



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ФИЛИАЛ ДФУ В Г.АРСЕНЬЕВЕ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор филиала ДФУ
в г. Арсеньеве
Ю.Ф. Обнев
« 24 » 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ДЕТАЛИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН ***

Специальность 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»

специализация/ Вертолетостроение

Форма подготовки очная/заочная/заочная (ускоренное обучение на базе СПО)

курс 3/3, 4/3 семестр 5, 6/-/-

лекции 44/18/10 час.

практические занятия – 60/14/8 час.

лабораторные работы час.

с использованием МАО – 32/8/4 час.

в электронной форме лек./ пр.-/ лаб.-.

всего часов контактной работы 104/32/18 час.

в том числе с использованием МАО час, в электронной форме – час.

самостоятельная работа 112/184/126 час.

в том числе на подготовку к зачету – 36/13/9 час.

изучено и переаттестовано: -/-/72 час.

курсовая работа – курс / курсовой проект: 6/-/- семестр 3/4/3 курс

зачет 5/-/- семестр, 3/3, 4/- курс

экзамен: 6/-/- семестр, 3/4/3 курс

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2016 г. № 1165

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры, протокол № 2 от «22» сентября 2016г.

Составитель (ли): доцент, Е.С. Бронникова

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рис. 12.4

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Детали механизмов и машин»

Учебная дисциплина «Детали механизмов и машин» предназначена для студентов специальности 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение, специализация «Вертолётостроение». Дисциплина изучается на третьем курсе, в пятом и шестом семестрах по дневной форме обучения, на третьем и четвёртом курсах по заочной форме обучения, на третьем курсе по заочной форме обучения ускоренное обучение на базе СПО

Трудоёмкость дисциплины составляет: 6 зачётных единиц, 216 часов. в том числе, лекции – 44/ 18/ 10 час.; практические занятия 60/ 14/ 8 час. самостоятельная работа – 112/ 184/ 126 час., в том числе на подготовку к экзамену 36/ 13/ 9 час. Изучено и переаттестовано -/ -/ 72 час. На 3/ 4/ 3 курсе предусмотрено выполнение курсового проекта.

Дисциплина относится к базовой части учебного плана по данной специальности.

Дисциплина «Детали механизмов и машин» находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с такими учебными дисциплинами базовой части математического и естественнонаучного цикла, как: математика, физика, – дисциплинами базовой части профессионального цикла: начертательная геометрия и инженерная графика, теоретическая механика, теория машин и механизмов, сопротивление материалов, технические измерения. «Входными» знаниями и умениями, необходимыми для освоения дисциплины обучающимися, выступают знания соответствующего математического аппарата; основы инженерной графики, основы кинематики, статики, методы анализа сил, основы расчётов на прочность и усталостную прочность элементов конструкций, основы теории эвольвентного зубчатого зацепления, основы машиностроительного материаловедения, допуски, посадки, основы компьютерной графики.

В свою очередь, предметное знание дисциплины является одним из составляющих фундаментального инвариантного ядра формирования структуры и содержания специальных дисциплин профессионального цикла подготовки специалистов в области самолёто- и вертолётостроения. Профессионально-деятельностные методы расчёта и конструирования деталей механизмов и машин, формируемые в процессе изучения дисциплины, выступают в качестве ориентирующей основы организации предметного содержания дисциплин профессионального цикла подготовки специалиста.

Цель: обучение студентов основам конструирования и расчета деталей и передаточных механизмов, способам соединения деталей машин и механизмов, основам расчета и конструирования с учетом условий производственной технологии и эксплуатации, а также развитие инженерного мышления, направленного на создание узлов и конструкций, функционирующих в заданных габаритах и удовлетворяющих заданным критериям работоспособности.

Задачи:

- Изучение конструкций и принципов работы деталей и узлов машин, инженерных расчётов по критериям работоспособности, основ проектирования и конструирования
- Формирование умений применять методы анализа и стандартные методы расчёта при проектировании деталей узлов машин
- Формирование навыков инженерных расчётов и проектирования типовых узлов машиностроительных конструкций, разработки конструкторской документации

Для успешного изучения дисциплины «Детали механизмов и машин» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОК-7. Владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения

ОПК-6. Способность самостоятельно или в составе группы осуществлять научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания

ОПК-8. Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, умение работать с компьютером как средством управления информацией

ПК-7. Готовность разрабатывать рабочую техническую документацию и обеспечивать оформление законченных проектно-конструкторских работ

ПК-8. Наличие навыков в общении с нормативно-технической документацией и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам в области Самолето- и вертолетостроения

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций):

Общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций):

ОПК-2. Способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений

ОПК-4. Способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований

Профессиональные компетенции (элементы компетенций):

ПК-1. Готовность к решению сложных инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин

Компетенции и этапы их формирования сведены в таблицу.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2. Способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	Знает	<p>принципы, способы и методы саморазвития и самообразования, содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности при изучении основных видов и основ расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, общих вопросов конструирования и расчёта механических передач разъемных и неразъемных соединений деталей авиационных и общемашиностроительных конструкций.</p> <p>Классификацию, принципы работы, особенности конструкций механических передач и деталей и узлов передач и применять их на практике</p>
	Умеет	<p>планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности;</p> <p>при выполнении основных видов расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, при изучении вопросов конструирования и расчёта механических передач, творчески использовать знания в разработке проектов приводных станций транспортных систем</p>
	Владеет	<p>технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности при изучении основных видов и расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, общих вопросов конструирования и расчёта механических передач, полученных из разных источников. Владеет навыками использования различных видов информации, в т.ч. научно-технической, справочной, периодической, нормативной, Интернет-ресурсами и др., в учебной и профессиональной деятельности</p>
ОПК-4. Способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты	Знает	<p>Знает принципы планирования личного времени, способы и методы саморазвития и самообразования, в том числе, в сфере научных исследований по направлению предметной области.</p>

своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований		Знает ГОСТы, ЕСКД по правилам оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач
	Умеет	Умеет самостоятельно овладевать знаниями и навыками их применения в профессиональной деятельности; оценивать разработанные конструкции в профессиональной деятельности; давать правильную самооценку, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; разработать рабочую техническую документацию с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач
	Владеет	Навыками самостоятельной, творческой работы, умением организовать свой труд; способностью к самоанализу и самоконтролю, к самообразованию и самосовершенствованию, к поиску и реализации новых, эффективных форм организации своей деятельности; навыками использования творческого потенциала для практической разработки и оформления технической документации с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач, в том числе и в области научной деятельности
ПК-1. Готовность к решению сложных инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	Знает	Знает основные законы, ГОСТы, ЕСКД, ЕСТД нормативную документацию по правилам оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач, по обозначению на чертежах допусков размеров и отклонений форм и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей по ГОСТ
	Умеет	Умеет разработать рабочую техническую документацию с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач с предоставлением допусков размеров и отклонений форм и расположения поверхностей согласно требованиям ЕСКД и ЕСПД, обозначением шероховатости поверхностей по ГОСТ, термообработки с указанием твердости и других требований
	Владеет	практическими навыками разработки и оформления технической документации с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей

		механических передач и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным документам
--	--	---

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Детали механизмов и машин» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения:

- Лекции-визуализации
- Практические занятия с элементами имитационной профессиональной деятельности
- Решение задач с анализом конкретных производственных ситуаций
- Составление интеллектуальных карт
- Научно-исследовательская деятельность

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (44/ 18/ 10 ЧАС.)

Раздел I. Общие вопросы конструирования механических передач, узлов и деталей, используемых в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях и приводах механизмов и машин (4/ 2/ 2 час.)

Тема 1. Типовые механизмы, узлы и детали, используемые в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях (2/1/ 1 час.)

Механические передачи, узлы и детали, используемые в ЛА и машиностроительных конструкциях.

Особенности эксплуатации деталей, узлов и передач летательных аппаратов. Факторы, влияющие на прочность деталей машин и механизмов летательных аппаратов и машиностроительных передач при статическом нагружении. Факторы, влияющие на прочность деталей машин и механизмов летательных аппаратов машиностроительных передач при действии переменных напряжений.

Тема 2. Основные критерии работоспособности деталей машин и механизмов, пути их обеспечения (2/ 1/ 1 час.)

Прочность. Жесткость. Износостойкость. Теплостойкость. Виброустойчивость. Технологичность. Надёжность.

Конструкционные материалы деталей механизмов и машин. Требования к конструкционным материалам и их характеристики.

Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях (12/ 4/ 2 час.)

Тема 1. Резьбовые соединения (2/ 1/ 0,5 час.)

Классификация резьб и их основные параметры. Резьбовые крепёжные детали. Усилия и моменты в резьбовых соединениях Стопорение резьбовых соединений.

Тема 2. Прочность резьбовых крепёжных деталей при статическом нагружении. Прочность резьбовых крепёжных деталей при переменном нагружении (2/ 1/ 0,5 час.)

Тема 3. Шпоночные соединения (2/0,5/ 0,25 час.)

Шпоночные соединения. Конструкции и основы расчётов.

Тема 4. Зубчатые (шлицевые), штифтовые и клеммовые соединения (2/0,5/ 0,25 час.)

Зубчатые (шлицевые) соединения. Конструкции, способы центрирования и основы расчётов. Профильные соединения

Штифтовые соединения. Конструкции и основы расчётов. Клеммовые соединения.

Тема 5. Заклепочные соединения (2/ 0,5/ 0,25 час.)

Заклепочные соединения, назначение, область применения. Конструкции заклепок, конструкции заклепочных швов. Расчет заклепочных соединений на прочность.

Тема 6. Соединения сваркой (2/0,5/ 0,25 час.)

Сварные соединения. Способы получения сварных соединений, назначение, область применения сварных соединений. Типы сварных швов. Расчеты сварных швов и прочность. Допускаемые напряжения и запасы прочности.

Соединения пайкой. Соединения склеиванием. Достоинства и область применения. Припой и способы получения паяных соединений. Классификация клеев. Основы расчётов на прочность.

Прессовые соединения. Область применения, способы получения достоинства и недостатки прессовых соединений. Расчет требуемого натяга. Расчет температур нагрева или охлаждения деталей.

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач (16/ 6/ 3 час.)

Тема 1. Классификация механических передач. Общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач (2/ 0,5/ 0,25 час.)

Механические передачи. Причины применения передач. Классификация механических передач по принципу передачи движения, по взаимному расположению валов, по характеру передаточного числа. Кинематические схемы механических передач. Передаточное отношение и передаточное число механических передач. Мощность на ведущем и ведомом звеньях передач. Коэффициент полезного действия. Вращающие моменты. Многоступенчатые передачи.

Тема 2. Зубчатые цилиндрические передачи (2/ 1/ 0,5 час.)

Общие сведения. Виды и применение, в том числе, в летательных аппаратах. Достоинства и недостатки. Материалы и термообработка. Кинематика и геометрия. Точность изготовления. Усилия, действующие в зацеплении. Дефекты и разрушения. Особенности передач для летательных аппаратов

Тема 3. Основы расчёта зубчатых цилиндрических передач (2/ 1/ 0,5 час.)

Критерии работоспособности и расчета. Основы расчёта на контактную выносливость и на выносливость по напряжениям изгиба.

Тема 4. Зубчатые косозубые и шевронные цилиндрические передачи, конические зубчатые передачи. (2/ 0,5 / 0,25 час.)

Особенности расчета косозубых и шевронных цилиндрических передач.

Конические зубчатые передачи. Общие сведения и характеристика. Геометрические параметры. Силы в зацеплении конической передачи. Расчет на прочность. Конические передачи с непрямыми зубьями и особенности этих передачах.

Тема 5. Червячные передачи (2/ 1/ 0,5 час.)

Общие сведения. Классификация и область применения. Оценка червячных передач. Геометрия, кинематика, точность червячных передач. материалы для изготовления деталей червячных передач. Силы в зацеплении, к.п.д., самоторможение. Основы расчёта на прочность.

Тема 6. Зубчатые передачи с зацеплением Новикова. Планетарные, дифференциальные и волновые передачи (2/ 0,5/ 0,25 час.)

Зубчатые передачи с зацеплением Новикова. Общие сведения. Геометрические параметры передачи. Расчёты на прочность.

Планетарные и дифференциальные передачи. Общие сведения. Основные схемы планетарных передач. Особенности геометрии. Выбор чисел зубьев и материалов зубчатых колёс. Основы расчёта планетарных передач.

Дифференциальные передачи. Общие сведения. Кинематика и геометрия передач. Конструкция волновой передачи. Основы расчёта волновых передач.

Тема 7. Передачи винт-гайка (2/ 0,5/ 0,25 час.)

Виды передач и области их применения. Передачи винт-гайка с трением скольжения. Передачи винт-гайка с трением качения. Материалы и основы расчёта.

Тема 8. Ременные и цепные передачи (2/ 1/ 0,5 час).

Конструкции ременных передач. Оценка ременных передач. Основные типы и материалы ремней. Геометрия и кинематика ременных передач. Основы расчета ременных передач. Силы и их направления в ремне. Кривые скольжения и к.п.д. Особенности клиноременной передачи. Способы натяжения ремней.

Цепные передачи. Оценка цепных передач. Классификация приводных цепей и их конструкции. Принцип действия и сравнительная оценка. Основные характеристики. Силы в цепной передаче. Кинематика и динамика цепной передачи. Критерии работоспособности и расчета. Основы расчёта цепных передач.

Раздел IV. Детали и узлы передач (12/ 6/ 3 час.)

Тема 1. Валы и оси в передачах (2/ 1/ 0,5 час.)

Общие сведения классификации, конструкции и материалы. Выбор расчетных схем и нагрузок. Проектный расчет валов. Проверочный расчет валов. Краткие сведения об уплотнениях.

Тема 2. Подшипники скольжения (2/ 1/ 0,5 час.)

Подшипники скольжения. Общие сведения и классификация. Условия работы и виды разрушения подшипников скольжения. Режимы трения и критерии расчета. Основы теории жидкостного трения. Практический расчет подшипников скольжения.

Тема 3. Подшипники качения (4/ 2/ 1 час.)

Подшипники качения. Общие сведения и классификация. Напряжения в деталях подшипника. Кинематика подшипника. Динамика подшипника. Основные критерии работоспособности и расчета. Выбор подшипников по динамической грузоподъемности. Эквивалентная динамическая нагрузка. Проверка и выбор подшипников по статической грузоподъемности. Предельная быстроходность подшипника. Особенности расчета нагрузки радиально упорных подшипников. Уплотнения.

Тема 4. Муфты (2/ 1/ 0,5 час.)

Общие сведения, назначение и классификация. Подбор муфт и их проверочный расчет

Тема 5. Корпусные детали механизмов (2/ 1/ 0,5 час.)

Общие сведения. Требования к корпусным деталям. Материалы и конструктивные элементы. Основы расчёта.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Структура и содержание практической части курса включает в себя тематику и содержание практических занятий

Практические занятия (60/ 14/ 8 час.)

Занятие 1. Система организации труда, принципы формирования навыков самостоятельной работы. Научные исследования в области проектирования типовых механизмов, узлов и деталей, используемых в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях (4/ -/ - час.)

План проведения занятия и изучаемые на занятии вопросы:

1. Система организации труда, принципы формирования навыков самостоятельной работы.
2. Принципы, способы и методы саморазвития и самообразования.
3. Принципы самоконтроля и деятельности при изучении курса «Детали механизмов и машин»
4. Научные исследования в области проектирования типовых механизмов, узлов и деталей, используемых в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях
5. Цели и задачи научных исследований
6. Выявление уровня владения знаниями и умениями, способности и интересы студентов в области НИР
7. Выбор темы научного исследования
8. Этапы проведения научного исследования

Занятие 2. Расчёт резьбовых деталей и соединений (4/ 1/ 0,5 час.)

План проведения занятия и изучаемые на занятии вопросы:

1. Расчёт крепёжной резьбы на прочность
2. Расчёт болтов и шпилек на прочность: проектный и проверочный расчёты

3. Расчёт резьбовых соединений, нагруженных отрывающими силами (раскрытие стыка не допускается)
4. Расчёт групп болтов
5. Расчёт болтов фланцевых соединений, нагруженных вращающим моментом
5. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 3. Методика выбора шпонок шпоночных соединений. Расчёт шпоночных соединений (2/ 1/ 0,5 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики выбора шпонок призматических по ГОСТ 23360-78
2. Изучение методики выбора шпонок сегментных по ГОСТ 24071-80
3. Изучение методики расчёта шпоночных соединений
4. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 4. Расчёт сварных соединений (2/ 1/ 0,5 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики расчёта сварных соединений.
2. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 5. Расчёт заклёпочных соединений. (2/ 1/ 0,5 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики расчёта заклёпочных соединений.
2. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 6. Общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач (4/ 1 /0,5 час.)

Цель занятия:

1. Изучение общих кинематических и энергетических соотношений для механических передач
2. Изучение общих кинематических и энергетических соотношений для многоступенчатых механических передач
3. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 7. Проектный и проверочный расчёт зубчатых передач (6/ 2/ 0,5 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики проектного и проверочного расчётов зубчатых передач цилиндрических прямозубых
2. Изучение методики проектного и проверочного расчётов зубчатых передач цилиндрических косозубых
3. Изучение методики проектного и проверочного расчётов зубчатых передач конических
4. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 8. Исследование процесса и характера работы двухступенчатого цилиндрического редуктора. Определение основных параметров двухступенчатого цилиндрического редуктора (6/ 1/ 1 час.)

Цель занятия:

1. Изучение конструкции цилиндрического двухступенчатого зубчатого редуктора. Составление эскиза редуктора, его кинематической схемы, расчетной схемы вала и чертежа одного вала.
2. Измерение и вычисление основных параметров редуктора: передаточного отношения, межосевых расстояний, геометрических параметров зубчатых колес и, в частности, их модуля. Выполнение силового расчета одной ступени и расчет одного вала на прочность.

Занятие 9. Проектный и проверочный расчёт червячных передач (6/ 1/ 1 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методик проектного и проверочного расчётов червячных передач
2. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 10. Исследование процесса и характера работы червячного редуктора. Определение основных параметров червячного редуктора (6/ 1/ 1 час.)

Цель занятия:

- 1.Познакомиться с классификацией, кинематическими схемами, конструкцией, узлами и деталями червячных редукторов.
- 2.Выяснить назначение всех деталей редуктора.
3. Определить параметры зацепления.
- 4.Выяснить назначение регулировки узлов редуктора и произвести регулировку подшипников и зацепления при сборке редуктора.

Занятие 11. Проектный расчёт валов. Составление расчётных схем валов. (6/ 1/ 1 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики проектного расчёта валов
2. Разработка эскизов валов
3. Составление расчётных схем валов
4. Построение эпюр изгибающих и крутящих моментов
5. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 12.Проверочный расчёт валов (4/1/ 0,5 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики проверочного расчёта валов
2. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Занятие 13. Проверочный расчёт подшипников (6/ 2/ 0,5 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики проверочного расчёта подшипников
2. Решение практических задач реконструктивного уровня.

Для групп на базе СПО переаттестовано 72 час.

Темы учебной дисциплины для переаттестации:

1. Особенности эксплуатации деталей узлов и передач летательных аппаратов – 3 час.
2. Конструкционные материалы, деталей механизмов летательных аппаратов – 3 час.

3. Способы упрочнения и защиты от коррозии деталей механизмов летательных аппаратов – 3 час.
4. Резьбовые соединения – 3 час.
5. Клеевые соединения – 3 час.
6. Соединения с натягом – 3 час.
7. Зубчатые передачи. Точность зубчатых передач. Материалы зубчатых колёс. Характер и причины отказов зубчатых передач. Проектный и проверочный расчёты зубчатых передач – 15 час.
8. Червячные передачи. Материалы для изготовления деталей червячных передач. Критерии выбора материалов. Геометрия червячных передач. Проектный и проверочный расчёты передач. – 7 час.
9. Ремённые передачи – 4 час.
10. Цепные передачи – 4 час.
11. Подшипники скольжения – 4 час.
12. Подшипники качения. Классификация. Система обозначений по ГОСТ. – 4 час.
13. Методика расчёта подшипников качения по динамической грузоподъёмности – 8 час.
14. Муфты приводов – 8 час.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Детали механизмов и машин» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
Рис. 12.4
3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях	ОПК-2 ОПК-4 ПК-1	знает	УО-1	Зачёт по рейтинговой системе
			умеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Зачёт по рейтинговой системе
			владеет	ПР-6, ПР-5, ПР-11	Зачёт по рейтинговой системе
2	Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач	ОПК-2 ОПК-4 ПК-1	знает	УО-1	Экзамен в.в. 1...22
			умеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 1...22, защита курсового проекта
			владеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 1...22, защита курсового проекта
3	Раздел IV. Детали и узлы передач	ОПК-2 ОПК-4 ПК-1	знает	УО-1	Экзамен в.в. 23...32
			умеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 23...32, защита курсового проекта
			владеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 23...32, защита курсового проекта

Оценочные средства:

УО-1 – Собеседование

ПР-5 – Курсовая работа

ПР-6 – Практическая работа

ПР-11 – Разноуровневые задачи и задания

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа.

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Тюняев, А.В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали.- СПб.: Лань, 2013.- 192 с. . [Электронный ресурс.] Режим доступа.

<http://e.lanbook.com/view/book/30429/>

3. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 414 с. . [Электронный ресурс.] Режим доступа.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

Дополнительная литература

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: учебное пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. – СПб. : Лань, 2013. –352 с.. [Электронный ресурс.] Режим доступа.

<https://e.lanbook.com/reader/book/12953/#1>

2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Т.1 – М.: Машиностроение, 1982. - 729 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа.

<http://www.servotechnica.spb.ru/library/BOOKS/Anurev>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет»**

1. Научная электронная библиотека НЭБ

<http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»

<http://e.lanbook.com/>

3. ЭБС «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/>

4. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»

<http://znanium.com/>

5. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог

<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

6. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам

<http://window.edu.ru/resource>

7. ЭБС IPRbooks

<http://www.iprbookshop.ru/>

8. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

9. Открытая база ГОСТов. [Электронный ресурс.] Режим доступа.

<http://standartgost.ru/>

10. Отраслевые стандарты ОСТ. [Электронный ресурс.] Режим доступа.

<http://normativ.info/ost/ost.html>

11. Детали машин. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения. Составитель: к.т.н., доцент кафедры теоретической и прикладной механики Каримов Ильдар. Башкирский государственный аграрный университет. Кафедра теоретической и прикладной механики.

<http://www.detalmach.ru/>. [Электронный ресурс.] Режим доступа.

На сайте предоставлены следующие учебные материалы:

- [Лекции по деталям машин](#)
- [Лекции по динамике и усталости машин](#)
- [Расчетно-графические работы](#)
- [Курсовое проектирование](#)
- [Методическое пособие по выполнению курсового проекта](#)
- [Расчет и проектирование деталей и узлов машин на ЭВМ](#)
- [Лабораторные работы](#)
- [Тесты для самоконтроля](#)
- [Практические задачи](#)
- [Справочные данные](#)
- Литература
- Информация об [известных ученых-механиках](#)
- [Фото галерея механизмов](#)
- [Учебные кинофильмы](#)

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Программное обеспечение.

1. Windows 7
2. MS Office.
3. Siemens NX
4. Компас 3D

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины

Овладением необходимыми профессиональными знаниями, умениями и навыками должно завершиться изучение дисциплины. Данный результат может быть достигнут только после значительных усилий. При этом важное значение имеют не только старание и способности, но и хорошо продуманная организация труда студента, и прежде всего правильная организация времени.

По каждой теме дисциплины «Детали механизмов и машин» предполагается проведение аудиторных занятий: чтение лекций, проведение практических занятий. Большое значение имеет и самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа студентов включает в себя следующие виды работ: работа с научной литературой при изучении тем, предназначенных к самостоятельному изучению; работа с лекционным материалом и литературой при подготовке к практическим занятиям и их защите; подготовка к экзамену, выполнение курсового проекта.

Время, на изучение дисциплины и планирование объема времени на самостоятельную работу студента отводится согласно рабочему учебному плану данной специальности. Предусматриваются также активные формы обучения, такие как: практические занятия с элементами имитационной профессиональной деятельности, решение задач с анализом конкретных производственных ситуаций, составление интеллектуальных карт, научная работа.

Для сокращения затрат времени на изучение дисциплины в первую очередь, необходимо своевременно выяснить, какой объем информации следует усвоить, какие умения приобрести для успешного освоения дисциплины, какие задания выполнить для того, чтобы получить достойную оценку. Сведения об этом: списки рекомендуемой и дополнительной литературы, практических занятий, тестовые задания, а также другие необходимые

материалы имеются в разработанной рабочей учебной программе дисциплины.

Регулярное посещение лекций и практических занятий не только способствует успешному овладению профессиональными знаниями, но и помогает наилучшим образом организовать время, т.к. все виды занятий распределены в семестре планомерно, с учетом необходимых временных затрат. Важная роль в планировании и организации времени на изучение дисциплины отводится знакомству с планом-графиком выполнения самостоятельной работы студентов по данной дисциплине. В нем содержится виды самостоятельной работы для всех разделов дисциплины, указаны примерные нормы времени на выполнение и сроки сдачи заданий.

Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась, целесообразно изучать ее поэтапно – по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. При подготовке к практическим занятиям целесообразно за несколько дней до занятия внимательно 1..2 раза прочесть нужную тему, попытавшись разобраться со всеми теоретико-методическими положениями и примерами. Для более глубокого усвоения учебного материала крайне важно обратиться за помощью к основной и дополнительной учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией. Консультации проводятся еженедельно по расписанию. За день до практического занятия крайне важно повторить определения базовых понятий, классификации, структуры и другие базовые положения.

Важной частью работы студента является знакомство с рекомендуемой и дополнительной литературой, поскольку лекционный материал, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, содержит лишь минимум необходимых теоретических сведений. Высшее образование предполагает более глубокое знание предмета. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской

работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы.

Работу по конспектированию дополнительной литературы следует выполнять, предварительно изучив планы практических занятий. В этом случае ничего не будет упущено и студенту не придется возвращаться к знакомству с источником повторно. Правильная организация работы, чему должны способствовать данные выше рекомендации, позволит студенту своевременно выполнить все задания, получить достойную оценку и избежать, таким образом, необходимости тратить время на переподготовку и передачу предмета.

Подготовленный студент легко следит за мыслью преподавателя, что позволяет быстрее запоминать новые понятия, сущность которых выявляется в контексте лекции. Повторение материала облегчает в дальнейшем подготовку к экзамену.

Студентам рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины «Детали механизмов и машин»:

- изучение конспекта лекции в тот же день после лекции – 10 ... 15 минут;
- повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10 ... 15 минут;
- изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе и конспекту – 0,5 час в неделю;
- подготовка к практическому занятию – 0,4 часа.

Тогда общие затраты времени на освоение курса «Детали механизмов и машин» студентами составят около 1,4 часа в неделю.

Описание последовательности действий обучающихся, или алгоритм изучения дисциплины

Учебный процесс студента по дисциплине «Детали механизмов и машин» сводится в последовательном изучении тем аудиторных занятий: лекционных и практических. На основе лекционных занятий, студент переходит к выполнению практических работ. Кроме того, для углубленного изучения

определенной темы студентом самостоятельно выполняется задания согласно методическим указаниям по самостоятельной работе.

Освоение дисциплины «Детали механизмов и машин» включает несколько составных элементов учебной деятельности.

1. Внимательное чтение рабочей программы дисциплины, что помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов.
2. Изучение методических рекомендаций по самостоятельной работе студентов.
3. Важнейшей составной частью освоения дисциплины является посещение лекций (обязательное) и их конспектирование.

Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебной литературой, учебными пособиями и научными материалами.

Обязательное составление интеллект-карт по основным разделам учебного материала. Обязательное ведение глоссария, т.к. при изучении дисциплины студенты знакомятся с новыми для них понятиями и терминами, поэтому ведение глоссария поможет запомнить новые термины и определения по дисциплине.

Регулярная подготовка к практическим занятиям, активная работа на занятиях, включающая:

1. Повторение материала лекции по теме практического занятия.
Составление интеллект карт по теме.
2. Знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями преподавателя по подготовке к занятию
3. Изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях и научных материалах
4. Чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
5. Выписывание основных терминов по теме, нахождение их объяснения в технических словарях и ведение глоссария

6. Составление конспекта, при необходимости, плана ответа на основные вопросы практического занятия, составление схем, таблиц, интеллект карт
7. Посещение консультаций преподавателя с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к занятию, передаче контрольных заданий.
8. Подготовка к устным опросам, самостоятельным и контрольным работам.
9. Самостоятельная проработка тем, не излагаемых на лекциях. Написание конспекта по рекомендуемым преподавателем источникам.
10. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины «Детали механизмов и машин».

При непосещении студентом определенных занятий, по уважительной причине, студентом отрабатывается материал на занятиях, при этом баллы за данное занятие не снижаются. Если же уважительность пропущенного занятия студентом документально не подтверждается, в таких случаях баллы по успеваемости снижаются. В целях уточнения материала по определенной теме студент может посетить часы консультации преподавателя, согласно графику. По окончании учебного курса в пятом семестре студент проходит промежуточный контроль знаний по данной дисциплине в форме зачёта. По окончании всего учебного курса студенты защищают курсовой проект и сдают экзамен.

Таким образом, при изучении курса «Детали механизмов и машин» следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 ... 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 ... 15 минут).

3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой и для решения задач (по 1 часу).

4. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по теме занятия, изучить примеры. Решая задачу, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1... 2 практические задачи.

Рекомендации по ведению конспектов лекций

Конспектирование лекции – важный шаг в запоминании материала, поэтому конспект лекций необходимо иметь каждому студенту. Задача студента на лекции – одновременно слушать преподавателя, анализировать и конспектировать информацию. При этом как свидетельствует практика, не нужно стремиться вести дословную запись. Таким образом, лекцию преподавателя можно конспектировать, при этом важно не только внимательно слушать лектора, но и выделять наиболее важную информацию и сокращенно записывать ее. При этом одно и то же содержание фиксируется в сознании четыре раза: во-первых, при самом слушании; во-вторых, когда выделяется главная мысль; в-третьих, когда подыскивается обобщающая фраза, и, наконец, при записи. Материал запоминается более полно, точно и прочно.

Хороший конспект – залог четких ответов на занятиях, хорошего выполнения устных опросов, самостоятельных и контрольных работ. Значимость конспектирования на лекционных занятиях несомненна. Проверено, что составление эффективного конспекта лекций может сократить в четыре раза время, необходимое для полного восстановления нужной информации. Для экономии времени, перед каждой лекцией необходимо внимательно прочитать материал предыдущей лекции, внести исправления, выделить важные аспекты изучаемого материала

Конспект помогает не только лучше усваивать материал на лекции, он оказывается незаменим при подготовке экзамену. Следовательно, студенту в

дальнейшем важно уметь оформить конспект так, чтобы важные моменты культурологической идеи были выделены графически, а главную информацию следует выделять в самостоятельные абзацы, фиксируя ее более крупными буквами или цветными маркерами. Конспект должен иметь поля для заметок. Это могут быть библиографические ссылки и, наконец, собственные комментарии.

Настоятельно рекомендую составлять интеллект-карты по изучаемому учебному материалу

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические занятия являются одним из видов занятий при изучении курса дисциплины «Детали механизмов и машин» и включают самостоятельную подготовку студентов по заранее предложенному плану темы, конспектирование предложенной литературы, составление схем, таблиц, работу со словарями, учебными пособиями, первоисточниками, решение задач и проблемных ситуаций.

Целью практических занятий является закрепление, расширение, углубление теоретических знаний, полученных на лекциях и в ходе самостоятельной работы, развитие познавательных способностей.

Задачей практического занятия является формирование у студентов навыков самостоятельного мышления и публичного выступления при изучении темы, умения обобщать и анализировать фактический материал, сравнивать различные точки зрения, определять и аргументировать собственную позицию. Основой этого вида занятий является изучение первоисточников, повторение теоретического материала, решение проблемно-поисковых вопросов. В процессе подготовки к практическим занятиям студент учится:

1. Самостоятельно работать с научной, учебной литературой, научными изданиями, справочниками и специальными Интернет-ресурсами
2. Находить, отбирать и обобщать, анализировать информацию

3. Выступать перед аудиторией

Самоподготовка к практическим занятиям включает такие виды деятельности как:

1. Самостоятельная проработка конспекта лекции, учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы
2. Конспектирование обязательной литературы; работа с первоисточниками, что является основой для обмена мнениями, выявления непонятного
3. Выступления с докладами (домашними заданиями и их защита)
4. Подготовка к опросам и контрольным работам и экзамену.

Собранные сведения, источники по определенной теме могут служить основой для выступления с докладом на занятиях по дисциплине «Детали механизмов и машин». Доклад – вид самостоятельной научно-исследовательской работы, где автор раскрывает сущность исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Различают устный и письменный доклад (по содержанию, близкий к реферату). Выступление с докладом выявляет умение работать с литературой; способность раскрыть сущность поставленной проблемы коллегам по группе, ее актуальность; общую подготовку в рамках дисциплины.

Рекомендации по работе с литературой

Приступая к изучению дисциплины «Детали механизмов и машин», студенты должны не только ознакомиться с рабочей учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в научной библиотеке ДВФУ, но и обратиться к рекомендованным электронным учебникам и учебно-методическим пособиям, завести две тетради для конспектирования лекций и работы с первоисточниками. Самостоятельная работа с учебниками и книгами – это важнейшее условие формирования у студента научного способа познания. Учитывая, что работа студентов с литературой, в частности, с первоисточниками, вызывает определенные трудности, методические рекомендации указывают на методы работы с ней.

Во-первых, следует ознакомиться с планом и рекомендациями преподавателя, данными к практическому занятию. Во-вторых, необходимо проработать конспект лекций, основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях, а также дополнительно использовать интернет-ресурсы. Список обязательной и дополнительной литературы, включающий первоисточники, научные статьи, учебники, учебные пособия, словари, энциклопедии, представлен в рабочей учебной программе данной дисциплины, а также в электронном варианте курса в системе LMS Blackboard. В-третьих, все прочитанные статьи, первоисточники, указанные в списке основной литературы, следует законспектировать. Вместе с тем это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц и источника). Законспектированный материал поможет проанализировать различные точки зрения по спорным вопросам и аргументировать собственную позицию, будет способствовать выработке собственного мнения по проблеме.

Конспектирование первоисточников предполагает краткое, лаконичное письменное изложение основного содержания, смысла (доминанты) какого-

либо текста. Вместе с тем этот процесс требует активной мыслительной работы. Конспектируемый материал содержит информацию трех видов: главную, второстепенную и вспомогательную. Главной является информация, имеющая основное значение для раскрытия сущности того или иного вопроса, темы. Второстепенная информация служит для пояснения, уточнения главной мысли. К этому типу информации относятся разного рода комментарии. Назначение вспомогательной информации – помочь читателю лучше понять данный материал. Это всякого рода напоминания о ранее изложенном материале, заголовки, вопросы.

Работая над текстом, следует избегать механического переписывания текста. Важно выделять главные положения, фиксирование которых сопровождается, в случае необходимости, цитатами. Вспомогательную информацию при конспектировании не записывают. В конспекте необходимо указывать источник в такой последовательности: 1) автор; 2) название работы; 3) место издания; 4) название издательства; 5) год издания; 6) нумерация страниц (на полях конспекта). Эти данные позволят быстро найти источник, уточнить необходимую информацию при подготовке к опросу, тестированию, к контрольной работе. Усвоению нового материала неоценимую помощь оказывают собственные схемы, рисунки, таблицы, графическое выделение важной мысли. На каждой странице конспекта возможно выделение трех-четырех важных моментов по определенной теме. Необходимо в конспекте отражать сущность проблемы, поставленного вопроса, что служит решению поставленной на практическом занятии задаче. Если Вы чувствуете, что не владеете навыком устного изложения, составляйте подробный план материала, который будете излагать. Но только план, а не подробный ответ, т.к. в этом случае Вы будете его читать. Старайтесь отвечать, придерживаясь пунктов плана. Старайтесь не волноваться. Говорите внятно при ответе, не употребляйте слова-паразиты. Преодолевайте боязнь выступлений. Смелее вступайте в полемику и не страдайте, если Вам не удастся в ней победить.

Консультирование преподавателем. Назначение консультации – помочь студенту в организации самостоятельной работы, в отборе необходимой дополнительной литературы, содействовать разрешению возникших вопросов, проблем по содержанию или методике преподавания, а также проверке знаний студента пропущенного занятия. Обычно консультации, которые проходят в форме беседы студентов с преподавателем имеют факультативный характер, т.е. не являются обязательными для посещения. Консультация как дополнительная форма учебных занятий предоставляет студентам возможность разъяснить вопросы, возникшие на лекции, при подготовке к практическим занятиям или экзамену, при написании студенческой научной работы, при самостоятельном изучении материала.

В любом случае, если Вы собрались идти на консультацию:

попытайтесь заранее четко сформулировать свой вопрос (или вопросы);

задавая вопрос преподавателю, покажите, что Вы самостоятельно сделали для его разъяснения.

Рекомендации по подготовке к экзамену

Разъяснения по поводу работы с рейтинговой системой и подготовке к экзамену

Рейтинговая система представляет собой один из очень эффективных методов организации учебного процесса, стимулирующего заинтересованную работу студентов, что происходит за счет организации перехода к саморазвитию обучающегося и самосовершенствованию как ведущей цели обучения, за счет предоставления возможности развивать в себе самооценку. В конечном итоге это повышает объективность в оценке знаний.

При использовании данной системы весь курс по предмету разбивается на тематические разделы. По окончании изучения каждого из разделов обязательно проводится контроль знаний студента с оценкой в баллах. По окончании изучения курса определяется сумма набранных за весь период баллов и выставляется общая оценка, и студент получает допуск к экзамену.

В целях оперативного контроля уровня усвоения материала дисциплины «Детали механизмов и машин» и стимулирования активной учебной деятельности студентов (очной формы обучения) используется рейтинговая система оценки успеваемости. В соответствии с этой системой оценки студенту в ходе изучения дисциплины предоставляется возможность набрать определенный минимум баллов за текущую работу в семестре. Результирующая оценка по дисциплине «Детали механизмов и машин» складывается из суммы баллов текущего контроля и результата сдачи экзамена

«Автоматический» экзамен по дисциплине не выставляется Formой промежуточного контроля знаний студентов по дисциплине «Детали механизмов и машин» является экзамен. Подготовка к экзамену и успешное освоение материала дисциплины начинается с первого дня изучения дисциплины и требует от студента систематической работы:

1. Не пропускать аудиторские занятия (лекции, практические занятия)
2. Активно участвовать в работе (выступать с сообщениями, проявляя себя в роли докладчика и в роли оппонента, выполнять все требования преподавателя по изучению курса, приходить подготовленными к практическим занятиям)
3. Своевременно выполнять контрольные работы.
4. Регулярно систематизировать материал записей лекционных, практических занятий: написание содержания занятий с указанием страниц, выделением (подчеркиванием, цветовым оформлением) тем занятий, составление своих схем, таблиц, интеллект-карт

Подготовка к экзамену предполагает самостоятельное повторение ранее изученного материала не только теоретического, но и практического.

Систематическая и своевременная работа по освоению материалов по дисциплине «материаловедение» становится залогом получения высокой оценки знаний (в соответствии с рейтинговой системой оценок).

Студенты готовятся к экзамену согласно вопросам к экзамену. На экзамены студенты должны показать, что материал курса ими освоен. При подготовке к экзамену студенту необходимо (вопросы к экзамену выдаются в начале семестра):

- ознакомиться с предложенным списком вопросов
- повторить теоретический материал дисциплины, используя материал лекций, отчётов практических занятий, учебников, учебных пособий
- повторить основные понятия и термины дисциплины

В экзаменационном билете по дисциплине «Детали механизмов и машин» предлагается два задания в виде вопросов, носящих теоретический характер и один вопрос практический – решение задачи. Время на подготовку к экзамену устанавливается в соответствии с общими требованиями, принятыми в ДВФУ.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия по дисциплине проводятся в лекционной аудитории, оснащенной интерактивной доской TRIUMPH BOARD (Projection) 78" прямой проекции, проектором Epson EMP 1810 (Д-201), персональным компьютером.

Практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной:

- 3-D принтер Micromake, 3-D Принтер Prism Pro V2 Dual 3D
- сканер Shining 3D EinScan-SE
- редукторы общемашиностроительные и авиационные
- набор измерительного инструмента и инструмента для сборки-разборки машиностроительных узлов
- комплект учебно-наглядных пособий: плакаты в электронном виде по различным темам
- комплекты машиностроительных узлов и деталей, элементы конструкции летательных аппаратов
- комплекты неразъёмных соединений: сварных, клеевых, заклёпочных
- комплекты заготовок, полученных различными методами: прокаткой, прессованием, волочением, ковкой, различными методами штамповки, литьём, порошковой металлургией, сваркой.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ФИЛИАЛ ДВФУ В Г. АРСЕНЬЕВЕ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Детали механизмов и машин»
Специальность 24.05.07 Самолёто- вертолётостроение
Специализация «Вертолётостроение»
Форма подготовки очная/ заочная**

**Арсеньев
2016**

Самостоятельная работа студента составляет 112/ 184/ 126 час. и включает в себя выполнение следующих видов работ:

1. Работа с научной литературой при изучении тем, предназначенных к самостоятельному изучению – 11/ 104/ 53 час.
2. Работа с лекционным материалом и литературой при подготовке к практическим работам и их защите – 8 / 7/ 4 час.
3. Выполнение курсового проекта и защита курсового проекта – 36/ 60/ 60час.
4. Выполнение научной работы – 21/- час.
5. Подготовка к экзамену – 36/ 9/ 9 час.
6. Подготовка к зачёту – -/4 час.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час.	Форма контроля
1	5 семестр	Работа с научной литературой при изучении тем, предназначенных к самостоятельному изучению:	11/ 104/ 53	
1.1	2 неделя	Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях Тема 1. Резьбовые соединения. Разработать интеллект карту «Классификация резьб», «Типы крепёжных деталей»	2/ 13/ 8	Контроль конспекта Зачёт
1.2	4 неделя	Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях Тема 4. Шлицевые соединения. Разработать интеллект карту «Классификация шлицевых соединений, способы центрирования»	2/ 13/ 8	Контроль конспекта Зачёт
1.3	6 неделя	Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях Тема 5. Заклёпочные соединения. Разработать интеллект карту «Типы заклёпок»	1/13 / 8	Контроль конспекта Зачёт
1.4.	7 неделя	Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач Тема 2. Зубчатые цилиндрические передачи. Методы нарезания зубьев зубчатых колёс Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности зубчатых передач	1/ 13/ 8	Контроль конспекта Зачёт
1.5	8 неделя	Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач Тема 5. Червячные передачи Разработать интеллект карту «Силы в зубчатых и	2/ 13/ 8	Контроль конспекта Зачёт

		червячных передачах»		
1.6	9 неделя	Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач Тема 6. Особенности планетарных, дифференциальных передач и зубчатых передач Новикова.	2/ 13/ 5	Контроль конспекта Экзамен
1.7.	10 неделя	Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач Тема 7. Особенности ремённых и цепных передач	1/13/ 8	Контроль конспекта Экзамен
2		Работа с лекционным материалом и литературой при подготовке к выполнению практических работ и их защите:	8/ 7/ 4	
2.1	1, 2 неделя	Занятие 1. Система организации труда, принципы формирования навыков самостоятельной работы. Научные исследования в области проектирования типовых механизмов, узлов и деталей, используемых в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях Выбор темы научного исследования	1/-	Защита работы, выступление на научной конференции, зачёт
2.2	3, 4 неделя	Занятие 2. Расчёт резьбовых деталей и соединений	0,5/ 0,5/ перезачёт	Защита работы, зачёт
2.3	5 неделя	Занятие 3. Методика выбора шпонок шпоночных соединений. Расчёт шпоночных соединений	0,5/ 0,5/ 0,25	Защита работы, зачёт
2.4	6 неделя	Занятие 4. Расчёт сварных соединений.	0,5/ 0,5/ 0,25	Защита работы, зачёт
2.5	7 неделя	Занятие 5. Расчёт заклёпочных соединений.	0,5/ 0,5/ 0,25	Защита работы, зачёт
2.6	8, 9 неделя	Занятие 6. Общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач	0,5/ 0,5/ 0,25	Защита работы, зачёт
2.7	10, 11, 12 неделя	Занятие 7. Проектный и проверочный расчёт зубчатых передач	0,5/ 0,5/ перезачёт	Защита работы, зачёт
2.8	13. 14, 15 неделя	Занятие 8. Исследование процесса и характера работы двухступенчатого цилиндрического редуктора. Определение основных параметров двухступенчатого цилиндрического редуктора	1/ 1/ 0,25	Защита работы, зачёт
2.9	16. 17, 18 неделя	Занятие 9. Проектный и проверочный расчёт червячных передач.	1/ 1/ 0,25	Защита работы, зачёт
	6 семестр			
2.10	1,2,3 неделя	Задание 10. Исследование процесса и характера работы червячного редуктора. Определение основных параметров червячного редуктора	0,5	Защита работы, экзамен
2.11	4,5,6 неделя	Задание 11. Проектный расчёт валов. Составление расчётных схем валов	0,5	Защита работы, экзамен
2.12	7,8,9 неделя	Занятие 12. Проверочный расчёт валов	0,5	Защита работы, экзамен
2.13	10, 11, 12	Занятие 13. Проверочный расчёт подшипников	0,5	Защита

	неделя			работы, экзамен
3	6 семестр	Выполнение курсового проекта	36/ 60/ 60	
3.1	1 неделя	Введение. Анализ кинематической схемы привода. Основные требования, предъявляемые к механизмам приводной станции, Критерии работоспособности и расчёта деталей механизмов. Технический уровень редуктора. Пути повышения технического уровня, их использование в проектируемом редукторе. Критерий технического уровня.	2/ 4/ 4	Защита курсовой работы, экзамен
3.2	2 неделя	Расчёт срока службы приводной станции. Выбор электродвигателя. Кинематический и силовой расчёт приводной станции.	2/ 4/ 4	Защита курсовой работы, экзамен
3.3	3 неделя	Выбор материалов зубчатой (червячной) передачи. Определение допусковых напряжений	2/ 2/ 2	Защита курсовой работы, экзамен
3.4	4 неделя	Расчёт зубчатых (червячных) передач редукторов. Первая компоновка редуктора	5/ 3/ 3	Защита курсовой работы, экзамен
3.5	5 неделя	Расчёт нагрузки валов редуктора	2/ 4/ 4	Защита курсовой работы, экзамен
3.6	6 неделя	Разработка чертежа общего вида редуктора	4/ / 55	Защита курсовой работы, экзамен
3.7	7 неделя	Проектный расчет валов	2/ 4/ 4	Защита курсовой работы, экзамен
3.8	8 неделя	Предварительный выбор подшипников	1/ 2/ 2	Защита курсовой работы, экзамен
3.9	9 неделя	Расчётная схема валов редуктора. Проверочный расчет подшипников	4/ 8/ 8	Защита курсовой работы, экзамен
3.10	10 неделя	Расчет шпоночных соединений. Смазка редуктора. Выбор сорта масла. Проверочный расчет валов. Тепловой расчёт редуктора (для червячных редукторов)	2/ 4 /8	Защита курсовой работы, экзамен
3.11	11-14 недели	Техническая документация. Оформление пояснительной записки записки, спецификаций, сборочных и рабочих чертежей	11/ 19/ 19	Защита курсовой работы
3.12	15 неделя	Защита курсового проекта	1/1/ 1	

4	5 семестр 1-18 неделя 6 семестр 1-8 неделя	Выполнение научной работы	21/-/ -	Выступление на научной конференции
5		Подготовка к экзамену	27/ 9/ 9	Экзамен

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Подготовка организованных, инициативных и самостоятельных выпускников, проявляющих ответственность, целеустремленность и исполнительность при решении поставленных перед ними задач, является основной задачей высшей школы. При этом процесс обучения можно разбить на две основные части. В первую входит обучение, осуществляемое непосредственно преподавателем: чтение лекций, проведение практических занятий, лабораторных работ и консультаций. Вторую и не менее важную часть составляет самостоятельная работа. Самостоятельная работа является особым видом совместной деятельности студента и преподавателя.

Целью самостоятельной работы так же, как и при проведении аудиторных занятий, является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков по дисциплине «Детали механизмов и машин». Рациональное планирование этого вида образовательного процесса позволит избежать дублирования в изучении дисциплины, создать оптимальные условия для овладения навыками самообучения каждым из студентов и реализации ими своего внутреннего потенциала.

Задачами, реализуемыми в ходе выполнения самостоятельной работы, являются:

1. Приобретение студентами новых знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей
2. Возможность самостоятельной ориентации в научной информации
3. Отбор и накопление профессиональных знаний, формирование умений и навыков, выработка на этой основе соответствующих компетенций.

Организационные мероприятия, обеспечивающие нормальное функционирование самостоятельной работы студента, основываются на следующих предпосылках:

1. Самостоятельная работа должна быть конкретной по своей предметной направленности
2. Самостоятельная работа должна сопровождаться эффективным, непрерывным контролем и оценкой ее результатов.

Методические указания по самостоятельной работе помогут студентам, изучающим данную дисциплину, в организации наиболее эффективной работы при усвоении всех видов занятий, используемых в дисциплине.

Изучая дисциплину «Детали механизмов и машин», студенты знакомятся с большим количеством научной литературы, включающей учебники, учебные пособия, конспекты лекций, статьи. Такая самостоятельная работа способствует пониманию и осмыслению теоретического материала и подготавливает к выполнению лабораторных, практических занятий и курсовой работы.

На основе полученных ранее знаний по дисциплине студентам также дается возможность найти самостоятельно конкретные способы решения задач применительно к условиям задания. Самостоятельная работа этого типа создает предпосылки для дальнейшей творческой работы студента. К такой форме самостоятельной работы относится выполнение индивидуальных заданий и сдача тестов. Самостоятельное решение задач по дисциплине показывает уровень подготовленности студентов. Ответы на тестовые задания активизируют, закрепляют и конкретизируют теоретические знания, полученные студентами на лекциях и путём самостоятельного изучения специальной литературы.

Темы, которые студенты должны изучить самостоятельно, а также источники литературы лектор зачитывает студентам в конце каждой лекции. По усвоенному самостоятельно материалу студенты отчитываются при сдаче

тестов промежуточного контроля, а также при итоговом контроле на экзамене.

