}$$

Давление в шарнире проверяем по формуле:

$$P = \frac{F_{тц} K_3}{A_{оп}} = \frac{1844 \cdot 1.25}{54.8} = 42 \text{ МПа}$$

Допускаемое давление $[p]$:

$$[p] = 27[1 + 0.01(Z_3 - 17)] = 27[1 + 0.01(23 - 17)] = 16^3 \text{ МПа}$$

$P < [P]$ – условие выполнено.

Определяем число звеньев цепи:

$$L_t = 2a_t + 0.5Z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t}, \text{ где}$$

$$a_t = \frac{a_u}{t} = 50$$

$$Z_{\Sigma} = 23 + 94 = 117$$

$$\Delta = \frac{Z_4 - Z_3}{2\pi} = \frac{94 - 23}{2 \cdot 3.14} = 11.3$$

$$L_t = 2 \cdot 50 + 0.5 \cdot 117 + 2.6 = 161.1 = 160$$

Межосевое расстояние:

$$A_{ц} = 0.25t \cdot [L_t - 0.5Z_{\Sigma} + \sqrt{(L_t - 0.5Z_{\Sigma})^2 - 8\Delta^2}] = 0.25 \cdot 15.875 + [160 - 58.5 + \sqrt{(160 - 58.5)^2 - 8 \cdot 127.7 - 8 \cdot 127.7}] = 4 \cdot 107.5 = 430 \text{ мм}$$

Для свободного провисания цепи предусматриваем возможность уменьшения межосевого расстояния на 0,4%.

$$430 \cdot 0.004 = 1,72 \text{ мм}$$

Диаметры делительных окружностей звездочек:

$$d_{\partial 3} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_3}} = \frac{15.875}{0.13} = 122.1 \text{ мм}$$

$$d_{\partial 4} = \frac{t}{\sin \frac{180}{Z_4}} = \frac{15.875}{0.03} = 529 \text{ мм}$$

Диаметры наружных окружностей звездочки:

$$D_{e3} = t \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{Z_3} + 0.7 \right) - 0.3d_1 = 15.85 \left(\operatorname{ctg} \frac{180}{23} + 0.7 \right) - 3,$$

Где $d_1 = 10.16$ – диаметр ролика цепи.

$$D_{e3} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z_3}} + 0.6t = \frac{15.875}{\operatorname{tg} \frac{180}{23}} + 9.5 = 123 \text{ мм}$$

$$D_{e4} = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180}{Z_4}} + 0.6t = \frac{15.875}{\operatorname{tg} \frac{180}{94}} + 9.5 = 539 \text{ мм}$$

Силы, действующие на цепь:

Окружная $F_{тц} = 1844 \text{ Н}$ – определена выше

От центробежных сил: $F_U = qv^2 = 1 \cdot 1.1^2 = 1.21 \text{ Н}$

От провисания: $F_f = 9.81 \text{ кг} \cdot q_{ац} = 9.81 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0.43 = 25 \text{ Н}$

$K_f = 6$.

Расчетная нагрузка на валы:

$$F_b = F_{тц} + 2F_f = 1844 + 2 \cdot 25 = 1894 \text{ Н.}$$

Коэффициент запаса прочности цепи:

$$S = \frac{Q}{F_{тц} K_{\partial} + F_f + F_f} = \frac{22.7 \cdot 10^3}{1844 \cdot 1 + 1.12 + 25} = \frac{22700}{1870.21} = 12.13,$$

Это больше, чем нормативный коэффициент запаса $[s] = 9.4$; следовательно условие $s > [s]$ выполнено.

Размеры ведущей звездочки:

ступица звездочки: $d_{cm} = 1.6 \cdot 32 = 51,2 \text{ мм}$; $l_{cm} = (1,2 \div 1,6) \cdot 32 = 38,4 \div 51,2$, принимаем 45 мм

толщина диска звездочки $0,93B_{вн} = 0.93 \cdot 9.65 = 9 \text{ мм}$

1.7 Первый этап компоновки редуктора

На межосевом расстоянии $a_w = 160 \text{ мм}$ вычерчиваем упрощенно шестерню и колесо в виде прямоугольников, шестерня выполнена заодно с валом, длина ступицы колеса равна ширине венца и не выступает за пределы прямоугольника.