По дисциплине «Детали механизмов и машин» предусмотрено проведение практических занятий. Для подготовки к занятиям студентам рекомендуется прочесть соответствующую литературу по теории данного занятия, а затем ответить на вопросы, приведенные в методическом пособии, разработанным для данного курса. В этом пособии имеются контрольные вопросы по каждому занятию. Для закрепления теоретического материала и в целях развития практических навыков студенты на практических занятиях получают индивидуальные задания в виде задач, содержащихся в методических указаниях по проведению практических занятий. По решению задач студенты отчитываются на очередном практическом занятии. Примеры заданий для самостоятельной работы по практическим занятиям приведены ниже.

Методические указания к выполнению, всех видов самостоятельной работы, предусмотренных планом-графиком

1. Работа с научной литературой при изучении тем, предназначенных к самостоятельному изучению.

При самостоятельной работе с научной литературой обязательно вести конспект, либо представлять учебный материал в виде интеллект-карт, то есть в виде особого способа записи материалов в виде **радиантной структуры**, то есть структуры, исходящей от центра к краям, постепенно разветвляющейся на более мелкие части. Интеллект-карты могут заменить традиционный конспект, таблицы, графики и схемы.

<http://go.mail.ru/search?q=%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0&gp=820339>

Все дело в особенностях нашего мышления. Наше мышление НЕ организовано как текст, линейно. Оно имеет именно такую структуру: ветвящуюся, каждое понятие в нашей голове связано с другими понятиями, эти другие понятия связаны с третьими и так далее до бесконечности.

Такая организация материала называется многомерной, радиантной. Именно такая структура наиболее органично отражает наше реальное мышление.

Точно также на физическом уровне соединяются нейроны в нашем мозгу: каждый нейрон опутывает сеть дендритов других нейронов, от одного нейрона по цепям связей мы можем перейти к другому нейрону.



Интеллект-карты — наиболее адекватно отражает наше реальное многомерное радиантное мышление. Именно поэтому она более удобна в использовании по сравнению с обычным текстом. Интеллект-карты позволяют более качественно отобразить структуру материала, смысловые и иерархические связи, показать, какие существуют отношения между составными частями.

Благодаря своей структуре интеллект-карты позволяют раскрывать интеллектуальный потенциал. А достигается это за счет правильно организации и за счет работы обоих полушарий мозга. Ведь в подобной ветвящейся структуре работает как правое, так и левое полушарие мозга.

Интеллект-карты в учебной деятельности применяются для следующих целей:

1. Записи учебных конспектов по книгам и на слух
2. Создания планов написания статей, книг, рефератов, дипломов
3. Сдачи экзаменов

4. Структурирования любого учебного материала, что позволяет понять суть, мысль автора, разложить по полочкам трудный учебный материал
5. Запоминания смысла учебного материала.

Интеллект-карты запоминаются в разы легче, чем любой текстовый материал
Работа с научной литературой при изучении раздела II: «Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях»

Тема 1. Резьбовые соединения.

Разработать интеллект карту «Классификация резьб», «Типы крепёжных деталей»

Вопросы для самопроверки:

1. Виды разрушения резьбовых деталей в эксплуатации.
2. Как определяется сила затяжки резьбового соединения?
3. Что такое коэффициент основной (рабочей) нагрузки?
4. Как определяется расчетная нагрузка на затянутое резьбовое соединение?
5. Как определяется величина момента завинчивания для получения определенной силы затяжки?
6. Какие существуют способы контроля силы затяжки?
7. Какие существуют способы предохранения резьбовых соединений от самоотвинчивания?
8. Как определяется положение наиболее нагруженного винта (шпильки) в групповом резьбовом соединении?
9. Чем отличаются расчеты групповых резьбовых соединений, нагруженных силами и моментами в плоскости стыка деталей при постановке болтов с зазорами и без зазора?

Литература:

Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razum.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях

Тема 4. Шлицевые соединения.

Разработать интеллектуальную карту «Классификация шлицевых соединений, способы центрирования шлицевых соединений»

Вопросы для самопроверки

1. Как выбирают тип соединения «вал-ступица»?
2. Как определяют размеры поперечного сечения шпонок и шлицев? особенности шлицевых и шпоночных соединений для авиационных конструкций.
3. По каким напряжениям выполняют проверочные расчёты на прочность шпоночных и шлицевых соединений?
4. Почему существует рассеяние несущей способности соединений с натягом?
5. В чем заключается проектный расчёт соединений с натягом?
6. Как собирают соединения с натягом?
7. Как обеспечивается взаимная неподвижность деталей с натягом при различных видах нагружения?

Литература:

Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях

Тема 5. Заклёпочные соединения.

Разработать интеллект карту «Типы заклёпок»

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается расчёт на прочность заклёпочного соединения?
2. Чем отличаются расчеты на прочность соединений, нагруженных только продольными силами, и соединений нагруженных силами и моментами?
3. Почему в летательных аппаратах применяют чаще заклёпочные, а не сварные соединения?

Литература:

Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Работа с научной литературой при изучении раздела III: «Основы расчёта и конструирования механических передач»

Тема 2. Зубчатые цилиндрические передачи.

Методы нарезания зубьев зубчатых колёс

Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности зубчатых передач

Вопросы для самопроверки

1. По каким основным признакам классифицируют зубчатые передачи?
2. Какие основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами, что и определяет их широкое применение в машиностроении?
3. Какие критерии работоспособности положены в основу проектного и проверочного расчёта передач?
4. Как определяют диаметры колёс, их ширину, модуль и число зубьев?
5. Как определяют силы, возникающие в зацеплении различных видов зубчатых передач?

6. Какие виды термической и химико-термической обработки применяют для повышения прочности зубьев колес? Особенности сталей и видов термообработки для авиационных зубчатых передач.
7. Как определяют допускаемые напряжения для расчёта передач на контактную выносливость поверхности зубьев и на изгиб?
8. Укажите наиболее точные методы нарезания зубьев
9. Сущность метода обкатки. Методы обкатки с применением различного режущего инструмента
10. Метод копирования
11. Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности зубчатых передач

Литература:

Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672
<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Тема 5. Червячные передачи

Вопросы для самопроверки

1. Достоинства и недостатки червячных передач.
2. Как определяется передаточное отношение червячной передачи?
3. Почему червячная передача имеет значение КПД меньше, чем зубчатая?
4. В чем заключается условие самоторможения червячной передачи? В каких случаях следует применять самотормозящую передачу?
5. Из каких материалов изготавливают червяк и червячное колесо?
6. По каким формулам определяют силы, действующие в червячном зацеплении?
7. По каким критериям работоспособности выполняют проектный и проверочные расчёты передачи?
8. Как определяют диаметры червяка и червячного колеса, число

заходов червяка, число зубьев колеса?

Разработать интеллект карту «Силы в зубчатых и червячных передачах»

Литература:

Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.– М. : Машиностроение, 2012. – 672 с.

[Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Тема 6. Особенности планетарных, дифференциальных передач и зубчатых передач Новикова.

Вопросы для самопроверки

1. Планетарные передачи, общие сведения. Определение. Кинематическая схема простой однорядной планетарной передачи.

Звенья передачи. достоинства и недостатки, область применения

2. Дифференциальные передачи.

3. Особенности зубчатых передач Новикова

Литература:

Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Тема 7. Особенности ремённых и цепных передач

Вопросы для самопроверки

1. Какие достоинства и недостатки имеют ременные передачи по сравнению с другими передачами?

2. Почему ограничена долговечность ремня?

3. Какие повреждения возникают в ремне в процессе эксплуатации?

4. Как различают ремни передач по форме их поперечного сечения?
5. Почему передаточное отношение ременной передачи не имеет точного значения и зависит от передаваемой нагрузки?
6. Из какого условия определяют усилие предварительного натяжения ремня?
7. Что такое тяговая способность передачи, чем она характеризуется?
8. Как рассчитывать ремни на долговечность?
9. Как определяют нагрузки на валы передачи?
1. Какие достоинства и недостатки имеет цепная передача по сравнению с ременной и зубчатой?
2. В чём заключается основной критерий работоспособности цепной передачи?
3. Как выполняют расчёт цепей на долговечность?

Литература:

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 414 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

3. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Работа с лекционным материалом и литературой при подготовке к проведению практических занятий и их защите:

Занятие 1. Система организации труда, принципы формирования навыков самостоятельной работы. Научные исследования в области проектирования типовых механизмов, узлов и деталей, используемых в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях (4 час.)

План проведения занятия и изучаемые на занятии вопросы:

1. Система организации труда, принципы формирования навыков самостоятельной работы.
2. Принципы, способы и методы саморазвития и самообразования.
3. Принципы самоконтроля и деятельности при изучении курса «Детали механизмов и машин»
4. Научные исследования в области проектирования типовых механизмов, узлов и деталей, используемых в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях
5. Цели и задачи научных исследований
6. Выявление уровня владения знаниями и умениями, способности и интересы студентов в области НИР
7. Выбор темы научного исследования
8. Этапы проведения научного исследования

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. Как вы понимаете определение «самостоятельная работа»?
2. Как по вашему мнению сформировать навыки самостоятельной работы у обучающихся в высшей школе?
3. Для анализа вашего отношения к самостоятельной работе ответьте на следующие вопросы:

1. Зависит ли самообразование от личных особенностей и жизненных установок студента?	Да	Нет	Не знаю
2. Как вы думаете, формируются ли самообразовательные умения	Да	Нет	Не знаю

в ходе самостоятельной деятельности студента?			
3. Уделяете ли вы внимание своему самообразованию в вузе?	Да	Нет	Не знаю
4. Вы согласны с утверждением, что роль преподавателя является лучшим мотивационным фактором в учебе?	Да	Нет	Не знаю
5. Является ли НИРС (научно-исследовательская работа) одним из видов самостоятельной деятельности студентов?	Да	Нет	Не знаю
6. Занимаетесь ли вы каким-либо видом научной деятельности (написание рефератов, выполнение курсовых работ...)?	Да	Нет	Не знаю
7. Выступали ли Вы с результатами своей научно-исследовательской деятельности на научно-практических конференциях?	Да	Нет	
8. Вы умеете планировать свою самостоятельную работу?	Да	Нет	Не знаю
9. Довольны ли вы организацией самостоятельной работы в вузе?	Да	Нет	Не знаю
10. Вы согласны с тем, что на старших курсах ведущую роль должны играть самообразование и самостоятельная деятельность?	Да	Нет	Не знаю
11. Согласны ли Вы с утверждением, что самообразование способствует карьерному росту?	Да	Нет	Не знаю
12. Считаете ли вы правильным в учебном процессе вуза увеличение числа часов на самостоятельную работу студентов?	Да	Нет	Не знаю

3. Ответьте на вопрос: «Готов ли я к выполнению самостоятельной работы?»

4. Выполните тест:

«СПОСОБНОСТЬ К НАУЧНОМУ ТВОРЧЕСТВУ»

Инструкция: отметьте вопрос А, если утверждение «да»; В, если «нет», С, если другой ответ

	А	В	С
Любопытство			
1. Меня все интересует с первого взгляда	да	нет	по обстоятельствам
2. У меня есть интересы помимо основного занятия	да	нет	иногда
3. В свободное время у меня тоже есть серьезные дела	да	нет	время от времени
4. Я стараюсь расширить ту область, которой занимаюсь	да	нет	иногда
5. Я всегда хочу знать больше обо всем	Да	нет	иногда

6. Я с удовольствием собираю информацию	да	нет	иногда
7. Читать для меня...	необходимость	скука	удовольствие
Упорство			
1. Когда я берусь за дело, то намерен довести его до конца	да	нет	зависит от цели
2. Я заканчиваю то, что начал	да	нет	иногда
3. Неудача меня обескураживает	да	нет	я смеюсь над этим
4. Неудача побуждает к размышлениям	да	нет	немного задумываюсь
5. Ради дела я готов пожертвовать удовольствиями	да	нет	время от времени
Честолюбие			
1. В профессии для меня важно...	творчество	спокойствие	хорошая зарплата
2. Есть великие люди, которыми я восхищаюсь	да	нет	иногда
3. Возможно, я переменю профессию на более интересную	да	нет	
4. Ради новых знаний я бы охотно посещал специальные курсы	да	нет	не очень
5. Я люблю встречи и дискуссии	очень	нет	умеренно
6. Я люблю коллективную работу	да	нет	могу приспособиться
Изобретательность			
1. Я размышляю о механизмах мышления	да	нет	если вынужден
2. Меня интересует устройство прибора, которым пользуюсь	да	нет	иногда
3. Я представляю, как можно его улучшить	да	нет	иногда
4. Думаю, что у меня умелые руки	да	нет	кое-что умею
5. Меня интересует логика в рассуждениях	да	нет	не важно
6. Размышляя, я готов отказаться от своих представлений	да	нет	может быть
Мои сильные стороны			
1. Здоровье позволяет мне напряженно работать	да	нет	умеренно
2. В общем, мне везет	да	нет	иногда

3. Моя память...	хорошая	не очень	средняя
4. Меня привлекает необычная информация	да	нет	так себе
5. Я убежден в ценности квалификации	да	нет	в некоторой степени
6. Я выбрал профессию...	по призванию	случайно	из-за зарплаты
7. Я люблю мечтать и фантазировать	да	нет	иногда
8. Не люблю одиночества	да	нет	немного
9. Люблю размышлять в уединении	да	нет	зависит от ситуации
10. Когда нужно, я умею	да	нет	не всегда успешно
11. Мои научные интересы			

РЕЗУЛЬТАТ:

Если большинство ваших ответов в колонке «А», то вы в полной мере одарены творческим темпераментом и ваши таланты проявляются в изобретательстве. Но вы еще не сделали ничего оригинального? Возможно, это оттого, что вы очень молоды или же склонны братья за все подряд. В любом случае ваше желание быть творцом уже проявилось.

Большинство ответов в колонке «В» означает, что вы довольно безразличны к творчеству. Может, дело в чрезмерной скромности и пассивности? Если вы не задумаетесь над этим, то всю жизнь останетесь хорошим исполнителем, что, впрочем, тоже неплохо. Но не стоит огорчаться и в этом случае, если вам твердо известно, что способностей к науке нет. Вы же помните основной принцип психодиагностики: нет людей бесталанных, а есть люди, занятые не своим делом.

Большинство ответов в колонке «С» свидетельствует, что вы, без сомнения, можете доказать творческую способность, но не хотите это делать. Возможно, что ваш творческий ум избирателен и может проявить себя в некоторых областях. Эйнштейн, например, был гениальным творцом, если речь шла об абстрактных идеях; но его совсем не интересовали маленькие

изобретения для повседневной жизни. Старайтесь не быть человеком одной идеи, потому что не у всех возможности Эйнштейна. Или попробуйте хотя бы развить больше маленьких идей, чтобы поддержать ту, которая вам действительно по сердцу.

Литература:

1. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Круглов, В. И. Ершов, А. С. Чумадин и др. - М.: Логос, 2011. - 432 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468969>
2. Кожухар, В. М. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. М. Кожухар. - М.: Дашков и К, 2013. - 216 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415587>
3. Основы научных исследований (Общий курс): [Электронный ресурс] Учебное пособие / В.В. Космин. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 214 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=487325>
4. Основы научных исследований [Электронный ресурс] / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н.В. Злобина и др. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 272 с – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=390595>

Электронные ресурсы:

1. Самостоятельная работа студентов в учебном процессе вуза глазами студентов.

Режим доступа: <https://www.scienceforum.ru/2013/10/3398>

2. Тест на способность к научному творчеству для студентов. Режим доступа: <http://iga.ru/page/test-na-sposobnost-k-nauchnomu-tvorchestvu-dlya-studentov>

3. Методики профессионального саморазвития: самопознание, цель и социум

Режим доступа:

<https://zazama.ru/samorazvitie/metodiki-professionalnogo-samorazvitiya.html>

4. Самообразование личности — ключ к успеху. Режим доступа

<https://zazama.ru/samorazvitie/samoobrazovanie-lichnosti.html>

Занятие 2. Расчёт резьбовых деталей и соединений. (4 час.)

План проведения занятия и изучаемые на занятии вопросы:

1. Расчёт крепёжной резьбы на прочность
2. Расчёт болтов и шпилек на прочность: проектный и проверочный расчёты
3. Расчёт резьбовых соединений, нагруженных отрывающими силами (раскрытие стыка не допускается)
4. Расчёт групп болтов
5. Расчёт болтов фланцевых соединений, нагруженных вращающим моментом
6. Решение задач и заданий реконструктивного уровня (ПР-11)

Для подготовки к практическому занятию необходимо подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Виды деформаций элементов конструкций
2. Внутренние силовые факторы
3. Определение напряжений при различных деформациях
4. Рабочие, предельные, допускаемые напряжения
5. При ответе составить таблицу

Литература:

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с.

[Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razum.ru/ Электронная библиотека.

<http://razum.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Решение задач реконструктивного уровня

Расчет резьбовых соединений

Задача 1.

Определить диаметр болтов, соединяющих косынку с полосой толщиной δ , на конце которой приложена сила Q (рис.1). Длина консольной части l , расстояние между болтами t . Расчёт выполнить для болтов, установленных в отверстия с зазором и без зазора. Данные брать из таблицы 1.

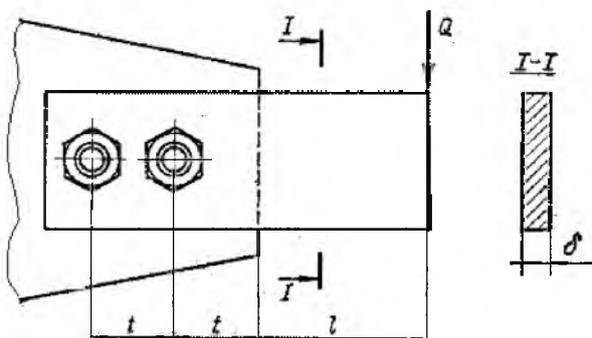


Таблица 1. Исходные данные для задачи 1

Вариант	Q, кН	l, м	t, м	δ , мм
1	10	0,3	0,1	8
2	9	0,35	0,12	10
3	8	0,4	0,13	10
4	7	0,45	0,13	12
5	6	0,5	0,15	10
6	5	0,55	0,16	10
7	4	0,6	0,17	12
8	3	0,7	0,18	10
9	2	0,8	0,19	12
0	1,5	0,9	0,2	15

Рис.1. Соединение косынки с полосой

Задача 2.

Определить диаметр и количество болтов, соединяющих венец и ступицу зубчатого колеса (рис.2). Болты расположены по окружности диаметром D_1 , передаваемая валом мощность N при его угловой скорости ω . Расчёт выполнить для болтов, установленных с зазором и без зазора. Нагрузка постоянная. Данные брать из таблицы 2.

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

Вариант	$N, \text{кВт}$	$\omega, \text{рад/с}$	$D_1, \text{м}$
1	160	50π	0,14
2	200	60π	0,2
3	300	80π	0,23
4	400	90π	0,25
5	500	70π	0,5
6	700	100π	0,21
7	1000	110π	0,22
8	1200	120π	0,26
9	1300	120π	0,27
0	1400	130π	0,28

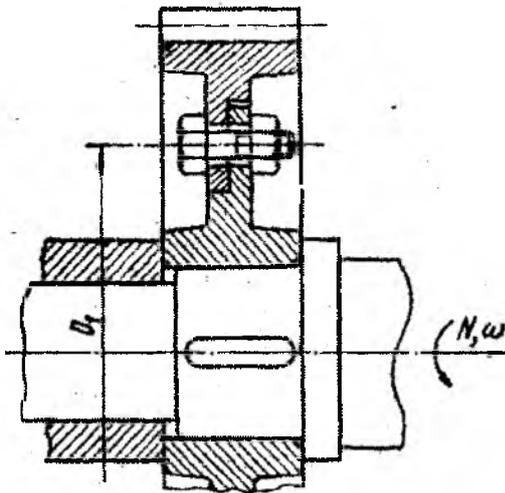


Рис.2. Соединение венца и ступицы

Задача 3.

Определить количество и диаметр болтов, соединяющих барабан грузовой лебёдки диаметром D_1 , с зубчатым колесом (рис.3). Болты расположены по окружности диаметром D_2 . Грузоподъёмность лебёдки Q . Нагрузка постоянная. Расчёт выполнить для болтов, установленных в отверстие с зазором и без зазора. Болты изготовлены из стали 40Х. термообработка улучшение. Данные брать из таблицы 3.

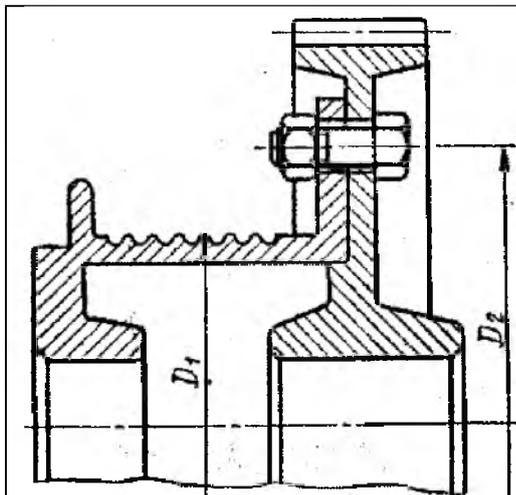


Рис.3. Соединение барабана и колеса

Таблица 3. Исходные данные для задачи 3 Вариант	$Q, \text{кН}$	$D_1, \text{м}$	$D_2, \text{м}$
1	12	0,2	0,35
2	15	0,25	0,4
3	17	0,3	0,45
4	19	0,35	0,5
5	21	0,37	0,52
6	23	0,4	0,55
7	25	0,42	0,58
8	27	0,45	0,6
9	29	0,47	0,62
0	31	0,5	0,65

Задача 4.

Определить в поперечно-свёртной муфте (рис. 4) диаметр болтов, расположенных по окружности диаметром D_1 в количестве m штук. Болты изготовлены из стали 40Х. термообработка улучшение. Передаваемая валом мощность N при угловой скорости ω . Нагрузка постоянная. Расчёт выполнить для болтов, установленных в отверстии с зазором и без зазора. Данные брать из таблицы 4.

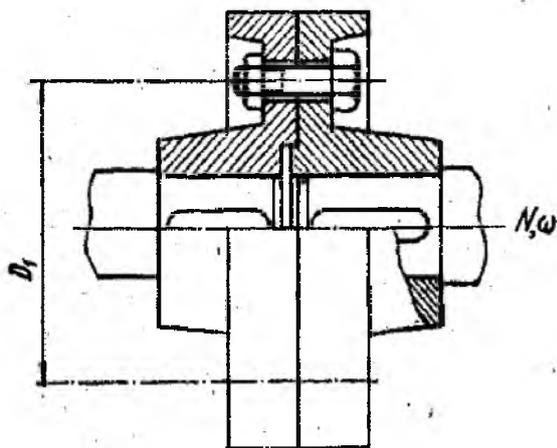


Рис.4. Соединение полумуфт

Таблица 4. Исходные данные для задачи 4

Вариант	N , кВт	ω , рад/с	m	D_1 , мм
1	9	8	4	135
2	12	7	4	135
3	14	5	4	155
4	16	9	4	155
5	18	6	4	180
6	22	4	4	180
7	24	5	4	180
8	27	6	6	220
9	30	7	6	220
0	32	4	6	220

Задача 5.

Определить диаметр стержня грузового винта (рис.10) и глубину винчивания в корпус для случаев, когда корпус выполнен из сплава на основе алюминия литейного АЛ-9, чугуна СЧ18 и стали Ст3. Грузовой винт нагружен силой Q . Материал винта – сталь 45, термообработка улучшение. Данные брать из таблицы 5.

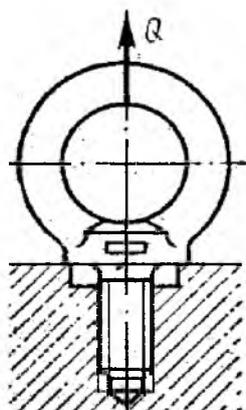


Рис.5. Грузовой винт

Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

Вариант	Q , кН
1	12
2	14
3	15
4	16
5	18
6	20
7	25
8	27
9	30
0	32

Задача 6.

Рассчитать болтовое соединение крышки с цилиндрическим сосудом для сжатого газа (рис. 6) для исходных данных, приведенных в табл. 6.

Таблица 11. Исходные данные для задачи 6

Вариант	P , МПа	D_0 , мм	D , мм	Вариант	P , МПа	D_0 , мм	D , мм
1	0,55	400	540	13	0,70	520	710
2	0,60	410	560	14	0,75	530	720
3	0,65	420	580	15	0,80	540	730
4	0,70	430	600	16	0,50	550	740
5	0,75	440	620	17	0,45	560	750
6	0,80	450	630	18	0,40	570	760
7	0,50	460	640	19	0,55	580	770
8	0,45	470	650	20	0,60	590	780
9	0,40	480	660	21	0,65	600	790
10	0,55	490	670	22	0,70	610	800
11	0,60	500	680	23	0,75	620	810
12	0,65	510	700	24	0,80	630	820

Рис.6. Соединение крышки с цилиндрическим сосудом для сжатого газа

Задача 7.

Рассчитать болты, которыми стойка прикрепляется к плите (рис.7), по данным таблицы 7. Нагрузка статическая. материал болтов – сталь Ст 5.

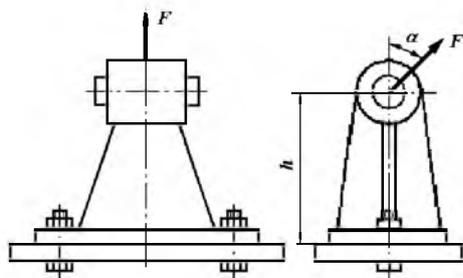


Рис.7. Крепление стойки к плите

Таблица 7. Исходные данные для задачи 7

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F , кН	10	8	10	9	11	10	6	7	8	9
α , рад	$\pi/3$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$

Задача 8.