Очерчиваем внутреннюю стенку корпуса:

- а) принимаем зазор между торцом шестерни и внутренней стенкой корпуса $A_1 = 8 \text{ мм}$;

б) принимаем зазор от окружности вершин зубьев колеса до внутренней стенки корпуса $A_2 = \delta = 9 \text{ мм}$;

в) принимаем расстояние между наружным диаметром подшипника ведущего вала и внутренней стенкой корпуса $A = \delta = 8 \text{ мм}$, где δ - толщина стенки корпуса редуктора.

Предварительно намечаем радиальные шарикоподшипники средней серии. Габариты подшипников выбираем по диаметру валов в месте посадки подшипников: $d_{n1} = 40 \text{ мм}$, $d_{n2} = 35 \text{ мм}$. Выбираем подшипники: 308 (для ведущего вала) и 307 (для ведомого вала).

Находим конструктивные расстояния (расчетом или непосредственно замером на чертеже): на ведущем валу:

$$L_1 = 52 \text{ мм},$$

на ведомом валу:

$$L_2 = 50 \text{ мм}$$

Принимаем окончательно: $L_1 = L_2 = 52 \text{ мм}$.

Глубина гнезда подшипников: $l_z = 1,5B = 1,5 \cdot 23 = 34,5 \approx 35 \text{ мм}$.

Толщину фланца крышки подшипника принимаем равной $\Delta = 5 \text{ мм}$.

Диаметр отверстия в крышке $d_o = 7 \text{ мм}$. Высоту головки болта примем $0,7d_o = 0,7 \cdot 7 = 4,9 \approx 5 \text{ мм}$.

1.8 Проверка долговечности подшипника

Ведущий вал:

Из предыдущих расчетов для прямозубой шестерни имеем: окружная сила $F_t = 837 \text{ Н}$, радиальная сила $F_r = 301 \text{ Н}$, из первого этапа компоновки $L_1 = 51 \text{ мм}$.

Определяем реакции опор:

в горизонтальной плоскости xz :

$$R_{x1} = R_{x2} = 0,5F_t = 0,5 \cdot 837 = 418,5 \text{ Н};$$

в вертикальной плоскости yz :

$$R_{y1} = R_{y2} = \frac{F_r}{2} = \frac{301}{2} = 150,5 \text{ Н}$$

Суммарные реакции:

$$Pr_1 = Pr_2 = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{418,5^2 + 150,5^2} = 445 \text{ Н}$$

Строим эпюры изгибающих и крутящих моментов и определяем наиболее опасное сечение по условию максимума моментов.

$$M_x = R_{y1} \cdot L_1 = 150 \cdot 0,051 = 7,7 \text{ Нм},$$

$$M_y = R_{x1} \cdot L_1 = 418,5 \cdot 0,051 = 21,3 \text{ Нм},$$

Определяем эквивалентный момент в наиболее опасном сечении вала:

$$P_{\Sigma} = \sqrt{M_H^2 + M_1^2} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_1^2} = \sqrt{7,7^2 + 21,3^2 + 26,7^2} = 35 \text{ Нм}$$

Условие выполняется т.к $P = 445 < C_0 = 22400$

Расчетная долговечность: млн.об.

$$L = \left(\frac{C}{R}\right)^3 = \left(\frac{41000}{445}\right)^3 = 778688 \text{ млн.об.}$$

Расчетная долговечность в часах:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60n_1} = \frac{778688 \cdot 10^6}{60 \cdot 750} = 17,3 \cdot 10^6 \text{ ч.}$$

Ведомый вал:

Ведомый вал несет те же нагрузки, что и ведущий: окружная сила $F_t = 837 \text{ Н}$, радиальная сила $F_r = 301 \text{ Н}$, но на этот вал добавляется нагрузка от цепной передачи $F_{\Sigma} = 1894 \text{ Н}$. Из первого этапа компоновки: $L_2 = L_3 = 50,5 \text{ мм}$.

Определяем реакции опор:

В плоскости xz :

$$R_{x3} = \frac{(F_t \cdot L_2 - F_t \cdot L_3)}{2 \cdot L_2} = \frac{(837 \cdot 0,0505 - 1894 \cdot 0,0505)}{2 \cdot 0,0505} = -527,7$$

$$R_{x4} = \frac{[F_t L_2 + F_{\Sigma} (2L_2 + L_3)]}{2L_2} = \frac{837 \cdot 0,0505 + 18,94 \cdot (0,0505 + 0,0505)}{50,5 \cdot 2} = 3259,5$$