Определить диаметр фундаментных болтов, крепящих стойку к бетонному основанию (рис.8). Болты принять с метрической резьбой. На кронштейн действует сила F (таблица 8) . Нагрузка статическая. Материал болтов – Сталь 45, термообработка нормализация. Размеры основания – a и b .

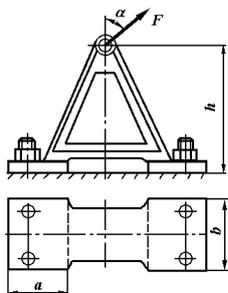


Таблица 8. Исходные данные для задачи 8

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F , кН	10	8	9	8	9	10	8	7	8	8
a , мм	200	200	200	350	350	350	350	350	200	200
b , мм	100	120	130	120	110	100	120	90	110	130
α , рад	$\pi/3$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$
h , мм	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850

Рис.8. Крепление стойки к бетонному основанию

Задача 9.

Определить диаметр болтов, изготовленных из стали 30ХГСА. термообработка улучшение, соединяющих венец и ступицу зубчатого колеса (рис.9). Болты расположены по окружности диаметром D . Передаваемый крутящий момент T , число болтов z (таблица 9). Болты установлены в отверстия с зазором. Нагрузка постоянная.

		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
T , Нм		300	350	400	450	700	750	800	900	850	800
D , мм		140	200	200	250	500	450	400	300	250	280
z , шт		4			6			8			

Рис.9. Соединение венца и ступицы зубчатого колеса

Задача 10.

Две пластины соединяются болтами (рис.10) и нагружены усилием P . Болты поставлены в один ряд. Число болтов – z . Определить диаметр болтов при постановке их в отверстие с зазором и без зазора. Исходные данные указаны в таблице 10.

		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P , кН		10	5	7	12	40	45	60	30	40	50
z		2	2	3	2	2	2	3	3	2	3
Материал болта		Сталь 45, термообработка улучшение			Сталь ст.3			Сталь 30ХГСА, термообработка улучшение			
Толщина пластины		8	4	5	10	10	8	8	10	12	14

Рис.10. Соединение пластин болтами

Занятие 3. Методика выбора шпонок шпоночных соединений. Расчёт шпоночных соединений. (2 час.)

Вопросы, которые необходимо подготовить к практическому занятию:

1. Методика выбора шпонок призматических по ГОСТ 23360-78
2. Методика выбора шпонок сегментных по ГОСТ 24071-80
3. Расчёт шпоночных соединений

Литература:

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с.

[Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 414 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

3. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Решение задач реконструктивного уровня

Расчет шпоночных соединений

Задача 1.

Зубчатое колесо, рассчитанное для передачи окружного усилия F_t , соединено с валом диаметром d при помощи призматической шпонки (рис. 1). Определить необходимую длину шпонки, если диаметр делительной окружности D_1 , материал шестерни и вала – Сталь 40Х, термообработка улучшение, материал шпонки – сталь Ст 6 (таблица 1).

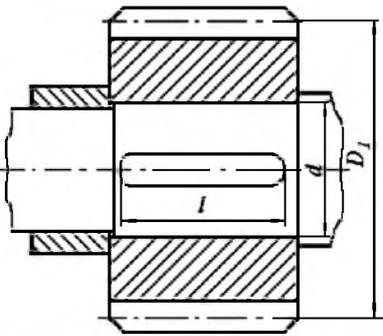
	Таблица 1. Исходные данные для задачи 1									
	Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t , кН	4	6	8	10	4,5	5,5	6,0	8,0	10,0	12,0
d , мм	30	40	30	40	50	60	40	50	50	60
D_1 , мм	150	160	175	190	200	220	210	250	280	300

Рис.1. Шпоночное соединение вала с колесом

Задача 2.

Цилиндрическая шестерня закреплена на валу при помощи цилиндрического штифта (рис.2). Проверить штифт на срез, если момент, передаваемый шестерней T (таблица 2). Материал штифта – сталь Сталь 45, термообработка улучшение

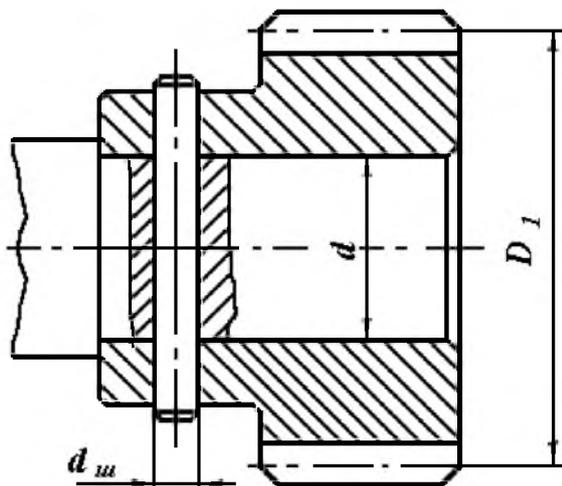


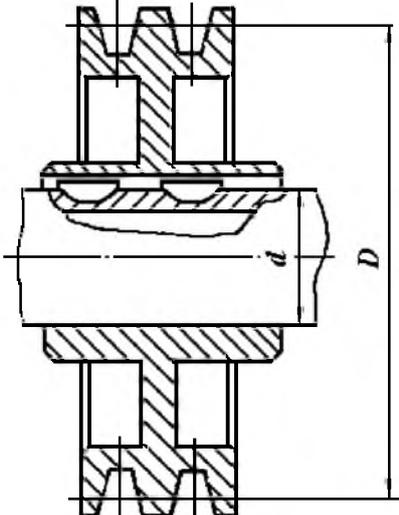
Рис.2. Штифтовое соединение вала с шестерней

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T , Нм	60	65	80	90	100	85	80	70	75	95
d , мм	18	22	24	26	28	30	32	34	36	38

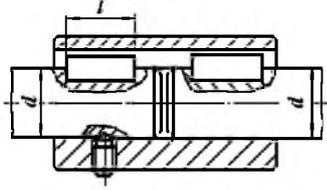
Задача 3.

Подобрать и проверить сегментные шпонки, с помощью которых передается окружное усилие F_t на шкиве диаметром D , если наружный диаметр вала d (рис.3, таблица 3).

	Таблица 3. Исходные данные для задачи 3				
	Вариант				
	1	2	3	4	5
d , мм	32	38	30	25	20
F_t , кН	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
D , мм	450	400	300	200	100
	Вариант				
	6	7	8	9	10
d , мм	28	30	30	25	38
F_t , кН	2,25	2,5	2,75	3,0	3,2
D , мм	150	200	250	150	200
Рис.3. Сегментные шпонки для соединения вала с шкивом					

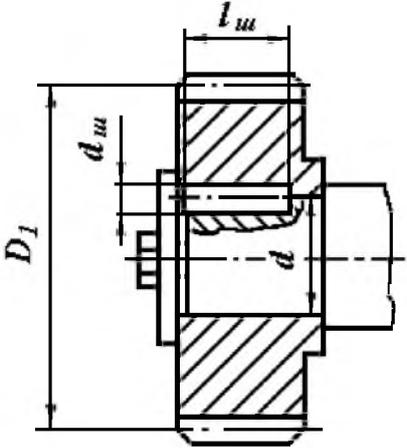
Задача 4.

Втулочная муфта, соединяющая два вала диаметрами d , передает крутящий момент T (таблица 4) с помощью призматических шпонок (рис.4). Из условия равнопрочности вала и шпонки определить размеры последней. Вал изготавливается из стали 40ХН, термообработка улучшение.

	Таблица 4. Исходные данные для задачи 4				
	Варианты				
	1	2	3	4	5
T , Нм	200	300	350	400	480
d , мм	30	36	38	42	45
	Варианты				
	6	7	8	9	10
T , Нм	520	600	700	800	900
d , мм	50	52	58	50	60
Рис.4. Призматические шпонки для втулочной муфты					

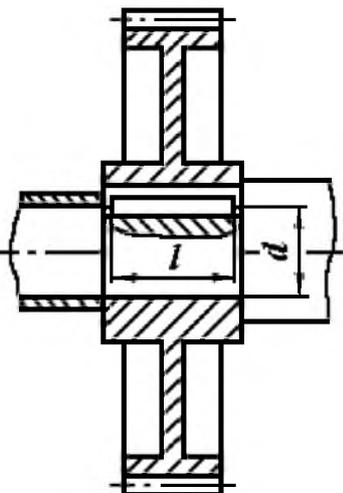
Задача 5.

Зубчатое колесо закреплено на валу d при помощи цилиндрической шпонки (штифта) диаметром d_{III} и длиной l_{III} (рис.5). При перегрузке передачи шпонка оказалась срезанной. Определить окружное усилие на колесе диаметром D_1 , при котором произошел срез.

	Таблица 5. Исходные данные для задачи 5					
		1	2	3	4	5
	d , мм	50	60	60	90	55
	d_{III} , мм	8	8	10	12	8
	D_1 , мм	200	250	300	350	400
	l_{III} , мм	25	30	40	36	30
		6	7	8	9	10
	d , мм	35	40	70	80	75
	d_{III} , мм	6	6	10	12	10
	D_1 , мм	450	350	400	450	500
	l_{III} , мм	20	25	40	40	30
	Рис.5. Шпоночное соединение зубчатого колеса с валом					

Задача 6.

Определить предельный вращающий момент, который может передать призматическая шпонка длиной l установленная на валу диаметром d (рис.6, таблица 6). Шпонка изготовлена – Сталь 45, термообработка улучшение. Материал вала – Сталь 45 термообработка улучшение.

	Таблица 6. Исходные данные для задачи 6					
		Варианты				
		1	2	3	4	5
	d , мм	25	30	35	40	45
	l , мм	32	45	63	70	70
		6	7	8	9	10
	d , мм	50	55	60	70	75
	l , мм	80	100	110	110	125
	Рис.6. Шпоночное соединение на валу					

Задача 7.

Выбрать по ГОСТу призматическую шпонку со скругленными торцами для вала диаметром d . Определить размеры пазов, вычертить поперечное сечение вала со шпонкой (в масштабе 1:1) и дать условное обозначение шпонки по ГОСТу. Определить минимальную длину шпонки для передачи соединением момента M .

Таблица 7. Исходные данные для задачи 7

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d , мм	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
M , Нм	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Материал шпонки	Сталь 45			Сталь Ст.3			Сталь 50			

Занятие 4. Расчёт сварных и заклёпочных соединений. (2 час.)

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. Методика расчёта сварных соединений.
2. Методика расчёта заклёпочных соединений.

Решение задач.

Расчет сварных конструкций

Задача 1.

Рассчитать на равнопрочность швы сварного соединения косынки с растяжками (рис.1) в виде двух уголков, подобрав при этом номер уголков. На соединение действует сила Q . Нагрузка статическая. Сварка ручная. Данные брать из таблицы 1.

<p>Рис.1. Сварка косынки с растяжками</p>	<p>Таблица 1. Исходные данные для задачи 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>Q, кН</th> <th>Электрод</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>60</td> <td rowspan="5">Э42</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>110</td> <td rowspan="5">Э34</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>	Вариант	Q , кН	Электрод	1	60	Э42	2	70	3	80	4	90	5	100	6	110	Э34	7	120	8	130	9	140	10	150
Вариант	Q , кН	Электрод																								
1	60	Э42																								
2	70																									
3	80																									
4	90																									
5	100																									
6	110	Э34																								
7	120																									
8	130																									
9	140																									
10	150																									

Задача 2.

Проверить напряжения в сварных швах кронштейна, составленного из двух угосин (рис. 2) сечением $b \times \delta$, плиты и швеллерной балки. Нагрузка P приложена на конце кронштейна длиной L . Угол наклона угосин α . Материал конструкции сталь Ст3. Сварка ручная электродом Э42. Данные брать из таблицы 2.

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

Вариант	$P, кН$	$L, м$	$\alpha, рад$	$b \times \delta, мм$
1	65	1,8	$\pi/4$	30x8
2	60	1,7	$\pi/3$	25x10
3	55	1,6	$\pi/4$	30x6
4	50	1,5	$\pi/5$	25x8
5	45	1,4	$\pi/5$	30x6
6	40	1,3	$\pi/6$	25x6
7	35	1,2	$\pi/3$	25x8
8	30	1,1	$\pi/4$	25x6
9	25	1,0	$\pi/5$	20x8
0	20	0,9	$\pi/6$	20x8

Рис.2. Сварные швы кронштейна

Задача 3.

Рассчитать сварное соединение (рис. 3) стойки ручной лебёдки с плитой. Сила натяжения каната Q направлена под углом α . Положение каната по длине барабана принять самым тяжёлым для швов. Толщина стойки $\delta = 12$ мм, расстояние между стойками $l = 0,6$ м, высота оси барабана H , крайнее положение каната от стойки $a = 100$ мм. Нагрузка статическая. Материал плиты и стойки сталь Ст3. Сварка ручная. Данные брать из таблицы 3.

	Таблица 3. Исходные данные для задачи 3																																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>Q, кН</th> <th>H, мм</th> <th>α, рад</th> <th>Электрод</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>36</td><td>700</td><td>$\pi/4$</td><td rowspan="5">Э42</td></tr> <tr><td>2</td><td>26</td><td>700</td><td>$\pi/6$</td></tr> <tr><td>3</td><td>37</td><td>700</td><td>$\pi/9$</td></tr> <tr><td>4</td><td>27</td><td>600</td><td>$\pi/12$</td></tr> <tr><td>5</td><td>48</td><td>600</td><td>$\pi/9$</td></tr> <tr><td>6</td><td>28</td><td>600</td><td>$\pi/4$</td><td rowspan="5">Э34</td></tr> <tr><td>7</td><td>39</td><td>600</td><td>$\pi/6$</td></tr> <tr><td>8</td><td>49</td><td>500</td><td>$\pi/9$</td></tr> <tr><td>9</td><td>20</td><td>500</td><td>$\pi/6$</td></tr> <tr><td>0</td><td>50</td><td>500</td><td>$\pi/4$</td></tr> </tbody> </table>	Вариант	Q , кН	H , мм	α , рад	Электрод	1	36	700	$\pi/4$	Э42	2	26	700	$\pi/6$	3	37	700	$\pi/9$	4	27	600	$\pi/12$	5	48	600	$\pi/9$	6	28	600	$\pi/4$	Э34	7	39	600	$\pi/6$	8	49	500	$\pi/9$	9	20	500	$\pi/6$	0	50	500
Вариант	Q , кН	H , мм	α , рад	Электрод																																											
1	36	700	$\pi/4$	Э42																																											
2	26	700	$\pi/6$																																												
3	37	700	$\pi/9$																																												
4	27	600	$\pi/12$																																												
5	48	600	$\pi/9$																																												
6	28	600	$\pi/4$	Э34																																											
7	39	600	$\pi/6$																																												
8	49	500	$\pi/9$																																												
9	20	500	$\pi/6$																																												
0	50	500	$\pi/4$																																												
Рис.3. Стойки ручной лебедки																																															

Задача 5.

Проверить прочность швов сварного зубчатого колеса (рис.5), соединяющего диск с ободом и со ступицей. Материал диска сталь Ст3, а ступицы и обода Сталь35. Передаваемая валом мощность N при угловой скорости ω , диаметр делительной окружности d_w , толщина швов: $\delta_1 = 10$ мм, $\delta_2 = 8$ мм. Нагрузка постоянная. Сварка ручная электродом Э42. Данные брать из таблицы 5.

	Таблица 5. Исходные данные для задачи 5																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>N, кВт</th> <th>ω, рад/с</th> <th>d_w, мм</th> <th>D_1, мм</th> <th>d, мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>25</td><td>$\pi/4$</td><td>650</td><td>580</td><td>140</td></tr> <tr><td>2</td><td>28</td><td>$\pi/5$</td><td>670</td><td>650</td><td>130</td></tr> <tr><td>3</td><td>32</td><td>$\pi/3$</td><td>660</td><td>590</td><td>150</td></tr> <tr><td>4</td><td>34</td><td>$\pi/4$</td><td>720</td><td>650</td><td>170</td></tr> <tr><td>5</td><td>36</td><td>$\pi/6$</td><td>710</td><td>640</td><td>160</td></tr> <tr><td>6</td><td>38</td><td>$\pi/7$</td><td>730</td><td>660</td><td>150</td></tr> <tr><td>7</td><td>40</td><td>$\pi/8$</td><td>750</td><td>690</td><td>140</td></tr> <tr><td>8</td><td>42</td><td>$\pi/9$</td><td>680</td><td>610</td><td>140</td></tr> <tr><td>9</td><td>44</td><td>$\pi/8$</td><td>650</td><td>680</td><td>160</td></tr> <tr><td>0</td><td>46</td><td>$\pi/6$</td><td>760</td><td>630</td><td>180</td></tr> </tbody> </table>	Вариант	N , кВт	ω , рад/с	d_w , мм	D_1 , мм	d , мм	1	25	$\pi/4$	650	580	140	2	28	$\pi/5$	670	650	130	3	32	$\pi/3$	660	590	150	4	34	$\pi/4$	720	650	170	5	36	$\pi/6$	710	640	160	6	38	$\pi/7$	730	660	150	7	40	$\pi/8$	750	690	140	8	42	$\pi/9$	680	610	140	9	44	$\pi/8$	650	680	160	0	46	$\pi/6$	760	630
Вариант	N , кВт	ω , рад/с	d_w , мм	D_1 , мм	d , мм																																																													
1	25	$\pi/4$	650	580	140																																																													
2	28	$\pi/5$	670	650	130																																																													
3	32	$\pi/3$	660	590	150																																																													
4	34	$\pi/4$	720	650	170																																																													
5	36	$\pi/6$	710	640	160																																																													
6	38	$\pi/7$	730	660	150																																																													
7	40	$\pi/8$	750	690	140																																																													
8	42	$\pi/9$	680	610	140																																																													
9	44	$\pi/8$	650	680	160																																																													
0	46	$\pi/6$	760	630	180																																																													
Рис.5. Сварное зубчатое колесо																																																																		

Задача 6

Выбрать самостоятельно номер профиля равнобокого стального уголка по ГОСТ 8509-72 и рассчитать сварное соединение (рис. 6) листа 1 с равнобоким стальным уголком 2. Сварные швы с обеих сторон. Силу Q считать постоянной. Данные брать из таблицы 6. Необходимые параметры задать самостоятельно.

Таблица 6. Исходные данные для задачи 6

Вариант	$Q, \text{кН}$	$a, \text{мм}$	$b, \text{мм}$	$\alpha, \text{рад}$
1	10	250	12	$\pi/3$
2	11	260	13	$\pi/4$
3	12	270	14	$\pi/5$
4	13	280	15	$\pi/3$
5	14	300	17	$\pi/4$
6	15	320	20	$\pi/5$
7	16	340	18	$\pi/6$
8	17	380	21	$\pi/5$
9	18	390	22	$\pi/4$
0	20	380	15	$\pi/4$

Рис.6. Консольный кронштейн

Задача 7.

Выбрать самостоятельно номер профиля двутавровой балки по ГОСТ 8239-72 и рассчитать сварное соединение (рис.7) двутавровой балки длиной L с колонной. Балка нагружена постоянной силой Q . Данные брать из таблицы 7. Необходимые параметры задать самостоятельно.

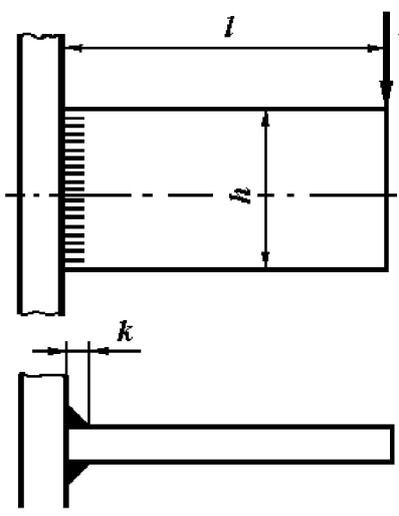
Таблица 7. Исходные данные для задачи 7

Вариант	$Q, \text{кН}$	$L, \text{м}$
1	6	1,5
2	7	1,4
3	8	1,3
4	9	1,2
5	10	1,1
6	11	1,2
7	12	1,3
8	13	1,4
9	14	1,5
0	15	1,6

Рис.7 Балка, приваренная к колонне

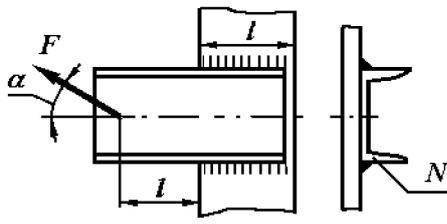
Задача 8.

Проверить прочность сварного соединения (рис.8). Соединение выполнено двумя угловыми швами с катетом k . Соединение нагружено силой F (таблица 8). Материал деталей - сталь Ст3. Сварка ручная.

	Таблица 8. Исходные данные для задачи 8									
	Варианты									
F , кН	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l , мм	30	35	40	45	50	60	55	80	90	100
h , мм	40	50	30	50	40	50	40	40	40	30
h , мм	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h , мм	16	19	17	22	18	21	19	22	23	22
h , мм	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
δ , мм	5			7			8			
Электро д	Э42			Э50			Э42А			
Рис.8. Балка, приваренная к колонне										

Задача 9.

Проверить прочность сварного соединения, крепящего опорный швеллер, имеющий номер профиля №, к стальной плите (рис.9, таблица 9). Материал деталей – сталь Ст 3. Сварка автоматическая.

	Таблица 9. Исходные данные для задачи 9									
	Варианты									
F , кН	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l_s , мм	25	30	40	45	50	55	60	65	70	75
l_s , мм	350	320	300	280	400	380	360	450	400	500
№	5	8	10	12	14	16	18	20	22	24
α , рад	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$
Рис.9. Опорный швеллер										

Задача 10.

Проверить прочность сварного соединения листа толщиной δ с уголком (рис.10), если на конце l рычага приложена сила F (таблица 10).

Материал рычага - сталь Ст 5. Сварка ручная электродами Э50.

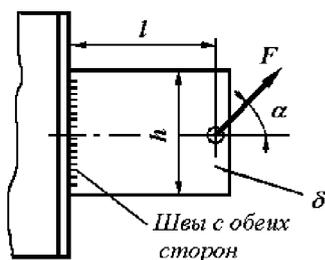


Рис.10. Соединение листа с уголком

Таблица 10. Исходные данные для задачи 10

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F , кН	20	30	40	50	40	30	40	50	35	40
l , мм	65	55	55	60	60	65	90	75	100	50
h , мм	120	150	110	130	140	100	140	160	100	90
α , рад	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$
δ , мм	5		6		7			8	10	

Задача 11.

Рассчитать сварные швы, соединяющие зубчатый венец колеса с его диском и диск со ступицей (рис.11). Передаваемая зубчатым колесом мощность P , угловая скорость ω и его диаметры D и d приведены в таблице 11. Соединение выполнено двумя угловыми швами с катетами k_1 и k_2 . Материал обода и ступицы – Сталь 40, материал диска сталь Ст 3. Сварка ручная, электродами Э42.

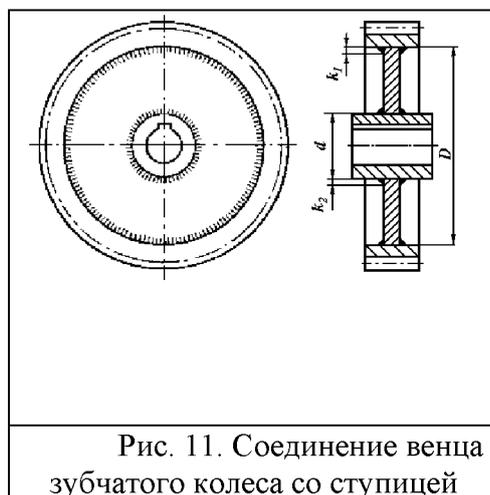


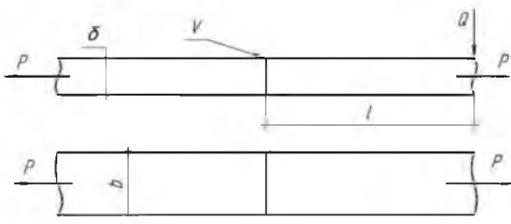
Рис. 11. Соединение венца зубчатого колеса со ступицей

Таблица 11. Исходные данные для задачи 11

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P , кВт	32	35	40	30	50	60	65	55	40	50
ω , с ⁻¹	20	18	22	10	25	30	30	26	24	30
D , мм	160	180	240	300	340	440	390	480	280	190
d , мм	40	48	52	60	70	100	80	120	80	60
k_1 , мм	4			6			8			
k_2 , мм	6			8			10			

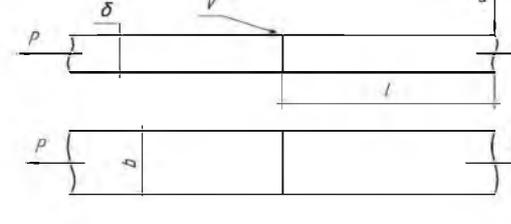
Задача 12.

Проверить прочность сварного соединения (рис.12). Материал листов сталь Ст.3. сварка ручная, нагрузка статическая. Исходные данные указаны в таблице 12.