Проверка:

$$R_{x3} + R_{x4} - (F_t + F_{bx}) = -527.7 - 3259.5 - (837 + 1894) = 0$$

$$R_{y3} = \frac{(F_r \cdot l_2 + R_b \cdot l_3)}{2l_2} = \frac{301 \cdot 50.5 + 1894 \cdot 50.5}{101} = 1097.5$$

$$R_{y4} = \frac{(-F_r \cdot l_2 + F_b(2l_3 + l_3))}{2l_2} = \frac{-301 \cdot 50.5 + 1894 \cdot (101 + 50.5)}{101} = 2690.5$$

Проверка:

$$R_{y3} - R_{y4} - (F_r + F_b) = 1097.5 - 2690.5 - 301 + 1894 = 0$$

Суммарные реакции:

$$P_{r3} = \sqrt{R_{x3}^2 + R_{y3}^2} = \sqrt{527.7^2 + 1097.5^2} = 1217.8 \text{ Н}$$

$$P_{r4} = \sqrt{R_{x4}^2 + R_{y4}^2} = \sqrt{3259.5^2 + 2690.5^2} = 4226.5 \text{ Н}$$

$$M_x = M_y = F_b \cdot L_3 = 1894 \cdot 0.051 = 96.6 \text{ Нм}$$

$$M_y = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_2^2} = \sqrt{96.6^2 + 96.6^2 + 103.5^2} = 171.4 \text{ Нм}$$

Условие выполнено т.к $R=4226.5 \leq C_0 = 18000 \text{ Н}$

Расчетная долговечность:

$$L = \left(\frac{C}{R}\right)^3 = \left(\frac{33200}{4226.5}\right)^3 = 493 \text{ млн.об.}$$

Расчетная долговечность:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60n1} = \frac{493000000}{11232} = 43892.6 \text{ ч.}$$

1.9 Второй этап компоновки редуктора

Вычерчиваем шестерню и колесо по конструктивным размерам, найденным ранее. Шестерню выполняем заодно с валом.

Конструируем узел ведущего вала:

а) наносим осевые линии, удаленные от середины редуктора на расстояния L_1 . Используя эти осевые линии, вычерчиваем в разрезе подшипники качения;

б) между торцами подшипником и внутренней поверхностью стенки корпуса вычерчиваем мазеудерживающие кольца, их торцы должны выступать внутрь корпуса на 1-2 мм от внутренней стенки;

в) вычерчиваем крышки подшипников с уплотнительными прокладками (толщиной 1мм) и болтами;

г) переход ведущего вала от диаметра 35мм к диаметру 32мм на концевом участке выполняем на расстоянии 10-15мм от торца крышки подшипника так, чтобы ступица муфты не задевала за головки болтов крепления крышки.

Аналогично конструируем узел ведомого вала.

Отложив от середины редуктора расстояние L_2 , проводим осевые линии и вычерчиваем подшипники, мазеудерживающие кольца, крышки подшипников с прокладками и болтами.

1.10 Проверка прочности шпоночных соединений

Размеры сечений шпонок и длины шпонок – по ГОСТ 23360-78

Материал шпонок – сталь 45 нормализованная.

Ведущий вал:

$$d = 32 \text{ мм}; b \times h = 10 \times 8 \text{ мм}; t_1 = 5 \text{ мм.}$$

Длина шпонки 70 мм (при длине полумуфты МУВП 80 мм)

$$\text{Момент на ведущем валу} = M_1 = 26,7 \cdot 10^3 = \text{Н} \cdot \text{мм}$$

$$\sigma_{см}^{max} = \frac{2M}{d(h-t_1)(1-b)} \leq [\sigma]_{см} = \frac{2 \cdot 125 \cdot 10^3}{32(8-5)(70-10)} = 43,5 \text{ МПа} < [\sigma]_{см}$$

Ведомый вал:

Из двух шпонок – под зубчатым колесом и под звездочкой – больше нагружена вторая (меньше диаметр вала и, соответственно, размеры шпонки), поэтому проверяем на смятие вторую шпонку.

Под звездочкой:

$$d = 32 \text{ мм}; b \times h = 10 \times 8 \text{ мм}; t_1 = 5 \text{ мм.}$$

Длина шпонки 35 мм

$$\text{Момент на ведущем валу} = M_2 = 103,5 \cdot 10^3 = \text{Н} \cdot \text{мм}$$

$$\sigma_{см}^{max} = \frac{2M}{d(h-t_1)(1-b)} \leq [\sigma]_{см} = \frac{2 \cdot 103,5 \cdot 10^3}{32(8-5)(35-10)} = 26,5 \text{ МПа} <$$

1.11 Выбор сорта масла

Смазывают зубчатое зацепление окутанием зубчатого колеса в масло, заливаемое внутрь корпуса до уровня, обеспечивающего погружение колеса примерно на 10мм. Объем масляной ванны определяем из расчета $0,25 \text{ дм}^3$ масла на 1кВт передаваемой мощности: $V_M = 0,25 \cdot 2,24 = 0,56 \text{ дм}^3$.