	Таблица 12. Исходные данные для задачи 12					
	Варианты	1	2	3	4	5
P , кН	20	30	40	50	60	
Q , кН	3	3,5	4,5	4	2	
δ , мм	8	8	6	10	10	
v , мм	200	250	300	350	250	
l , мм	400	400	250	300	250	
Варианты	6	7	8	9	0	
P , кН	40	35	45	55	25	
Q , кН	2,5	5	1,5	2	6	
δ , мм	12	12	12	10	15	
v , мм	300	250	300	300	350	
l , мм	300	250	400	300	250	
Рис.12. Сварное соединение						

Задача 13.

Определить ширину листов сварочного соединения (рис.13). Материал листов сталь Ст.3. сварка автоматическая, нагрузка статическая. Исходные данные указаны в таблице 13.

	Таблица 13. Исходные данные для задачи 13					
		Варианты				
	1	2	3	4	5	
P , кН	15	28	22	32	38	
Q , кН	1,5	2,8	2,2	2,2	3,8	
δ , мм	5	5	5	8	8	
l , мм	400	400	300	300	400	
	Варианты					
	6	7	8	9	0	
P , кН	42	26	48	18	36	
Q , кН	4,2	2,6	4,8	1,8	3,6	
δ , мм	8	10	10	10	12	
l , мм	400	300	300	350	350	
Рис.13. Сварное соединение						

Задача 14.

Проверить прочность сварного соединения (рис.14). Материал листов сталь Ст.3. сварка ручная. Нагрузка изменяется от P_{\min} до P_{\max} . Исходные данные указаны в таблице 14.

	Таблица 14. Исходные данные для задачи 14				
	Варианты				
	1	2	3	4	5
P_{\max} , кН	40	50	60	80	100
P_{\min} , кН	0	0	0	0	10
k , мм	5	5	5	8	8
δ , мм	5	5	5	8	8
b , мм	200	250	300	250	400
	Варианты				
	6	7	8	9	0
P_{\max} , кН	120	140	180	160	100
P_{\min} , кН	25	40	50	80	90
k , мм	8	10	10	10	10
δ , мм	8	10	10	10	10
b , мм	450	500	550	600	300
Рис.14. Сварное соединение					

Занятие 5. Расчёт заклёпочных соединений.

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. В чем заключается расчёт на прочность заклёпочного соединения?
2. Чем отличаются расчеты на прочность соединений, нагруженных только продольными силами, и соединений нагруженных силами и моментами?
3. Почему в летательных аппаратах применяют чаще заклёпочные, а не сварные соединения?

Литература:

Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Задачи реконструктивного уровня по расчету заклепочных соединений

Задача 1.

Определить толщину листов, накладок и размеры продольного и поперечного заклепочных швов цилиндрического автоклава, предназначенного для испытаний деталей под давлением (рис.1). Диаметр автоклава D и давление жидкости в автоклаве P_0 заданы в таблице 1.

Рис.1. Заклепочные швы цилиндрического автоклава

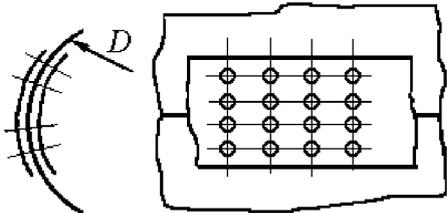


Таблица 1. Исходные данные для задачи 1

	Варианты				
	1	2	3	4	5
D , мм	500	600	750	850	950
P_0 , МПа	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Продолжение таблицы 1.
Исходные данные для задачи 1

	Варианты				
	6	7	8	9	10
D , мм	800	900	700	550	650
P_0 , МПа	1,6	1,3	1,7	1,1	1,2

Задача 2.

Определить диаметр и количество заклепок в соединении встык с двумя накладками (рис.2), а также проверить прочность полос на растяжение по ослабленному сечению, если нагрузка F (таблица 2) приложена статически. Полосы и накладки изготовлены из стали Ст 3, заклепки - из стали Ст 2, отверстия сверленные.

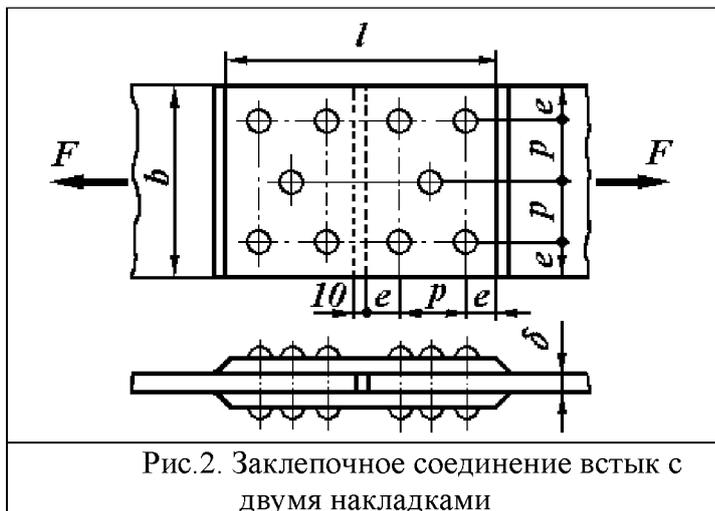


Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	25	40	50	60	30
b, мм	150	200	160	200	120
l, мм	150	180	200	250	200
delta, мм	2	2	3	3	4

Задача 3.

Рассчитать заклепки, изготовленные из стали Ст2, крепящие скобы А к косынке В и косынку со швеллером С. Все детали соединений выполнены из стали Ст3. Сила, действующая на блок, 2F (рис.3). Толщина листов скобы и косынки delta (таблица 3).

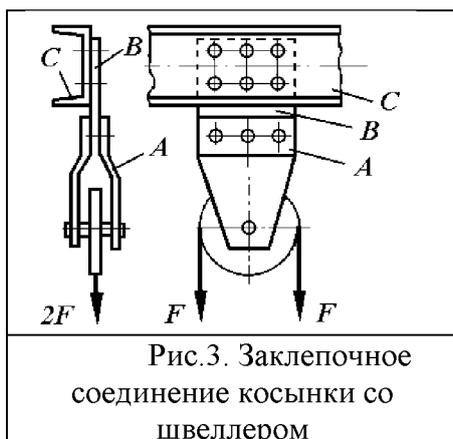


Таблица 3. Исходные данные для задачи 3

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	25	20	25	30	15
№ швеллера	5	6,5	8	10	12
delta, мм	4	4	5	5	6
					8

Задача 4.

Рассчитать заклепочное соединение: определить число и диаметр заклепок, соединяющих косынку 1 со швеллерной балкой 2; высоту косынки а (рис.3). Материал косынки, швеллера Д16Т, и заклепок – В65. Данные для расчета приведены в таблице 4.

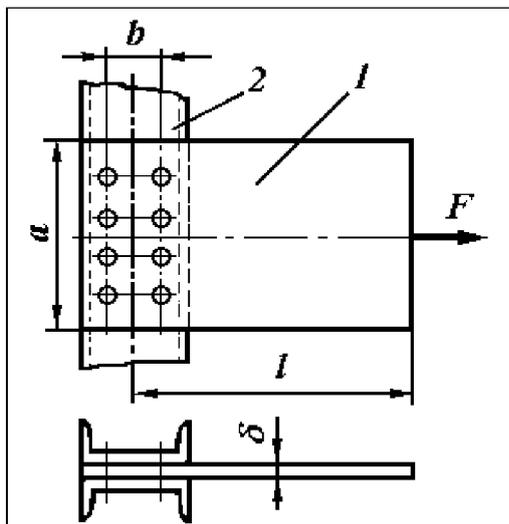


Таблица 4. Исходные данные для задачи 4

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	35	30	25	20	15
№	10	12	14	16	18
l, мм	500	450	400	600	650
b, мм	34	44	56	60	70
δ, мм	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0

Рис.4. Заклепочное соединение косынки со швеллером

Задача 5.

Определить диаметр и число заклепок, крепящих равнобокий уголок № к косынке толщиной δ , а также указать размещение заклепок, если уголок воспринимает усилие F, действующее по оси симметрии соединения (рис.5, таблица 5). Материал уголка, косынки Д16Т, заклепок – В65, отверстия сверленые. Проверить также напряжение в уголке по ослабленному сечению.

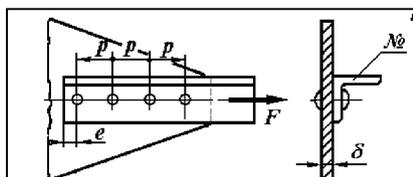


Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	25	20	35	50	15
№ уголка	4,5	5	5,6	6,3	7,5
δ, мм	4	4	6	6	8

Рис. 5 Заклепочное соединение косынки с уголком

Занятие 6. Общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач (4 час.)

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. Общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач

2. Общие кинематические и энергетические соотношения для многоступенчатых механических передач

Литература:

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с.

[Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 414 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

3. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Решение задач реконструктивного уровня по теме: кинематический и силовой расчет передаточного механизма

Напомним, что устройство, приводящее в движение машину или механизм, носит название привода. В общем виде привод включает в себя двигатель и передаточный механизм, включающий в себя, как правило, механические передачи. Передаточный механизм как инструмент изменения кинематических и силовых параметров обычно представляют в виде кинематической схемы последовательно или параллельно соединенных элементов (звеньев).

Параметры вращательного движения можно характеризовать набором кинематических и энергетических характеристик P_i, T_i, n_i (или ω_i) для каждого вала механизма.

В каждом передаточном механизме различают два основных звена: ведущее и ведомое. Между ведущим и ведомым звеньями в многоступенчатых передачах размещаются промежуточные звенья. Колесо, которое инициирует движение, называется *ведущим*.

В задаче заданы параметры ведущего колеса (или вала).

На рис.1...10 показаны схемы механических передач. Исходные данные для расчета указаны в соответствующих таблицах 1...10.

Полезная мощность, подводимая к первому валу P , скорость вращения первого вала ω_1 .

Определить:

1. Передаточное отношение между входными и выходными звеньями и каждой передачи в отдельности;
2. Угловую скорость, число оборотов, мощность и крутящий момент каждого вала;
3. Общий коэффициент полезного действия передачи.

Для расчетов принять следующие значения к.п.д.: для пары цилиндрических колес $\eta_{ц} = 0,97$; для пары конических колес $\eta_{к} = 0,95$; для червячной передачи при одно-, двух-, четырехзаходном червяке – соответственно $\eta_{ч} = 0,7; 0,75; 0,8$; для пары подшипников качения $\eta_{п} = 0,99$.

Задача 1.

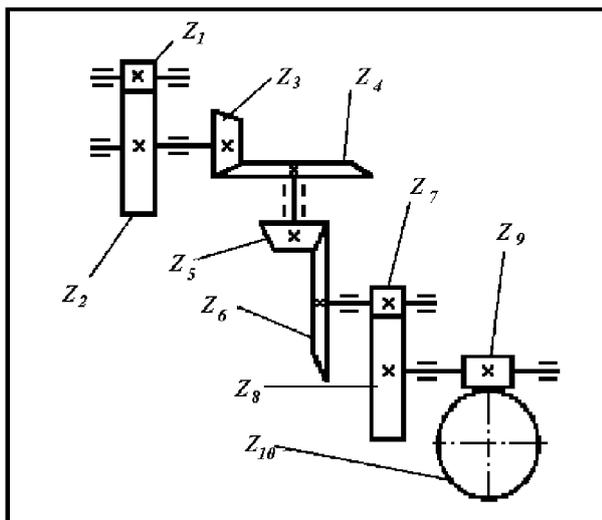


Рис.1

Таблица 1. Исходные данные для задачи 1

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	20	18	22	20	16	14	18	22	16	14
z_2	40	72	66	50	64	56	90	44	64	24
z_3	22	20	18	16	15	14	16	18	20	22
z_4	66	80	36	90	45	56	57	90	20	55
z_5	21	22	25	24	16	20	18	15	17	22
z_6	42	55	78	96	54	50	56	45	54	55
z_7	20	24	25	20	25	16	22	18	15	17
z_8	60	60	50	60	100	50	99	64	34	85
z_9	1	2	2	4	1	2	2	4	1	2
z_{10}	28	58	90	100	28	45	60	112	26	40
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	100	350	200	150	250	300	400	450	500	550
$P, \text{кВт}$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5

Задача 2.

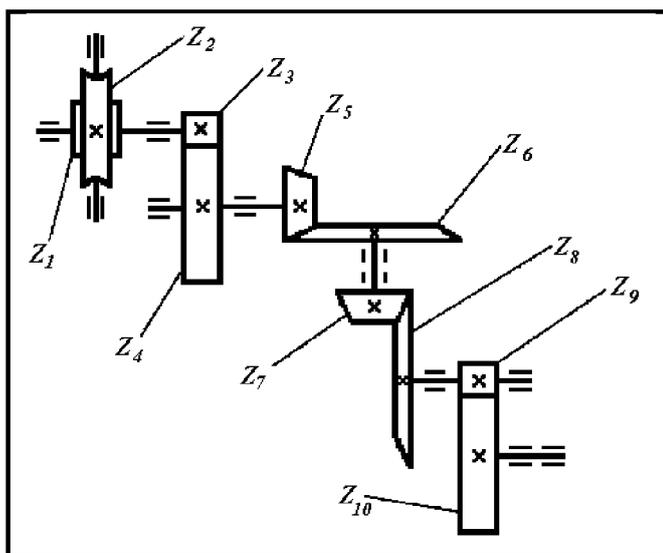


Рис.2

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_2	28	32	30	112	24	56	35	120	60	100
z_3	20	22	18	18	15	16	18	20	22	20
z_4	60	66	90	36	45	56	54	90	44	50
z_5	20	25	22	20	18	22	15	17	18	20
z_6	42	75	110	60	54	66	60	34	54	90
z_7	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_8	60	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_9	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_{10}	100	60	107	36	99	30	56	76	112	31
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150	300	350	250	100	300	150	200	250
$P, \text{кВт}$	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5

Задача 3.

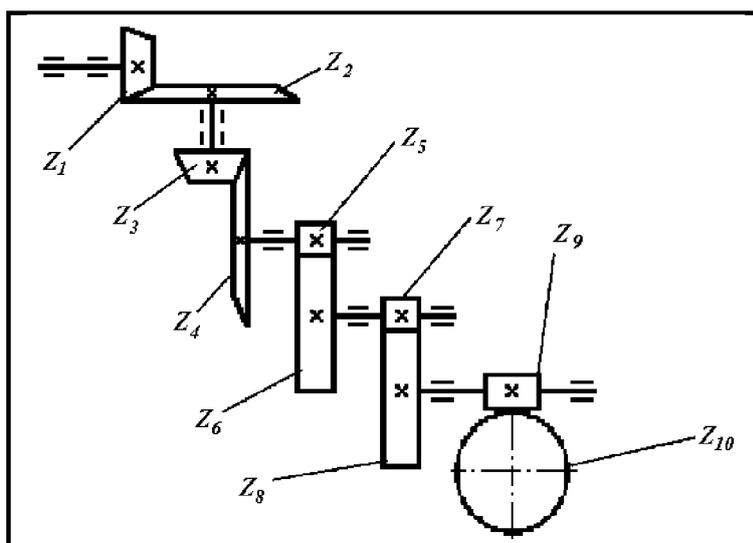


Рис.3

Таблица 3. Исходные данные для задачи 3

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	19	17	20	21	18	22	24	16	15	19
z_2	38	34	30	105	81	70	108	80	60	92
z_3	22	22	18	18	16	16	20	20	20	22
z_4	22	88	54	36	48	96	20	90	40	66
z_5	22	17	20	17	21	18	19	16	18	25
z_6	55	85	100	34	63	57	51	48	54	90
z_7	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_8	70	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	40	50	30	64	28	38	50	80	44	120
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	100	350	200	550	450	200	100	450	500	350
$P, \text{кВт}$	4,0	3,0	5,0	6,0	2,0	1,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Задача 4.

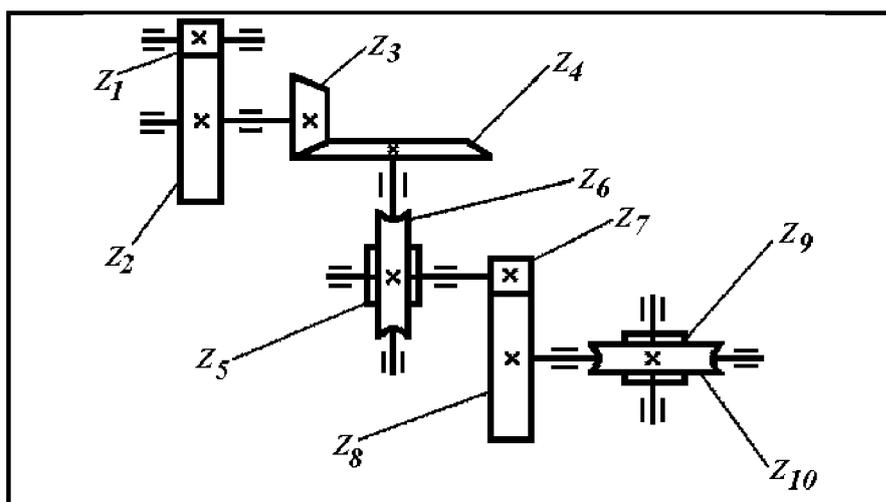


Рис.4

Таблица 4. Исходные данные для задачи 4

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_2	25	30	34	110	22	45	30	120	60	68
z_3	20	22	18	18	15	16	18	20	22	20
z_4	60	66	90	36	45	56	54	90	44	50
z_5	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_6	22	75	25	100	24	66	25	134	54	90
z_7	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_8	60	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	20	60	27	136	28	40	28	76	62	132
ω_1, c^{-1}	240	320	400	280	350	300	150	200	250	180
$P, кВт$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	4,0	5,0	5,5

Задача 5.

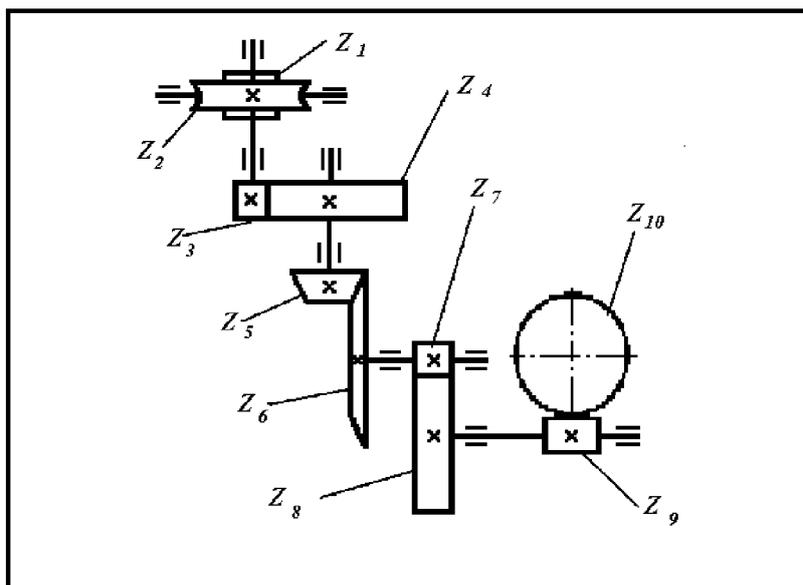


Рис.5

Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	1	2	2	4	1	2	4	2	2	1
z_2	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
z_3	20	18	22	20	16	14	18	22	16	14
z_4	80	54	33	90	48	56	54	99	20	70
z_5	21	22	25	24	16	20	18	15	17	22
z_6	21	55	75	48	32	50	72	45	34	66
z_7	22	20	18	16	15	14	16	18	20	22
z_8	66	60	36	60	90	42	40	54	100	55
z_9	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
z_{10}	22	30	90	100	24	45	60	112	20	40
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	380	320	250	250	300	150	400	150	200	350
$P, \text{кВт}$	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	7,5	6,0	6,5	5,0

Задача 6.

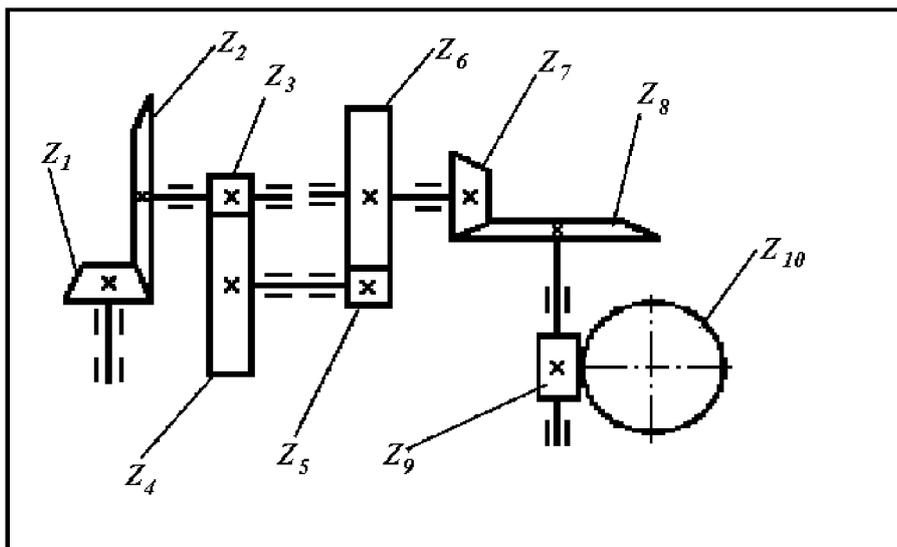


Рис.6

Таблица 6. Исходные данные для задачи 6

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_2	100	60	107	36	99	30	56	76	112	31
z_3	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_4	60	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_5	18	25	20	20	18	22	15	17	15	25
z_6	42	75	100	20	36	22	60	68	60	100
z_7	15	20	25	18	20	18	25	17	16	15
z_8	60	60	50	36	100	36	25	34	48	30
z_9	1	2	2	4	1	2	4	2	2	1
z_{10}	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150	300	350	250	100	300	150	200	250
$P_1, \text{кВт}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5

Задача 7.

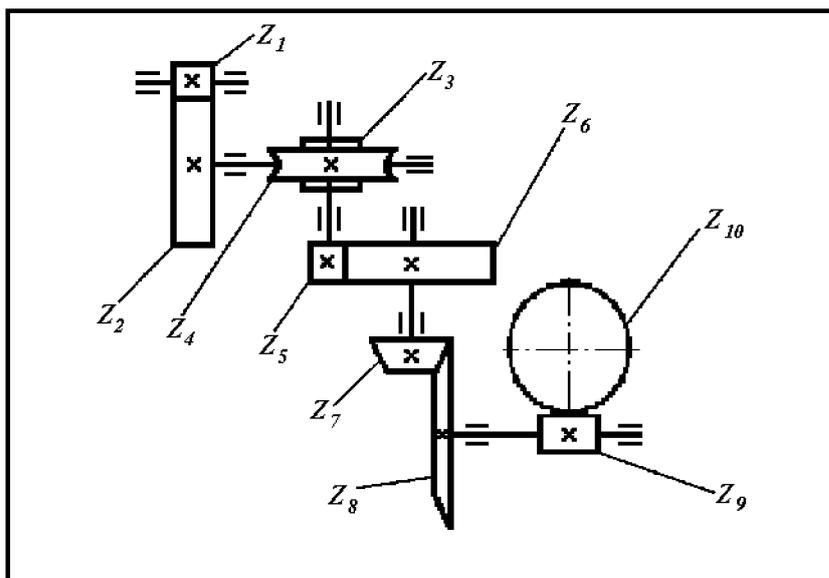


Рис.7

Таблица 7. Исходные данные для задачи 7

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	20	17	20	17	20	17	20	15	15	19
z_2	60	51	50	85	80	75	100	90	45	38
z_3	2	1	4	1	2	1	4	2	4	1
z_4	32	30	112	24	56	35	120	60	100	28
z_5	22	22	18	18	16	16	20	20	20	22
z_6	22	88	54	36	48	96	20	90	40	66
z_7	20	20	25	18	20	17	20	19	22	20
z_8	70	20	50	48	40	34	60	38	44	40
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	24	50	32	104	28	52	25	80	56	120
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	260	240	250	500	150	400	300	150	250	150
$P, \text{кВт}$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Задача 8.

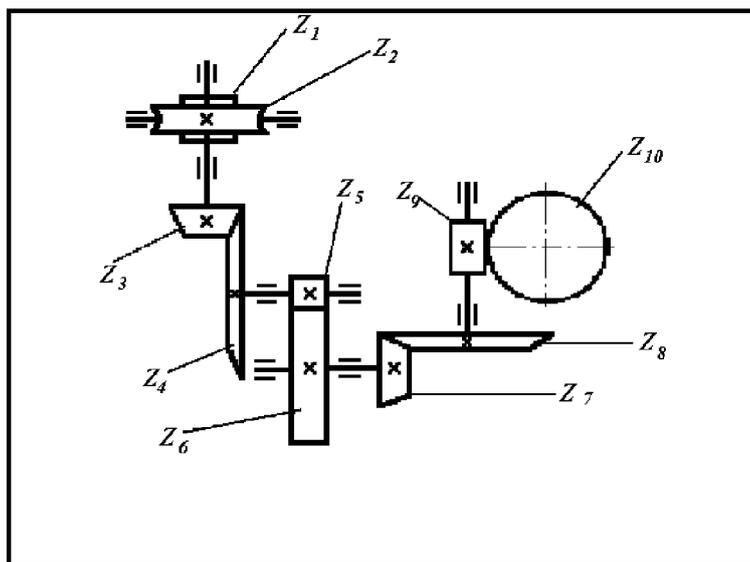


Рис.8

Таблица 8. Исходные данные для задачи 8

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	2	1	4	4	1	2	2	1	1	2
z_2	44	25	100	80	28	60	56	28	25	76
z_3	20	22	18	18	15	16	18	20	22	20
z_4	60	66	90	36	45	56	54	90	44	50
z_5	22	25	25	20	24	21	25	17	27	16
z_6	22	75	25	100	24	63	25	136	54	90
z_7	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_8	25	30	34	110	22	45	30	120	60	68
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	22	75	25	100	24	66	25	134	54	90
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	340	420	200	180	550	350	450	400	100	380
$P, \text{кВт}$	5,2	5,6	4,2	4,6	3,2	3,6	2,2	2,6	1,2	1,6

Задача 9.

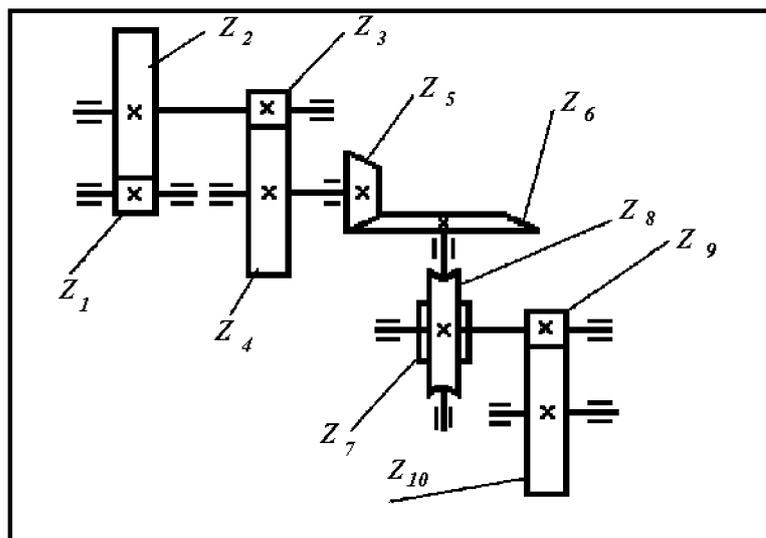


Рис.9

Таблица 9. Исходные данные для задачи 9

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	17	18	22	20	26	18	16	22	32	24
z_2	34	72	66	100	26	54	90	44	64	24
z_3	25	18	20	20	16	18	27	22	16	28
z_4	57	54	50	100	48	56	54	55	40	70
z_5	18	22	20	17	16	20	18	15	17	22
z_6	36	55	100	51	48	50	18	60	34	22
z_7	1	2	2	4	1	2	4	2	2	1
z_8	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
z_9	22	20	18	16	15	14	16	18	20	22
z_{10}	66	60	36	60	90	42	40	54	100	55
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	100	450	550	150	350	200	350	500	250
$P, \text{кВт}$	6,0	6,5	5,0	5,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5

Задача 10.

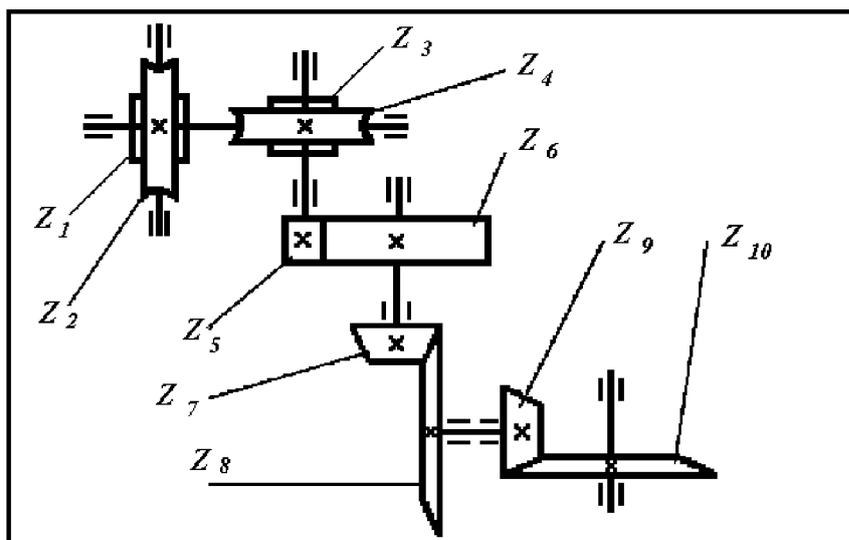


Рис.10

Таблица 10. Исходные данные для задачи 10

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	4	2	4	2	2	2	2	4	4	1
z_2	100	60	110	36	54	30	56	76	112	25
z_3	2	2	2	2	4	2	4	2	1	2
z_4	60	60	50	48	110	54	100	68	28	75
z_5	21	20	25	25	18	20	20	17	20	20
z_6	42	50	50	100	18	80	60	51	60	100
z_7	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_8	100	60	107	36	99	30	56	76	112	31
z_9	28	18	33	20	26	28	36	22	32	24
z_{10}	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150	300	350	250	100	300	150	200	250
$P, \text{кВт}$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Занятие 7. Проектный и проверочный расчёт зубчатых передач (6 час.)

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. Методика проектного расчёта зубчатых передач
2. Методика проектного расчёта червячных передач
3. Методика проверочного расчёта зубчатых передач по контактным напряжениям и напряжениям изгиба

Решение разноуровневых задач реконструктивного уровня.

Задача 1.

1. Рассчитать закрытую цилиндрическую прямозубую передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.

Таблица 1. Исходные данные задачи № 1						
Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	n , сут	K, год
1	10	750	125	7	0,3	0,7
2	11	750	150	6	0,4	0,6
3	12	750	175	5	0,5	0,5
4	13	750	200	4	0,6	0,4
5	14	750	225	5	0,7	0,3
6	15	750	250	6	0,8	0,4
7	16	750	275	7	0,9	0,5
8	17	1000	175	3	0,6	0,8
9	18	1000	200	4	0,5	0,6
10	19	1000	225	5	0,4	0,7
11	20	1000	250	6	0,5	0,8
12	21	1000	275	7	0,6	0,7
13	22	1000	300	8	0,7	0,6
14	23	1000	325	7	0,8	0,5
15	24	1000	350	6	0,9	0,4
16	25	1500	300	5	0,8	0,3
17	24	1500	325	4	0,7	0,4
18	23	1500	350	3	0,6	0,5
19	22	1500	375	4	0,5	0,6
20	21	1500	400	5	0,4	0,7
21	20	1500	425	6	0,3	0,8
22	19	1500	450	7	0,4	0,7
23	18	3000	500	8	0,5	0,6
24	17	3000	525	7	0,6	0,5
25	16	3000	550	6	0,7	0,4
26	15	3000	575	5	0,8	0,3
27	14	3000	600	4	0,9	0,4
28	13	3000	625	8	0,8	0,5
29	12	3000	650	7	0,7	0,6
30	11	3000	675	6	0,6	0,3

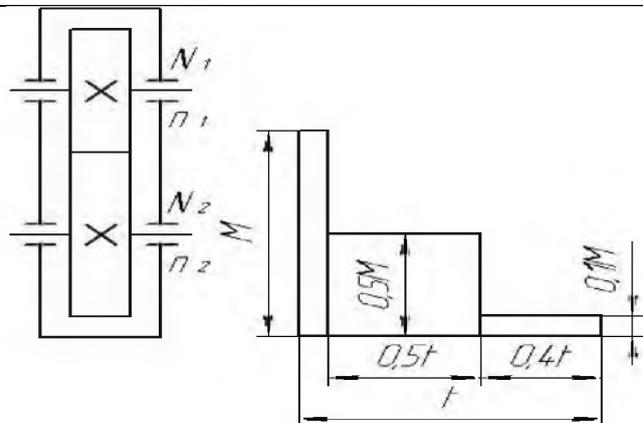


Рис. 1. Схема редуктора и график нагрузки

Задача 2.

1. Рассчитать закрытую коническую косозубую передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.

Таблица 2. Исходные данные задачи № 2

Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	$n, \text{сут}$	K, год
1	50	1500	450	5	0,5	0,8
2	70	1500	400	6	0,6	0,7
3	65	1500	250	7	0,7	0,6
4	60	1500	350	8	0,8	0,5
5	55	1500	700	9	0,5	0,4
6	50	3000	1500	10	0,6	0,3
7	45	3000	750	9	0,7	0,4
8	40	3000	375	8	0,8	0,5
9	35	3000	500	7	0,9	0,6
10	30	3000	1000	6	0,8	0,7
11	28	3000	600	5	0,6	0,8
12	26	3000	700	4	0,5	0,9
13	24	1500	400	4	0,4	0,8
14	22	1500	375	5	0,3	0,7
15	20	1500	325	6	0,9	0,6
16	18	1500	300	7	0,8	0,5
17	16	1500	425	8	0,7	0,4
18	14	1500	475	9	0,6	0,3
19	12	1500	525	10	0,5	0,6
20	11	1000	200	9	0,4	0,7
21	10	1000	225	8	0,3	0,8
22	9	1000	250	7	0,4	0,8
23	8	1000	275	6	0,5	0,7
24	7	1000	300	5	0,6	0,7
25	6	1000	325	6	0,7	0,8
26	5	750	150	7	0,8	0,6
27	4	750	175	8	0,9	0,5
28	3	750	190	9	0,7	0,4
29	2	750	210	7	0,6	0,8
30	1	750	240	4	0,5	0,7

Рис.2. Схема передачи и график нагрузки

Задача 3.

1. Рассчитать закрытую цилиндрическую косозубую передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.

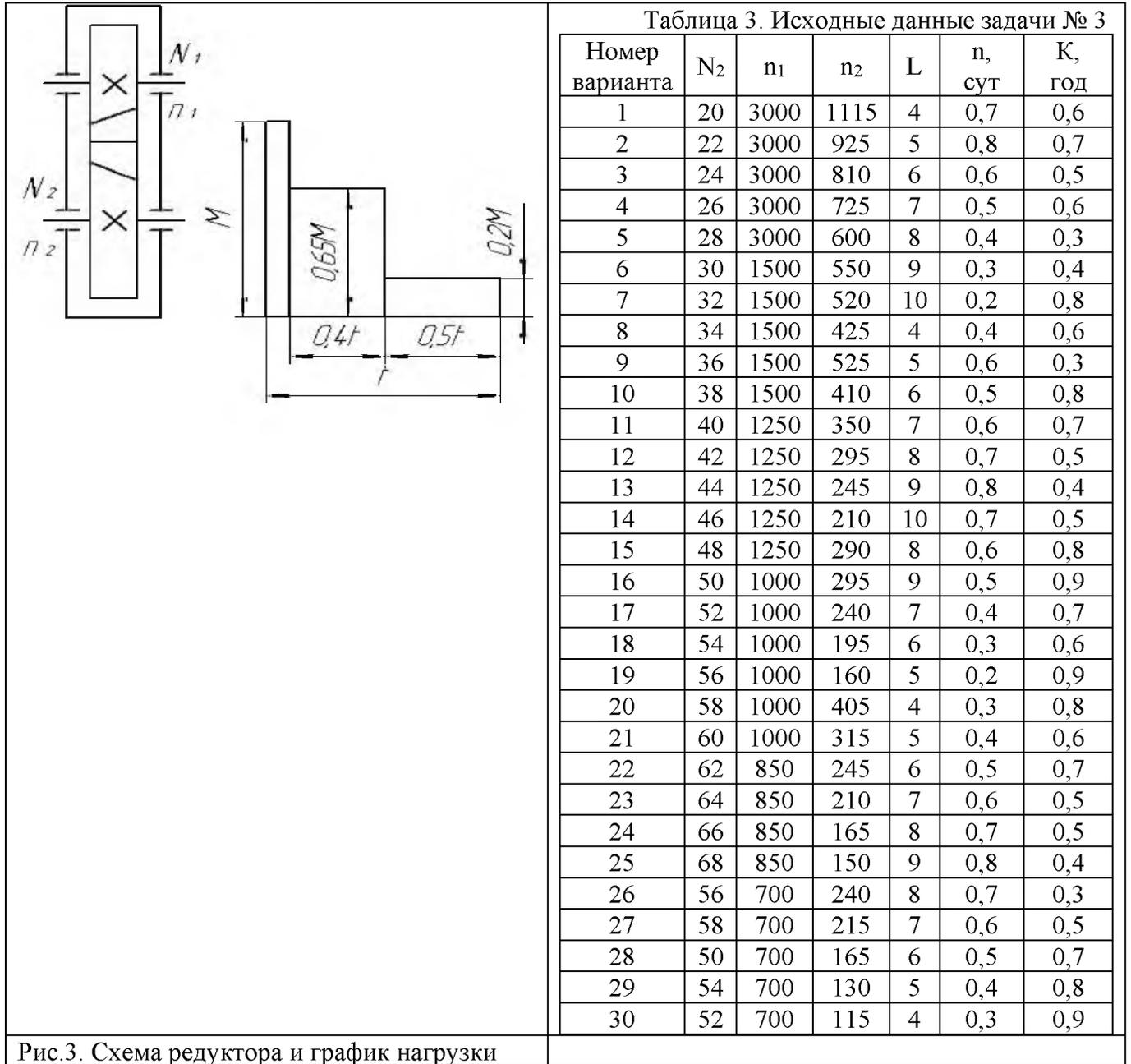


Таблица 3. Исходные данные задачи № 3

Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	n , сут	K , год
1	20	3000	1115	4	0,7	0,6
2	22	3000	925	5	0,8	0,7
3	24	3000	810	6	0,6	0,5
4	26	3000	725	7	0,5	0,6
5	28	3000	600	8	0,4	0,3
6	30	1500	550	9	0,3	0,4
7	32	1500	520	10	0,2	0,8
8	34	1500	425	4	0,4	0,6
9	36	1500	525	5	0,6	0,3
10	38	1500	410	6	0,5	0,8
11	40	1250	350	7	0,6	0,7
12	42	1250	295	8	0,7	0,5
13	44	1250	245	9	0,8	0,4
14	46	1250	210	10	0,7	0,5
15	48	1250	290	8	0,6	0,8
16	50	1000	295	9	0,5	0,9
17	52	1000	240	7	0,4	0,7
18	54	1000	195	6	0,3	0,6
19	56	1000	160	5	0,2	0,9
20	58	1000	405	4	0,3	0,8
21	60	1000	315	5	0,4	0,6
22	62	850	245	6	0,5	0,7
23	64	850	210	7	0,6	0,5
24	66	850	165	8	0,7	0,5
25	68	850	150	9	0,8	0,4
26	56	700	240	8	0,7	0,3
27	58	700	215	7	0,6	0,5
28	50	700	165	6	0,5	0,7
29	54	700	130	5	0,4	0,8
30	52	700	115	4	0,3	0,9

Задача 4.

1. Рассчитать закрытую червячную передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи

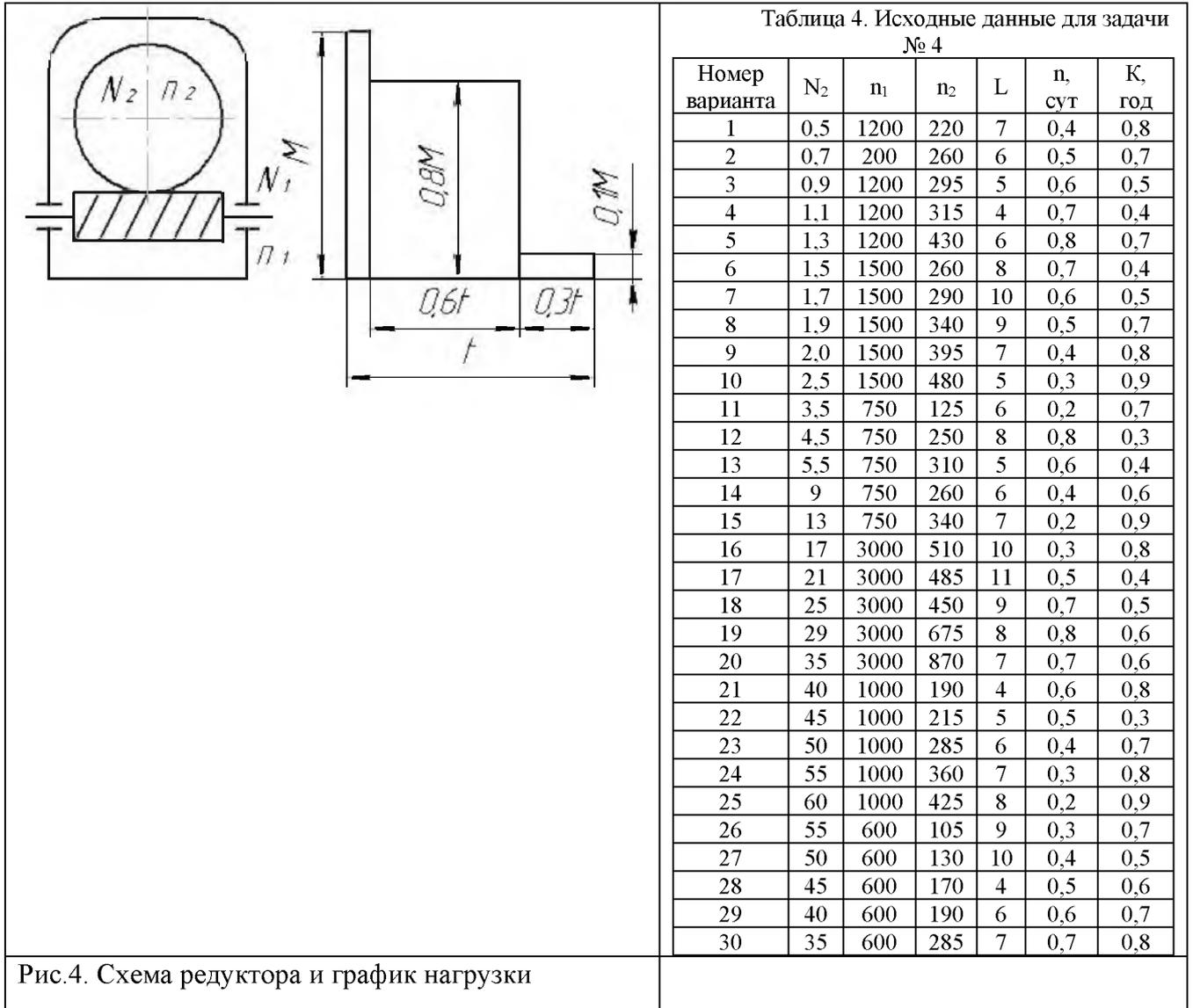


Рис.4. Схема редуктора и график нагрузки

Задача 5

1. Рассчитать закрытую цилиндрическую шевронную передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи

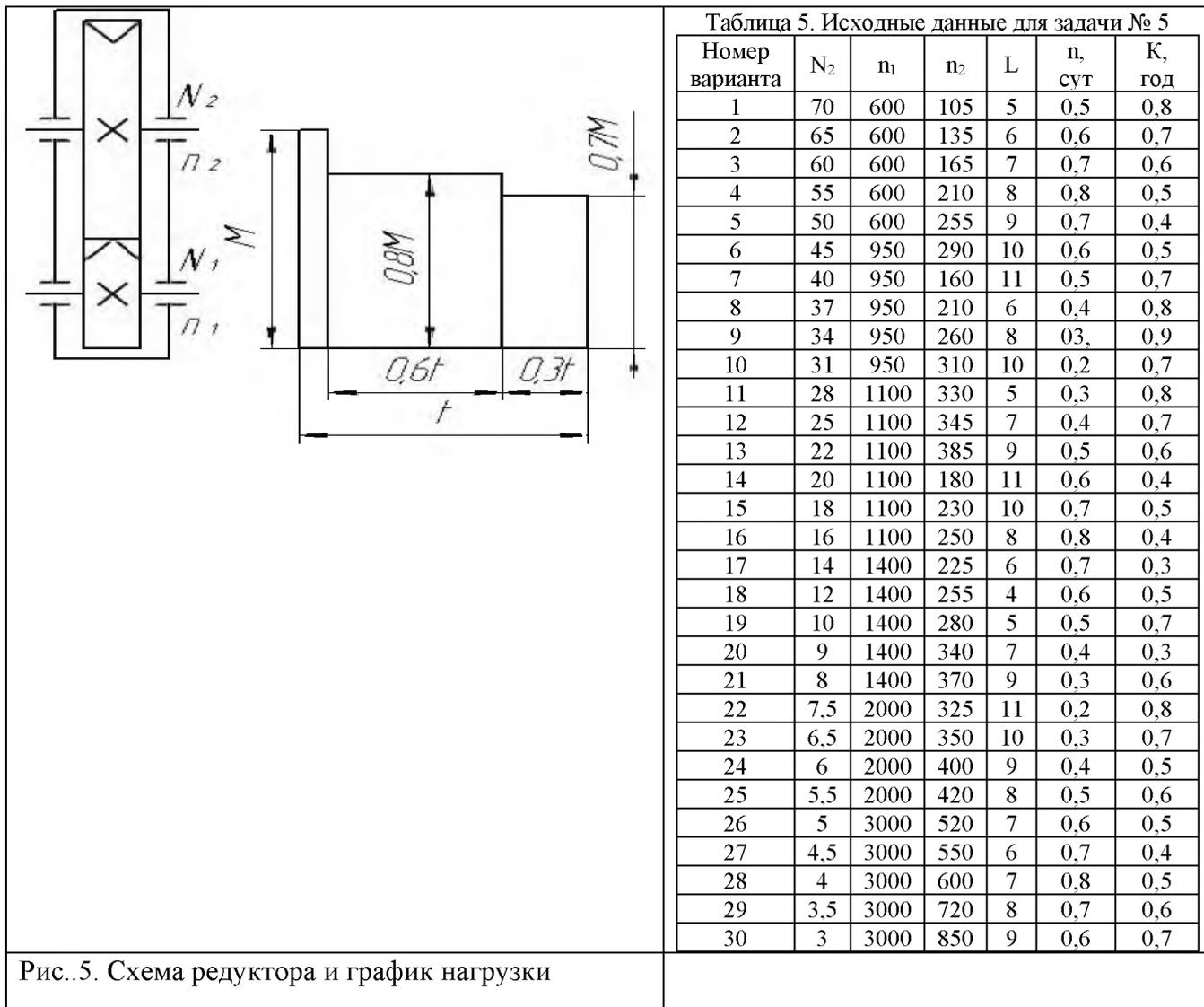


Таблица 5. Исходные данные для задачи № 5

Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	n , сут	K, год
1	70	600	105	5	0,5	0,8
2	65	600	135	6	0,6	0,7
3	60	600	165	7	0,7	0,6
4	55	600	210	8	0,8	0,5
5	50	600	255	9	0,7	0,4
6	45	950	290	10	0,6	0,5
7	40	950	160	11	0,5	0,7
8	37	950	210	6	0,4	0,8
9	34	950	260	8	0,3	0,9
10	31	950	310	10	0,2	0,7
11	28	1100	330	5	0,3	0,8
12	25	1100	345	7	0,4	0,7
13	22	1100	385	9	0,5	0,6
14	20	1100	180	11	0,6	0,4
15	18	1100	230	10	0,7	0,5
16	16	1100	250	8	0,8	0,4
17	14	1400	225	6	0,7	0,3
18	12	1400	255	4	0,6	0,5
19	10	1400	280	5	0,5	0,7
20	9	1400	340	7	0,4	0,3
21	8	1400	370	9	0,3	0,6
22	7,5	2000	325	11	0,2	0,8
23	6,5	2000	350	10	0,3	0,7
24	6	2000	400	9	0,4	0,5
25	5,5	2000	420	8	0,5	0,6
26	5	3000	520	7	0,6	0,5
27	4,5	3000	550	6	0,7	0,4
28	4	3000	600	7	0,8	0,5
29	3,5	3000	720	8	0,7	0,6
30	3	3000	850	9	0,6	0,7

Задача 6.

1. Рассчитать планетарную передачу. Нагрузка постоянная. Срок службы длительный.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.

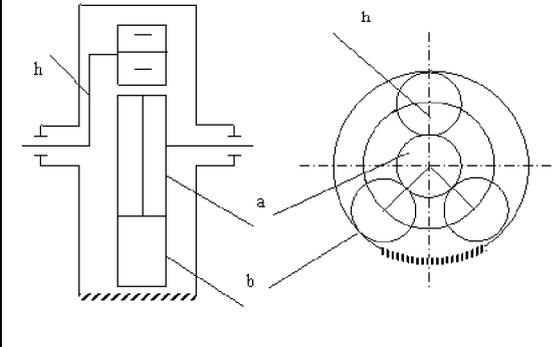
	Таблица 6. Исходные данные для задачи 6				
	Величина	Вариант			
Р _а , кВт	1	2	3	4	5
п _в , об/мин	6	8	10	12	14
п _а , об/мин	1600	1500	1400	1300	1200
Величина	Вариант				
Р _а , кВт	6	7	8	9	10
п _в , об/мин	20	22	24	26	3
п _а , об/мин	900	800	700	600	2000
	180	100	90	80	400

Рис. 6. Схема редуктора

Занятие 8.

Исследование процесса и характера работы двухступенчатого цилиндрического редуктора. Определение основных параметров двухступенчатого цилиндрического редуктора (6 час.)