Устанавливаем вязкость масла в зависимости от окружной скорости. В нашем случае окружная скорость составляет 2,5м/с и рекомендуемая кинематическая вязкость при контактом напряжении 530МПа составляет 34мм²/с. Определяем для этой вязкости тип масла И-Г-А-32.

Подшипники смазываем пластичной смазкой типа Литол-24, которую закладываем в подшипниковые камеры при сборке. Периодически смазку пополняем шприцем через пресс-масленки.

1.12 Выбор муфты

Муфты выбирают по ГОСТ в зависимости от диаметров соединяемых валов и расчетного вращающего момента.

$$M_p = k \cdot M, \text{ поскольку передача прямозубая, } k = 2,5 \div 4$$

$$M_p = 3 \cdot 26,7 \cdot 10^3 = 80,1 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Принимаем: Муфта упругая втулочно-пальцевая, ГОСТ 21424-75.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

3.1. Характеристика процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица 5

№ п/п	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений, обучающихся
1.	Расчетно-графическая работа	систематически на практических занятиях /письменно и устно / в личном кабинете	экспертный	По пятибалльной шкале	ведомость текущего контроля
2.	Задания по выполнению практической работы	систематически на практических занятиях / письменно и устно / в личном кабинете	экспертный	По пятибалльной шкале	ведомость текущего контроля
3.	Тест	систематически на практических занятиях / письменно / в личном кабинете	экспертный	По пятибалльной шкале	ведомость текущего контроля
4.	Промежуточная аттестация – вопросы к зачету	по окончании изучения дисциплины/ устно и письменно	экспертный	зачет/незачет	Зачетная ведомость, зачетная книжка
5.	Промежуточная аттестация – вопросы к курсовой работе	по окончании изучения дисциплины/ устно и письменно	экспертный	по пятибалльной шкале	Ведомость приема курсовых работ, зачетная книжка
6.	Промежуточная аттестация – вопросы к экзамену-	по окончании изучения дисциплины/ устно и письменно	экспертный	по пятибалльной шкале	Экзаменационная ведомость, зачетная книжка

3.2. Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины во время занятий (текущий контроль успеваемости)

Критерии оценки и шкала оценивания расчетно-графических работ

Таблица 6

Шкала оценивания	Критерии оценки	Кол-во баллов
«Отлично»	Студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному).	(31-40) баллов
«Хорошо»	Студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы, допуская незначительные погрешности, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено максимальным числом баллов).	(21-30) баллов
«Удовлетворительно»	Студент показывает достаточные, но неглубокие знания программного	(11-20) баллов

	материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами, для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы, достигнуты минимальные или выше показатели рейтинговой оценки при наличии выполнения предусмотренных РПД учебных заданий	
«Неудовлетворительно»	Ответы на вопросы даны не верно	(0-10) баллов

Критерии оценивания задач для решения на практических занятиях

Таблица 7

Шкала оценивания	Критерии оценки	Кол-во баллов
«Отлично»	выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	(31-40) баллов
«Хорошо»	выставляется студенту, если он по существу излагает материал, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Знает наиболее важные закономерности	(21-30) баллов
«Удовлетворительно»	выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Знает перечень наиболее важных категорий, основные направления взаимодействия указанных категорий. Умеет определять смысл. Владеет основными методами способами и средствами получения, хранения, переработки информации.	(11-20) баллов
«Неудовлетворительно»	выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на практикоориентированные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	(0-10) баллов

Критерии оценивания теста

Таблица 6

Шкала оценивания	Критерии оценки	Кол-во баллов
«Отлично»	Студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному).	(16-20) баллов
«Хорошо»	Студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы, допуская незначительные погрешности, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено максимальным числом баллов).	(11-15) баллов
«Удовлетворительно»	Студент показывает достаточные, но неглубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами, для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы, достигнуты минимальные или выше показатели рейтинговой оценки при наличии выполнения предусмотренных РПД учебных заданий	(6-10) баллов
«Неудовлетворительно»	Ответы на вопросы даны не верно	(0-5) баллов

Общие критерии и шкала оценивания результатов для допуска к промежуточной аттестации

Таблица 8

Наименование оценочного средства		Балльная шкала
1.	Расчетно-графическая работа	0-40 баллов
2.	Задания по выполнению практической работы	0-40 баллов

3.	Тест	0-20 баллов
Итого:		100 баллов

Максимальное количество баллов за семестр – 100. Обучающийся допускается к экзамену при условии 51 и более набранных за семестр баллов.