Цель работы:

1. Изучение конструкции цилиндрического двухступенчатого зубчатого редуктора. Составление эскиза редуктора, его кинематической схемы, расчетной схемы вала и чертежа одного вала.
 2. Измерение и вычисление основных параметров редуктора: передаточного отношения, межосевых расстояний, геометрических параметров зубчатых колес и, в частности, их модуля. Выполнение силового расчета одной ступени и расчет одного вала на прочность.
2. Оборудование и инструменты
- 2.1. Редуктор двухступенчатый горизонтальный с цилиндрическими косозубыми колёсами
 - 2.2. Набор измерительного инструмента
 - 2.3. Набор инструмента для разборки и сборки редуктора
3. Основные сведения о редукторах

3.1. Схемы зубчатых редукторов

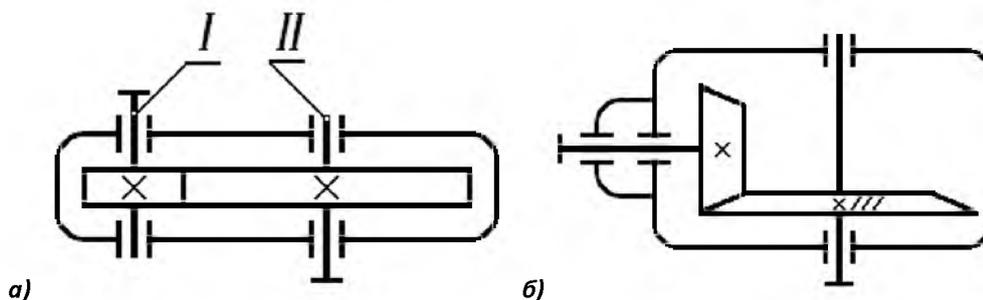
Редуктором называется закрытая зубчатая передача, предназначенная для понижения угловой скорости ведомого вала по сравнению с ведущим. Уменьшение угловой скорости сопровождается увеличением вращающего момента на ведомом валу. Для редуктора значения передаточного отношения и передаточного числа совпадают. На схемах редукторов (см. рисунок 1а) валы обозначаются римскими цифрами – быстроходный (ведущий, входной) вал, к которому присоединяется вал двигателя, цифрой *I*, а – тихоходный (ведомый, выходной) вал цифрой *II*.

Редукторы бывают одно- и многоступенчатые. Передаточное число ($u_{ред.}$) многоступенчатого редуктора равно произведению передаточных чисел отдельных ступеней редуктора: $u_1, u_2, u_3, \dots, u_n$:

$$u_{ред.} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 \cdot \dots \cdot u_n \quad (1)$$

где n – число ступеней редуктора

Передаточное число редуктора с одной ступенью в виде цилиндрической пары колес (см. рисунок 1а) обычно не превышает $u_{max} = 12,5$. Для конических косозубых передач (см. рисунок 1б) $u_{max} = (5-6)$. Двухступенчатые редукторы (см. рисунок 1в, г, д) имеют большие передаточные числа, но не выше $u_{max} = 63$. При u более 63 редукторы делают трехступенчатыми.



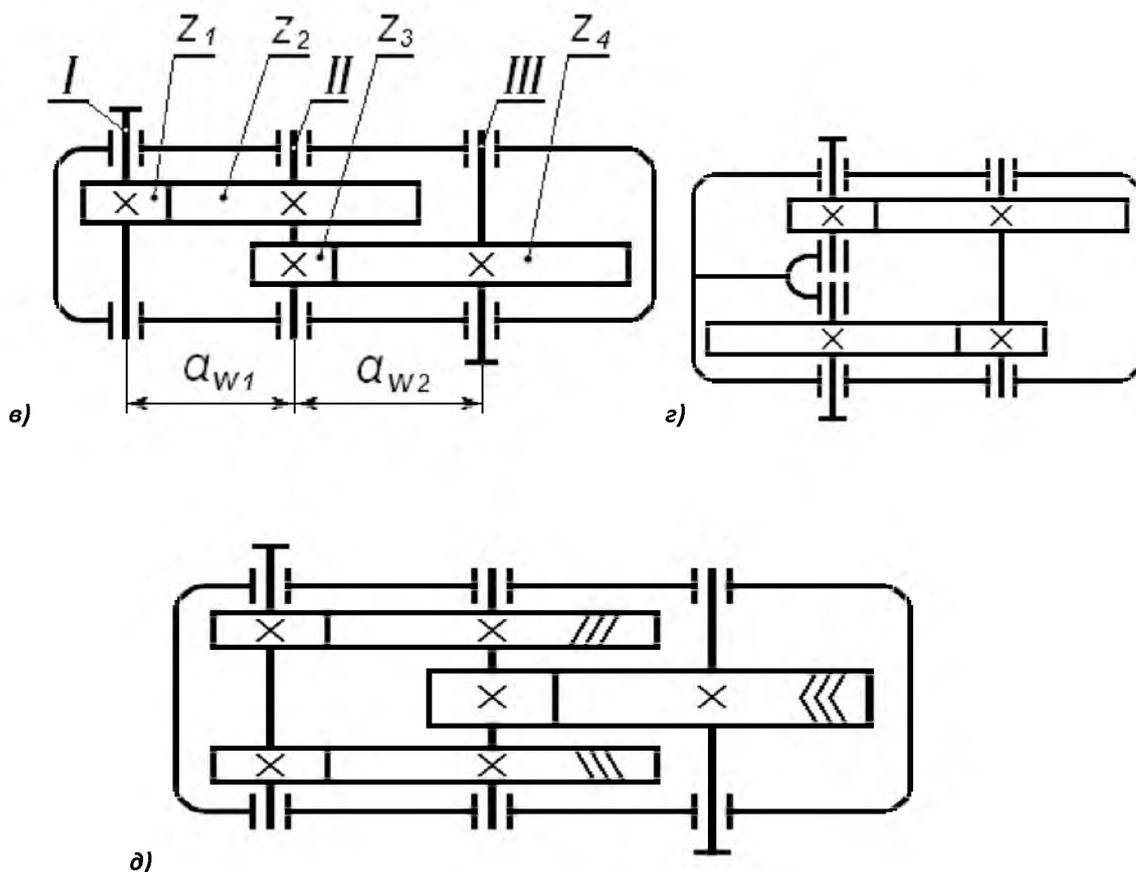


Рис. 1. Схемы зубчатых редукторов

Двухступенчатые редукторы выполняют по развернутой схеме (см. рисунок 1в, д). Если оси входного и выходного валов совпадают, образуя одну линию, то такие редукторы называются соосными (см. рисунок 1з). Их преимущество – меньшая длина, чем по схеме, представленной на рисунке 1в. Несимметричное расположение зубчатых колес относительно опор (рисунок 1в) приводит к неравномерному распределению передаваемой силы по длине зуба. В схеме с раздвоенной первой ступенью (рисунок 1д) более нагруженная тихоходная ступень расположена относительно опор симметрично, что благоприятно сказывается на ее работе. Для передачи больших крутящих моментов и исключения осевых нагрузок параллельно работающие пары колес быстроходной ступени делают косозубыми с противоположными углами наклона зубьев, а колеса тихоходной ступени делают шевронными. Устройство опор в этом случае должно позволять некоторое осевое смещение одного из валов.

Очень важным вопросом, влияющим на основные параметры редуктора, является вопрос о разбивке общего передаточного отношения редуктора по отдельным ступеням. Желательно, чтобы ведомые зубчатые колеса обеих ступеней были близкими по диаметру. При этом обеспечивается хорошая смазка зубчатых зацеплений.

Разбивка передаточного отношения определяется специальными требованиями, которые предъявляются при проектировании редуктора – критериями оптимальности. Такими критериями могут быть: минимальная масса редуктора, минимальные размеры по высоте, минимальные межосевые расстояния и т.п. Более обстоятельно вопрос о разбивке передаточного отношения по ступеням изложен в учебниках [1, 2, 3].

3.2. Материалы зубчатых колес

Материалы для изготовления зубчатых колес в машиностроении – стали, чугуны и пластмассы; в приборостроении зубчатые колеса изготавливают также из латуни, алюминиевых сплавов и др. материалы для изготовления зубчатых колёс авиационных редукторов – стали легированные. конструкционные, высококачественные и особо высококачественные: В авиационной промышленности чаще всего зубчатые колёса изготавливают из легированных (40Х, 40ХН, 18ХГТ, 25ХГТ и др.) и высоколегированных сталей, которые после термической или химико-термической обработки имеют твердость поверхностей зубьев до 65 HRC_Э (для низколегированных сталей – до 55 HRC_Э) и вязкую сердцевину (HRC_Э 30...42).

Хромоникелевые стали (12ХНЗА, 12Х2Н4А, 14ХГСН2МА, 18Х2Н4МА) сочетают высокую прочность и износостойкость с повышенной вязкостью, с термообработкой цементация, закалка, низкий отпуск (возможна обработка «холодом»). Стали с молибденом или вольфрамом (14ГСН2МА, 20Х3МВФА) обладают высокими механическими и технологическими свойствами, их применяют для изготовления наиболее ответственных деталей. Хромомарганцево-кремнистые стали (20ХГСА, 30ХГСА) обладают повышенной прочностью и умеренной вязкостью.

Выбор материала определяется назначением передачи, условиями ее работы, габаритами колес и даже типом производства (единичное, серийное или массовое) и технологическими соображениями.

Основными материалами для изготовления зубчатых колес являются термообработанные углеродистые и легированные стали, обеспечивающие объемную прочность зубьев, а также высокую твердость и износостойкость их активных поверхностей. В зависимости от твердости активных поверхностей зубьев стальные колеса делятся на две группы, а именно: колеса с твердостью по Бринеллю $\leq 350 \text{ HB}$, зубья которых хорошо прирабатываются; и колеса с твердостью $> 350 \text{ HB}$, зубья которых прирабатываются плохо. Колеса первой группы изготавливают из средне- и высокоуглеродистых сталей. Колеса второй группы изготавливают из легированных сталей и применяют для быстроходных и высоконагруженных передач.

Для изготовления тихоходных, преимущественно открытых передач, работающих с окружной скоростью до 3 м/с , применяют серые, модифицированные и высокопрочные чугуны.

Нагрузочная способность зубчатых колес из неметаллических материалов значительно ниже, чем стальных, поэтому их используют в слабонагруженных передачах, к габаритам которых не предъявляется жестких условий, но требуется снижение шума и вибраций, самосмазываемость или химическая стойкость. Для стальных колес в целях выравнивания долговечности и улучшения прирабатываемости следует твердость активных поверхностей зубьев шестерни делать большей, чем у колеса: $HB_{1cp} - HB_{2cp} \geq 20$.

3.3. Опоры валов редуктора

Опорами в редукторе могут служить подшипники качения. Работоспособность подшипников качения в значительной степени зависит от рациональной конструкции подшипникового узла, качества его монтажа и регулировки.

Схемы установки подшипников качения на валах, вращающихся осях и в корпусах приведены на рисунке 2. Для коротких валов (длина не превышает 300 мм) применяют схему *a* - враспор.

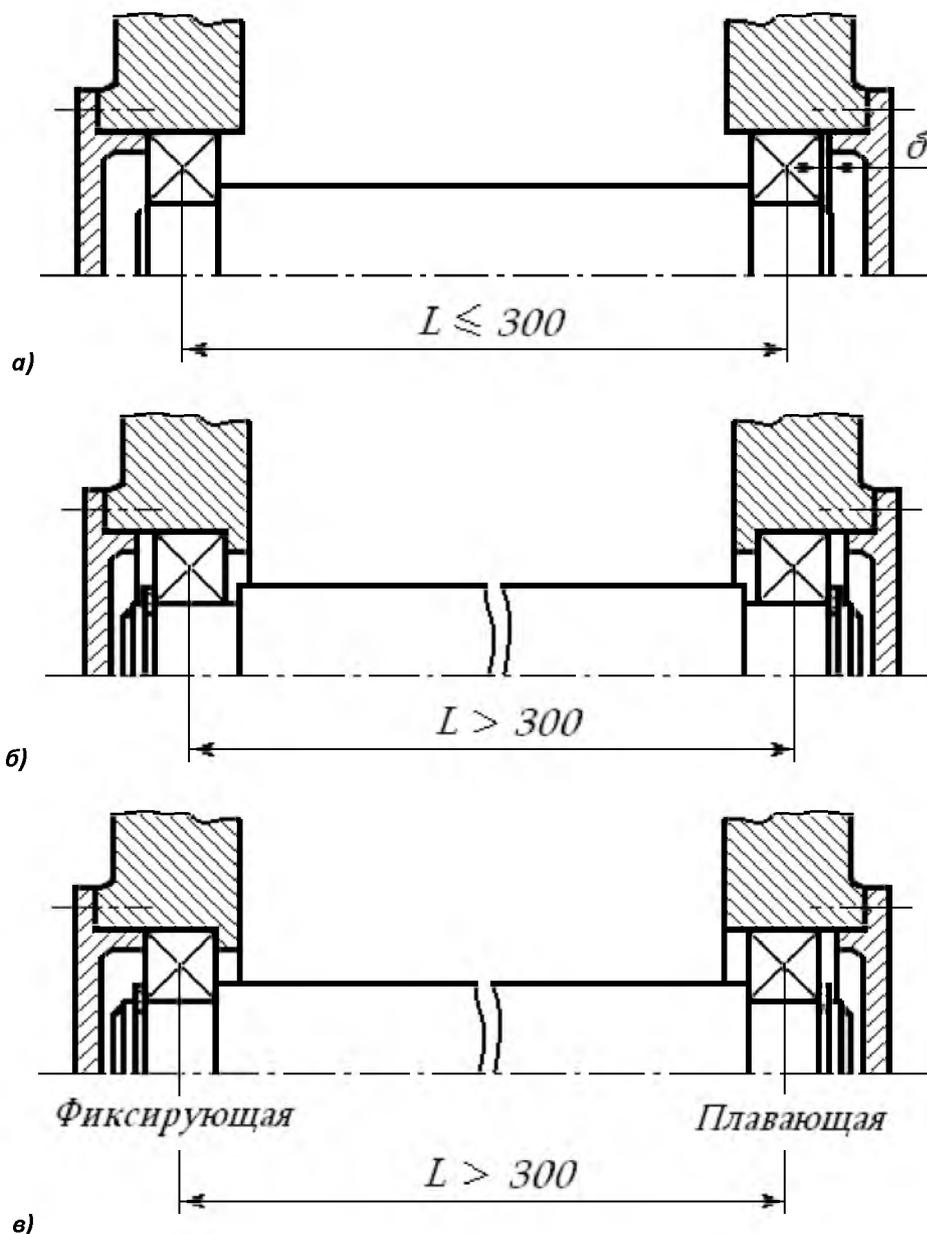


Рис. 2. Схемы установки подшипников качения на валах

Во избежание защемления вала при его температурном удлинении, между крышкой подшипника и одним из его наружных колец оставляется небольшой зазор δ (0,1...0,2) мм. Этот зазор регулируется изменением толщины набора прокладок под крышку подшипника.

Защемление вала в связи с его температурным удлинением невозможно при установке подшипников по схеме *б* - враспашку, ее применяют при

относительно длинных валах. Недостаток схемы – неудобство регулировки подшипников перемещением их внутренних колец, установленных на вал посадкой с натягом.

Установка подшипников по схеме в наиболее благоприятна для длинных валов т.к. исключается защемление вала при любых условиях работы. Одна опора закреплена в корпусе и на валу, и называется фиксирующей, а второй подшипник имеет возможность осевого перемещения в корпусе для компенсации температурных удлинений и укорочений вала, и такую опору называют плавающей. Для длинных валов, нагруженных значительной осевой силой в фиксирующей опоре устанавливаются, два радиально-упорных подшипника, а в плавающей опоре ставят радиальный подшипник.

3.4. Смазка зубчатых зацеплений

Наиболее распространенный способ смазки зубчатых зацеплений в редукторах – картерный. Он применяется при окружных скоростях колес до (12...15) м/сек и осуществляется окунанием зубьев зубчатых колес в масло, залитое в масляную ванну – картер.

Емкость масляной ванны определяется из расчета (0,5...0,7) литра на 1 кВт передаваемой мощности.

Глубину погружения зубчатых колес в масло рекомендуется выбирать в пределах от 0,75 до 2-х высот зубьев, но не ниже 10 мм. Более глубокое погружение допустимо для колес тихоходной ступени. Для смазки широко используются жидкие промышленные масла различной вязкости.

Конкретную марку масла выбирают в зависимости от окружной скорости и величины контактных напряжений.

3.5. Смазка подшипниковых узлов

Для уменьшения потерь в результате трения, отвода теплоты, защиты от коррозии, уменьшения шума при работе применяют смазывание подшипников качения, причем используют жидкие и пластичные смазочные материалы. При выборе смазочного материала необходимо учитывать

следующие факторы: размеры подшипника и частоту его вращения, величину нагрузки, рабочую температуру узла и состояние окружающей среды.

Для подшипников, работающих с окружной скоростью до (4...5) м/с, можно применять и жидкие, и пластичные смазочные материалы, при больших скоростях рекомендуется жидкая смазка. Чем выше нагрузка на подшипник, тем вязкость масла или консистенция пластичного смазочного материала должна быть больше, так как при этом прочность его граничного слоя увеличивается. С повышением рабочей температуры вязкость и консистенция смазочного материала понижаются.

Для предотвращения вытекания смазочного материала и защиты подшипников от попадания извне пыли, грязи и влаги применяются уплотнительные устройства. По принципу действия эти устройства подразделяют на контактные, щелевые, лабиринтовые, центробежные и комбинированные.

4. Измерение и расчет основных параметров цилиндрического зубчатого редуктора

4.1. Определение передаточного отношения редуктора

Подсчитываются числа зубьев всех зубчатых колес z_1, z_2, z_3, z_4 (см. рисунок 1, в) и определяют передаточные отношения (передаточные числа) первой и второй ступени

$$u_1 = \frac{z_2}{z_1},$$

$$u_2 = \frac{z_4}{z_3},$$

Передаточное число редуктора определяется из выражения (1).

4.2. Определение нормальных модулей зацеплений

Необходимо замерить диаметры вершин зубьев d_a и диаметры впадин зубьев d_f всех четырех зубчатых колес. Каждое измерение выполняется 3 раза с поворотом зубчатого колеса. Для дальнейших вычислений принимают среднее арифметическое значение измеренных диаметров.

Нормальный модуль определяют из выражения

$$m_n = \frac{d_a - d_f}{4,5}.$$

Приближенное значение нормального модуля можно также получить, измерив штангензубомером высоту зуба h или нормальный шаг зубчатого зацепления P_n , которые связаны следующими зависимостями

$$m_n = \frac{h}{2,25};$$

$$m_n = \frac{P_n}{3,14}.$$

Вычисленное значение модуля для первой и второй пары зубчатых колес необходимо уточнить по ГОСТ 9563, выдержка из которого приводится в таблице 1 значения модулей зубчатых колес

Таблица 1 – Значения модулей зубчатых колес по ГОСТ 9563

Ряд	Модуль m , мм										
1-й	1	1,25	1,5	2,0	2,5	3	4	5	6	8	10
2-й	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11

Кроме нормального модуля в косозубом зацеплении различают торцовый модуль – m_t . Между этими модулями существует следующая связь

$$m_t = \frac{m_n}{\cos\beta}.$$

4.3. Определение углов наклона зубьев и диаметров делительных окружностей зубчатых колес

1. Измерить межосевые расстояния для первой a_{w1} и для второй пары зубчатых колес a_{w2} .

2. Зная числа зубьев и нормальные модули, найти углы наклона зубьев для каждой ступени по формулам

$$\cos\beta_1 = \frac{(z_1 + z_2)}{2 \cdot a_{w1}} \cdot m_{n1};$$

$$\cos\beta_2 = \frac{(z_3 + z_4)}{2 \cdot a_{w2}} \cdot m_{n2}.$$

3. Вычислить диаметры делительных окружностей всех зубчатых колес

$$d_1 = \frac{m_{n1} \cdot z_1}{\cos\beta_1};$$

$$d_2 = \frac{m_{n1} \cdot z_2}{\cos\beta_1};$$

$$d_3 = \frac{m_{n2} \cdot z_3}{\cos \beta_2};$$

$$d_4 = \frac{m_{n2} \cdot z_4}{\cos \beta_2}.$$

4.4. Определение коэффициентов смещения исходного контура при нарезании зубчатых колес

В изучаемом редукторе использованы шестерни с небольшим числом зубьев (z_1, z_3), а колеса с большим (z_2, z_4).

В такой ситуации долговечность и работоспособность зубчатых зацеплений определяется выносливостью зубьев шестерни. Чтобы улучшить форму шестерен их нарезают с положительным смещением, т.е. отодвигают режущий инструмент от центра нарезки шестерни на величину смещения $x m_f$ (коэффициент смещения $x_1 > 0$). Зубчатые же колеса нарезают с отрицательным смещением $-x m_f$ (коэффициент смещения $x_2 < 0$). Режущий инструмент при этом придвигается к центру нарезаемого колеса. Если коэффициенты смещения выбраны так, что $x_1 + x_2 = 0$, или $x_1 = -x_2$, то такая модификация зубчатого зацепления называется высотной.

Применяется также угловая модификация, при которой $x_1 + x_2 \neq 0$.

При высотной модификации зацепления межосевые расстояния, углы зацепления и диаметры делительных окружностей не меняются. Изменяется лишь высота головок и ножек зубьев. Диаметры вершин зубьев шестерни увеличиваются на величину $(2x m_f)$, а диаметры вершин зубчатых колес уменьшаются на эту же величину.

В косозубых зацеплениях применяют, в основном, высотную модификацию. При малых числах зубьев шестерен и больших передаточных отношениях рекомендуется принимать величину коэффициентов смещения $x_1 = -x_2 = 0,3$.

При определении коэффициентов смещения, с которым нарезаются зубчатые колеса редуктора, вначале необходимо вычислить диаметры вершин зубьев зубчатых колес, предполагая, что они нарезались без смещения исходного контура

$$d_{a1}^0 = d_1 + 2 \cdot m_{n1}.$$

$$d_{a2}^0 = d_2 + 2 \cdot m_{n1},$$

$$d_{a3}^0 = d_3 + 2 \cdot m_{n2},$$

$$d_{a4}^0 = d_4 + 2 \cdot m_{n2}.$$

Зная действительные значения диаметров вершин зубьев, полученные путем измерения (d_a), находят величины коэффициентов смещения исходного контура.

Для первой ступени

$$x_1 = \frac{(d_{a1} - d_{a1}^0) \cdot \cos \beta_1}{2 \cdot m_{n1}};$$

$$x_2 = \frac{(d_{a2} - d_{a2}^0) \cdot \cos \beta_1}{2 \cdot m_{n1}};$$

Для второй ступени

$$x_3 = \frac{(d_{a3} - d_{a3}^0) \cdot \cos \beta_2}{2 \cdot m_{n2}};$$

$$x_4 = \frac{(d_{a4} - d_{a4}^0) \cdot \cos \beta_2}{2 \cdot m_{n2}};$$

5. Кинематический и силовой расчет редуктора

5.1. Составление таблицы кинематических и силовых параметров редуктора

Для выполнения кинематического и силового расчета выбирают, по указанию преподавателя, один из вариантов задания, приведенных в таблице 2.

Таблица 2. Варианты заданий для расчета редуктора

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
$P_1, кВт$	1,0	1,2	0,9	1,5	1,3
$n_1, об/мин$	960	1100	760	1440	1200

Редуктор (см. рисунок 1в) имеет три вала: I-й ведущий, (входной, быстроходный); II-й промежуточный; III-й ведомый, (выходной, тихоходный).

Зная передаточное отношение каждой ступени редуктора, для каждого из валов определяют кинематические и силовые параметры: частоту

вращения - n (об/мин); угловую скорость - ω (1/сек); мощность на валу - P (кВт); крутящий момент на валу - T_K (Нм) (см. таблицу 3).

Таблица 3. Кинематические и силовые параметры редуктора

Параметр вала	n , (об/мин)	ω , (1/сек)	P , (кВт)	T_K , (Н м)
I	n_1	$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30}$	P_1	$T_1 = \frac{10^3 P_1}{\omega_1}$
II	$n_2 = \frac{n_1}{u_1}$	$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30}$	$P_2 = P_1 \eta_{зз} \eta_{пк}^2$	$T_2 = \frac{10^3 P_2}{\omega_2}$
III	$n_3 = \frac{n_2}{u_2}$	$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30}$	$P_3 = P_2 \eta_{зз} \eta_{пк}^2$	$T_3 = \frac{10^3 P_3}{\omega_3}$

Примечание. В таблице 3: $\eta_{зз}$ - коэффициент полезного действия зубчатого зацепления 0,98; $\eta_{пк}$ - коэффициент полезного действия пары подшипников качения 0,99.

5.2. Определение усилий в зацеплении

В косозубом зубчатом зацеплении сила нормального давления зуба ведущего зубчатого колеса F_n на зуб ведомого раскладывается на три взаимноперпендикулярные составляющие: F_t – окружную, F_a – осевую и F_r – радиальную (см. рисунок 3).