3.3. Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации

Успеваемость на **зачете** определяется оценками: «зачтено», «не зачтено».

Оценку «зачтено» получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 51-100 %**, показавший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные рабочей программой, усвоивший основную и ознакомленный с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования менее чем **на 51%**, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий.

Шкала оценивания результатов

Таблица 9

Процентная шкала (при ее использовании)	Оценка в системе: «зачтено - не зачтено»
0-50%	Не зачтено
51-100%	Зачтено

Основанием для определения оценки на экзамене служит уровень освоения обучающимися материала и формирования компетенций, предусмотренных программой учебной дисциплины.

Успеваемость на **экзамене** определяется оценками: 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

Оценку «отлично» получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 85-100 %**, показавший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные рабочей программой, усвоивший основную и ознакомленный с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных положений учебной дисциплины, необходимых для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

Оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 71-84 %**, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные рабочей программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, продемонстрировавшим систематическое владение материалом дисциплины, способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности, но допустившим несущественные неточности в ответе.

Оценку «удовлетворительно» получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 51-70 %**, обнаруживший знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных рабочей программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных недочетов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, освоившему компетенции дисциплины на всех этапах их формирования менее чем **на 51%**, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий.

Шкала оценивания результатов

Таблица 9

Процентная шкала (при ее использовании)	Оценка в системе «неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо – отлично»
0-50%	Неудовлетворительно
51-70%	Удовлетворительно
71-84%	Хорошо
85-100%	Отлично

Критерии оценивания курсовой работы:

- глубокое знание программного материала – до 40 баллов;
- знание концептуально-понятийного аппарата всей работы – до 20 баллов;

- знание рекомендуемой литературы по курсовой работе – до 20 баллов;
 - логика, четкая структура и аргументированность ответа – до 10 баллов;
 - культура речи, манера общения, готовность к дискуссии – до 10 баллов.
- ИТОГО: до 100 баллов (100 баллов =100%)

Шкала оценивания результатов

Таблица 10

Процентная шкала (при ее использовании)	Оценка в системе «неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо – отлично»
0-50%	Неудовлетворительно
51-70%	Удовлетворительно
71-84%	Хорошо
85-100%	Отлично

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала ФГБОУ ВО «СамГТУ»
в г. Белебее Республики Башкортостан

_____ Л.М. Инаходова
« ____ » _____ 20__ г.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины (модуля)

Б1.О.03.01 «Прикладная механика»

по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по направленности (профилю) подготовки «Электроэнергетические системы и сети»
на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

Разработчик дополнений и изменений:

_____ (должность, степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (ФИО)

Дополнения и изменения рассмотрены и одобрены на заседании кафедры « ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой _____ (степень, звание, подпись) _____ (ФИО)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Б1.О.03.01 «Прикладная механика»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетические системы и сети
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Год начала подготовки	2022
Выпускающая кафедра	Инженерные технологии
Кафедра-разработчик	Инженерные технологии
Объем дисциплины, ч. / з.е.	216 / 6
Форма контроля (промежуточная аттестация)	зачет, экзамен, курсовая работа

Семестр	Час. / з.е.	Лек. зан., час.	Лаб. зан., час.	Практич. зан., час.	КСР	СРС	Контроль	Форма контроля
2	108 / 3	16	-	32	3	57		зачет
3	108 / 3	16	-	32	3	21	36	экзамен, курсовая работа
Итого	216 / 6	32	-	64	6	78	36	зачет, экзамен, курсовая работа

Универсальные компетенции:	
не предусмотрены учебным планом	
Общепрофессиональные компетенции:	
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ИД-3 ОПК-3	Демонстрирует понимание физических явлений, знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач
Профессиональные компетенции:	
не предусмотрены учебным планом	

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с составлением расчетной схемы реальной конструкции и расчетом её на прочность с использованием основных гипотез и моделей механики материалов и конструкций; оценкой долговечности конструкции; проектированием и конструированием механических передач и валов, а также разработкой конструкторской документации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме расчетно-графических работ; заданий по выполнению практической работы, тестов и промежуточный контроль - в форме зачета, курсовой работы и экзамена.