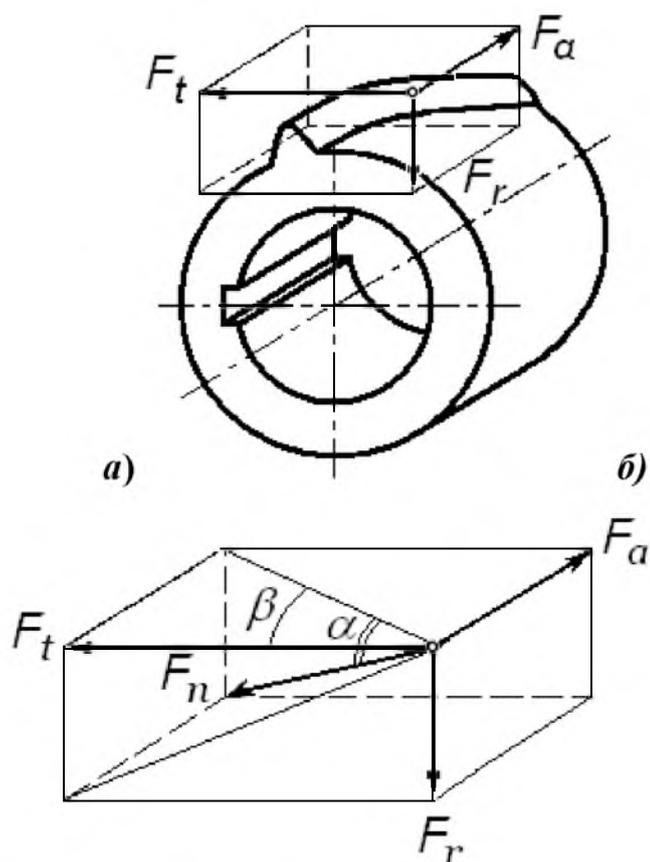


Рис. 3. Разложение силы нормального давления

Величины составляющих усилий определяют из выражений

$$F_t = \frac{2T}{d};$$

$$F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta;$$

$$F_r = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta},$$

где α - угол зацепления, для зубчатых колес, нарезанных без смещения исходного контура, и для колес, выполненных с высотной модификацией $\alpha = 20^\circ$; β - угол наклона зуба.

5.3. Проверочный расчет по контактным напряжениям

Расчет выполняется для одной ступени редуктора. Контактные напряжения в косозубом зубчатом зацеплении можно определить по формуле

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{F_t \cdot (u + 1)}{d_2 \cdot b_2}} \cdot K_H \leq [\sigma_H],$$

где F_t – окружная сила, Н;

u – передаточное число рассчитываемой ступени;

d_2 – делительный диаметр ведомого зубчатого колеса, мм;

b_2 – ширина ведомого зубчатого колеса, мм;

K_H – коэффициент, учитывающий характер нагрузки и режим работы зубчатого колеса (в расчете принять 1,20).

Принимая, что допускаемые контактные напряжения для первой ступени $[\sigma_{H1}] = 600$ МПа, а для второй $[\sigma_{H2}] = 500$ МПа, сделайте заключение о контактной прочности зубчатых колес.

5.4. Расчет вала редуктора

Для расчета выбирается один из валов редуктора.

Чтобы составить расчетную схему вала, выполняют дополнительные измерения: находят расстояния между опорами вала, расстояние от опоры до зубчатого колеса, диаметры вала на различных участках и т.п. Прикладывают найденные в разделе 5.2 силы в зацеплении зубчатых колес.

Затем определяют:

а) реакции опор в вертикальной плоскости от сил F_c и $F_f - R^B$;

б) реакции опор в горизонтальной плоскости от силы $F_t - R^T$;

в) изгибающие моменты в горизонтальной и вертикальной плоскостях

M_u^T и M_u^B ;

г) суммарный изгибающий момент в опасном сечении

$$M_u = \sqrt{(M_u^T)^2 + (M_u^B)^2};$$

д) эквивалентный момент

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{M_u^2 + T_R^2};$$

(крутящий момент T_R для соответствующего вала берут из таблицы 3);

е) рассчитывают диаметр вала в опасном сечении из выражения

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{экв}}}{0,1[\sigma_{-1u}]}}$$

Считая, что вал изготовлен из стали 45, принимают $[\sigma_{-1u}] = 20$ МПа. Сравнивают диаметр вала, полученный в расчётах с действительным размером.

6. Последовательность выполнения работы

1) Отвинчивают крепежные винты и снимают крышку редуктора. Знакомятся с устройством и принципом работы редуктора. Вычерчивают кинематическую схему. Подсчитывают числа зубьев колес. Измеряют с помощью штангенциркуля и штангензубомера геометрические параметры зубчатых колес: диаметр вершин зубьев d_a , диаметр впадин d_f , межосевые расстояния a_w , ширину зубчатых колес b , нормальный шаг зацепления P_n , высоту зубьев h . Данные заносятся в протокол измерений №1, таблица 4.

2) На основании выполненных измерений и формул, приведенных в разделе 4, вычисляют передаточные числа быстроходной u_1 и тихоходной u_2 ступеней, а также всего редуктора, модуль нормальный m_n , углы наклона зубьев β , диаметры делительных окружностей d и окружностей вершин зубьев d_a всех зубчатых колес, коэффициенты смещения исходного контура x , с которым нарезаны зубчатые колеса. Полученные данные заносятся в протокол расчётов №2, таблица 5.

Таблица 4 – Протокол измерений №1

Зубчатое колесо	Параметр						
	$z, шт$	$d_a, мм$	$d_f, мм$	$b, мм$	$P_n, мм$	$h, мм$	$a_w, мм$
1							
2							
3							
4							

Таблица 5 – Протокол расчётов

Зубчатое колесо	Параметр					
	$d, мм$	$d_a, мм$	$m_n, мм$	$\beta, град$	x	u
1						
2						
3						
4						

3) Выбрав из таблицы 2 один из вариантов задания, осуществляют расчет кинематических и силовых параметров редуктора (см. таблицу 3). Определяют усилия в зубчатых зацеплениях.

4) Для одной из зубчатых пар выполняют проверочный расчет по контактному напряжению.

5) Для одного из валов (по указанию преподавателя) составляют расчетную схему, определяют реакции опор, строят эпюры изгибающих и крутящих моментов. Определяют диаметр вала в опасном сечении по эквивалентному моменту. Выполняют эскиз вала.

6) Оформляют отчет, в котором делают необходимые пояснения на все выполняемые расчеты.

7. Литература:

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: учебное пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. – СПб. : Лань, 2013. – 352 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<https://e.lanbook.com/reader/book/12953/#1>

2. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп. – М. : Машиностроение, 2012. – 672 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

3. Тюняев, А.В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали.- СПб.: Лань, 2013. – 192 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<http://e.lanbook.com/view/book/30429/>

4. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. – 414 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

Занятие 9. Проектный и проверочный расчёт червячных передач (6 час)

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. Особенности червячных передач, достоинства и недостатки.
2. Методика проектного расчёта червячных передач
3. Методика проверочного расчёта червячных передач
4. Тепловой расчёт редуктора

Решение разноуровневых задач реконструктивного уровня.

Литература:

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: учебное пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. – СПб. : Лань, 2013. – 352 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<https://e.lanbook.com/reader/book/12953/#1>

2. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп. – М. : Машиностроение, 2012. – 672 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

3. Тюняев, А.В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали.- СПб.: Лань, 2013. – 192 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<http://e.lanbook.com/view/book/30429/>

4. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. – 414 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

Задача реконструктивного уровня: спроектировать червячный редуктор привода ленточного конвейера, состоящий из червячного редуктора и цепной передачи (рис. 9.1). Полезная сила на ленте конвейера $F_t = 12$ кН, скорость ленты конвейера $v = 0,55$ м/с. Диаметр барабана $D = 500$ мм, угол наклона цепной передачи к горизонту $\psi = 30^\circ$, срок службы – длительный, характер нагрузки – равномерная без толчков и ударов

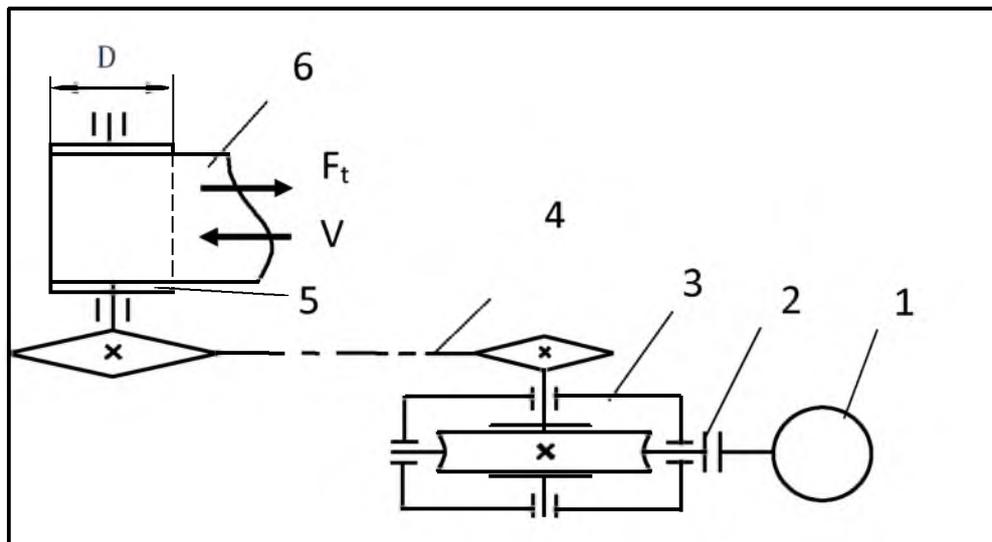


Рис 9.1. Кинематическая схема привода: 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – червячный редуктор; 4 – передача цепная; 5 – барабан; 6 – лента конвейера

Занятие 10. Исследование процесса и характера работы червячного редуктора. Определение основных параметров червячного редуктора (6 час.)

Цель занятия:

1. Познакомиться с классификацией, кинематическими схемами, конструкцией, узлами и деталями червячных редукторов.
2. Выяснить назначение всех деталей редуктора.
3. Определить параметры зацепления.
4. Выяснить назначение регулировки узлов редуктора и произвести регулировку подшипников и зацепления при сборке редуктора.

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. Достоинства и недостатки червячных передач.
2. Как определяется передаточное отношение червячной передачи?
3. Почему червячная передача имеет значение КПД меньше, чем зубчатая?
4. В чем заключается условие самоторможения червячной передачи? В каких случаях следует применять самотормозящую передачу?
5. Из каких материалов изготавливают червяк и червячное колесо?

6. По каким формулам определяют силы, действующие в червячном зацеплении?

7. По каким критериям работоспособности выполняют проектный и проверочные расчёты передачи?

8. Как определяют диаметры червяка и червячного колеса, число заходов червяка, число зубьев колеса?

Литература:

Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.– М. : Машиностроение, 2012. – 672 с.

[Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

Оборудование и материалы:

1.Редуктор червячный

2.Набор инструмента для разборки и сборки редуктора

3.Набор измерительного инструмента

2. Теоретические положения

2.1. Общие сведения

Червячная передача относится к передачам зацепления с перекрещивающимися осями валов. Угол перекрещивания обычно равен 90° .

Преимущества червячной передачи: возможность получения больших передаточных отношений в одной паре (до 1000); плавность и бесшумность работы, возможность самоторможения. Недостатки: низкий КПД (0,7...0,92), повышенный износ, склонность к заеданию, необходимость применения для изготовления колес дорогих антифрикционных материалов.

2.2. Конструкция и геометрия червяков

4.2. Материалы червячных передач

Червяки ответственных передач выполняют цементованными с закалкой до твердости 56...63 HRCэ, наиболее распространенная марка стали 18ХГТ (таблица 1). Также применяются стали 20Х, 12ХНЗА, 15ХФ.

Таблица 1 – Материалы для изготовления червяков

Материалы		Термообработка	Условия работы
червяк	колесо		
20Х, 18ХГТ	бронза	цементация, HRC56-63	тяжелые
40Х, 40ХН	бронза, чугун	закалка ТВЧ, HRC56-63	средние
45, 40Х	чугун	улучшение	редкая работа

Для передач, работающих с большими перерывами и редко испытывающих максимальные нагрузки, используют червяки, у которых витки подвергнуты поверхностной закалке ТВЧ (токами высокой частоты) до 45...50 HRCэ. В этом случае используются стали 40Х, 40ХН, 35ХМ, 35ХГСА. Если червячная передача работает эпизодически (вспомогательное, тихоходное и малонагруженное оборудование) или необходима взаимная приработка зубьев колеса и витков червяка – червяки выполняют из улучшенных или нормализованных сталей 45, 40Х.

Основными причинами выхода из строя червячных передач являются:

а) износ - сильно зависит от условий и качества смазки, усиливается при неточной сборке и регулировке зацепления. Обычно более интенсивно изнашиваются зубья червячного колеса (износ допускается до заострения зубьев колеса);

б) поломка зубьев колеса - встречается редко и в основном из-за ошибок при изготовлении;

в) усталостное разрушение поверхности зубьев червячного колеса - появление микротрещин и скол кусочков металла (питтинг) при воздействии циклически меняющихся контактных напряжений;

г) заедание - при больших скоростях скольжения и трении происходит разогрев и схватывание (приваривание) поверхностей зуба колеса и витка червяка. Если хватает мощности передачи на разрыв схватившихся поверхностей, то кусочки металла, вырванные из одной и приваренные к другой поверхности зуба в дальнейшем быстро изнашивают (царапают) поверхность других зубьев или заклинивают передачу. Это самый опасный

вид отказа червячных передач. При мягких материалах червячных колес заедание возможно в менее опасной форме - материал колеса "намазывается" на виток червяка.

В основном требования к червячным парам осуществляют за счет подбора материала червячного колеса. Для интенсивно работающих червячных передач используют оловянистые бронзы БрО10Ф1, БрО10Ф1Н1, БрО5Ц5С5. Эти бронзы более мягкие и дорогие, но могут работать при более высоких скоростях скольжения $v_{СК}$, обычно более 5 м/с. Безоловянистые бронзы БрА10Ж4Н4Л, БрА9Ж3Л и другие используют для более тихоходных передач при $v_{СК}$ до 5 м/с и средних условиях работы. Эти бронзы более твердые и могут передать большую нагрузку. Для червячных передач работающих эпизодически со скоростями $v_{СК}$ до 2 м/с могут быть использованы серые чугуны (табл. 2). При определении допускаемых напряжений для материала червячного колеса можно использовать данные таблица 2

Таблица 2 – Механические свойства материалов зубчатых венцов червячных колес

Группа	Материал	Способ отливки	σ_B , МПа	σ_T , МПа	Скорость скольжения
I	Бр010Н1Ф1	Ц	285	165	≤ 25 м/с
	БрО10Ф1	К	275	200	≤ 12 м/с
		З	230	140	
II	Бр05Ц5С5	К	200	90	≤ 8 м/с
		З	145	80	
III	БрА10Ж4Н4	Ц	700	460	≤ 5 м/с
		К	650	430	
	БрФ10Ж3Мц1,5	К	550	360	
		З	450	300	
	БрА9Ж3Л	Ц	530	245	
		К	500	230	
З		425	195		
IV	ЛЦ23А6Ж3Мц2	Ц	500	330	≤ 4 м/с
		К	450	295	
		З	400	260	
V	СЧ18	З	355*	-	≤ 2 м/с
	СЧ15	З	314*	-	

2. Принятые обозначения способа отливки: Ц – изготовление с использованием центробежного литья, К – отливка в кокиль, З – отливка в землю, в формы из ХТС.

По форме поверхности, на которой нарезают витки червяка, различают цилиндрические (см. рисунок 1,а) и глобoidные червяки (см. рисунок 1,б).

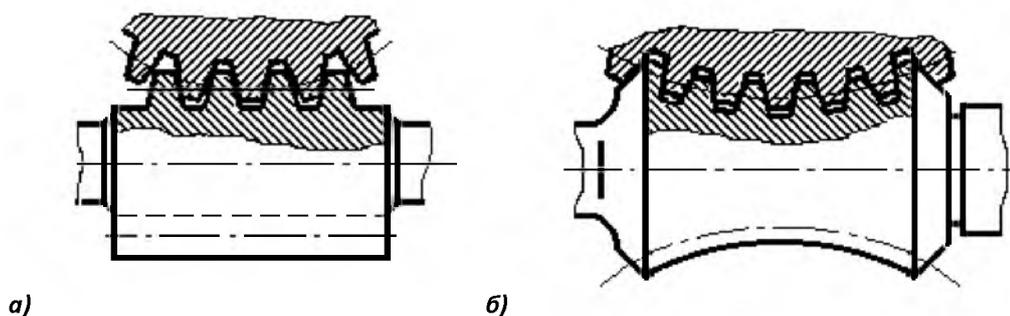


Рис.1. Формы поверхности для нарезания витков червяка

По форме профиля витков червяка в осевом сечении различают червяки с прямолинейным профилем (см. рисунок 2, *a*) и криволинейным (см. рисунок 2, *б*). Червяки с прямолинейным профилем называют архимедовыми червяками, так как в торцевом сечении витка получается спираль Архимеда. Червяки с криволинейным профилем называют эвольвентными, так как в торцевом сечении витка получается эвольвента.

Как и все винты, червяки могут быть одновитковыми многовитковыми (однозаходными и многозаходными). В зависимости от передаточного числа червячной передачи число витков (заходов) – z_1 может быть равно 1, 2 и 4.

Как правило, червяки изготавливают за одно целое с валом.

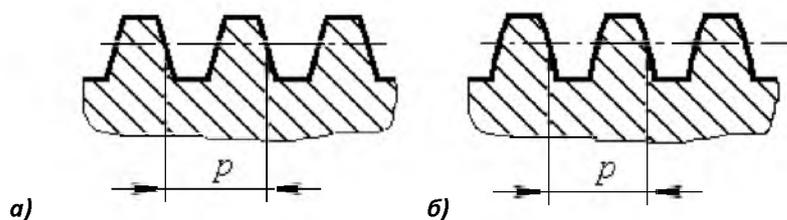


Рис.2. Форма профиля витков червяка в осевом сечении

В целях экономии дорогостоящих цветных металлов червячные колеса диаметром более (150 ... 200) мм выполняют составными (см. рисунок 3) из стальной или чугунной ступицы 1, и бронзового венца 2. На рисунке *ба* бронзовый венец посажен на стальной центр (ступицу) с натягом. Для предотвращения взаимного смещения в стыкуемые поверхности ввертывают винты 3. Головки винтов после завинчивания срезаются.

На рисунке 3, б приведена болтовая конструкция составного колеса. Бронзовый венец прикрепляют к ступице болтами 4.

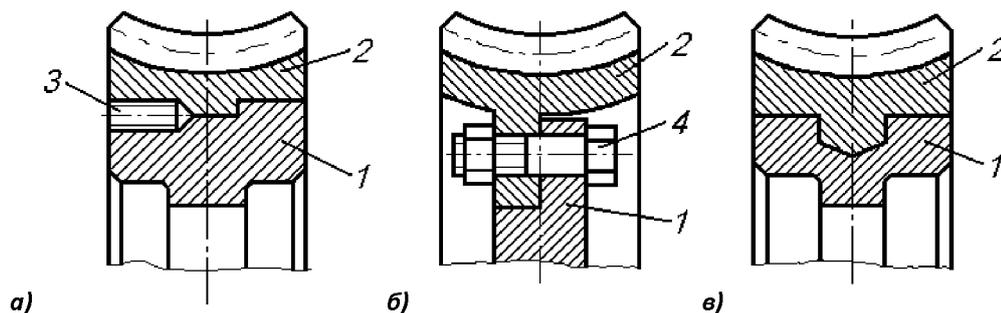


Рис.3. Варианты составных колес

Биметаллическая конструкция колеса (см. рисунок 3,в), в которой бронзовый венец отливают в форму с предварительно вставленным в нее стальным центром, наиболее рациональна. Применяется она в серийном производстве червячных передач.

2.3. Конструкция червячного редуктора

Основные кинематические схемы одноступенчатых червячных редукторов представлены на рисунке 4. На схемах быстроходный вал обозначен Б, тихоходный – Т.

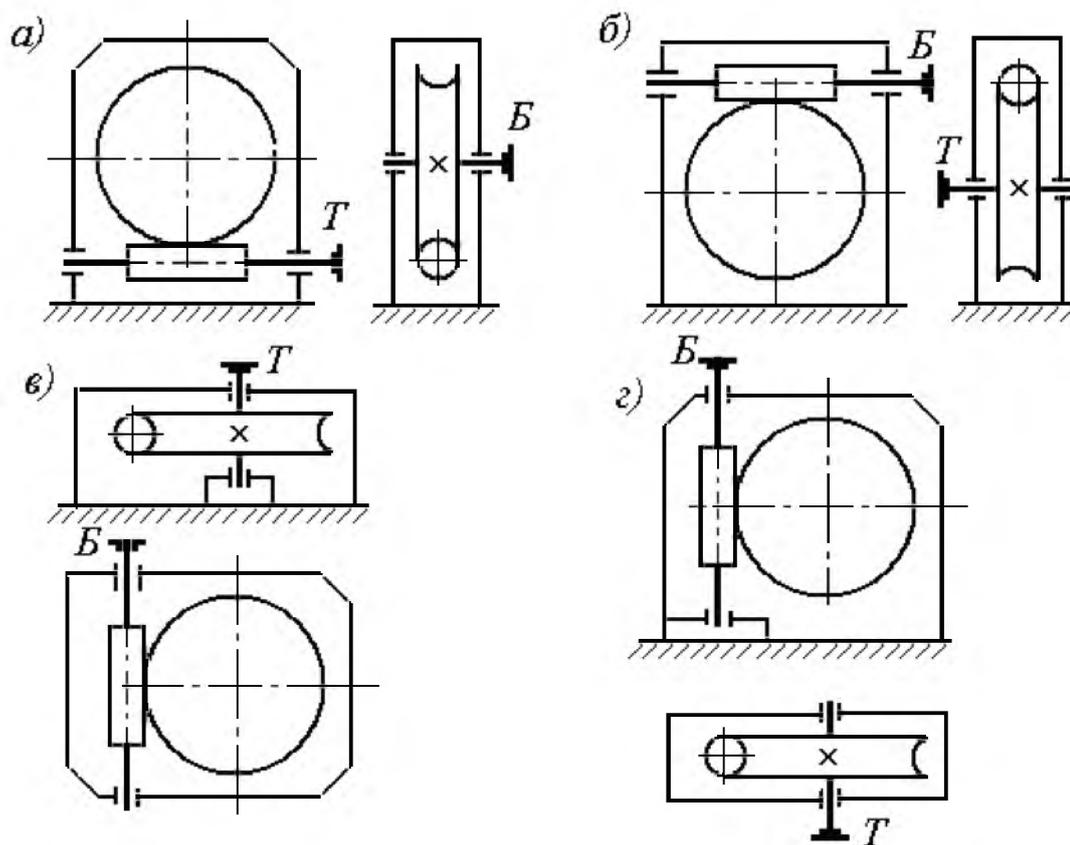


Рис.4. Кинематические схемы одноступенчатых червячных редукторов

При окружных скоростях червяка до $4 \dots 5 \text{ м/с}$ применяют редукторы с нижним расположением червяка (рисунок 4, а). При больших скоростях используется только схема редуктора с верхним расположением червяка рисунок 4,б.

Смазывание червячной передачи проводится погружением червяка в масло.

При верхнем или вертикальном расположении червяка (рисунок 4, г) смазывание зацепления обеспечивается погружением червячного колеса.

При окружных скоростях червяка более 5 м/с наблюдаются большие потери на перемешивание смазки, поэтому червяк располагают над колесом (рисунок 4, б).

Передачи с вертикальным расположением вала червячного колеса (рисунок 4, в) или червяка (рисунок 4, г) используют редко вследствие трудности смазывания подшипников вертикальных валов.

Червячные редукторы предназначены для уменьшения угловой (окружной) скорости и увеличения вращающего момента на ведомом валу.

Характеризуются редукторы передаточным числом, вращающим моментом, частотой вращения ведущего или ведомого валов.

Наибольшее распространение получили одноступенчатые червячные редукторы с диапазоном передаточных чисел $U=8...63$.

При больших передаточных числах применяют двухступенчатые червячные редукторы или комбинированные редукторы, состоящие из червячной и зубчатой передач. Серийно выпускаются только одноступенчатые червячные редукторы, с различными вариантами расположения червяка и червячного колеса. В машинах легкой и текстильной промышленности червячные передачи применяются в виде отдельных механизмов, для получения малых скоростей движения или точных перемещений.

Конструкция червячного редуктора приведена на рисунке 5. Редуктор состоит из корпуса 1 и крышки 2, которые соединены болтами 3. Корпус и крышку выполняют литыми из чугуна (или алюминиевых сплавов). Вращательное движение от быстроходного вала-червяка 4 к тихоходному валу 5 осуществляется червячным колесом 6, которое установлено на валу при помощи шлицев. Червяк выполнен заодно с валом. Валы установлены в корпусе редуктора на конических роликоподшипниках 7 и 8. Накладные крышки 9 и стаканы 10 крепятся к корпусу с помощью болтов 11 и 12. В крышках и стаканах установлены манжеты 13 и 14. К валу червяка 4 винтом 15 крепится крыльчатка 16, которая служит для охлаждения редуктора. К корпусу редуктора крепится кожух крыльчатки 17. Кольцо пружинное 18 фиксирует червячное колесо от осевого смещения. Смазка редуктора картерная. Уровень масла контролируется маслоуказателем 19 с отдушиной 20. Отверстие под маслоуказатель используется для заливки масла. Слив масла производится через сливное отверстие, закрываемое

пробкой 21. К корпусу редуктора 1 крепятся съемные лапы 22. Набор прокладок 23 и 24.

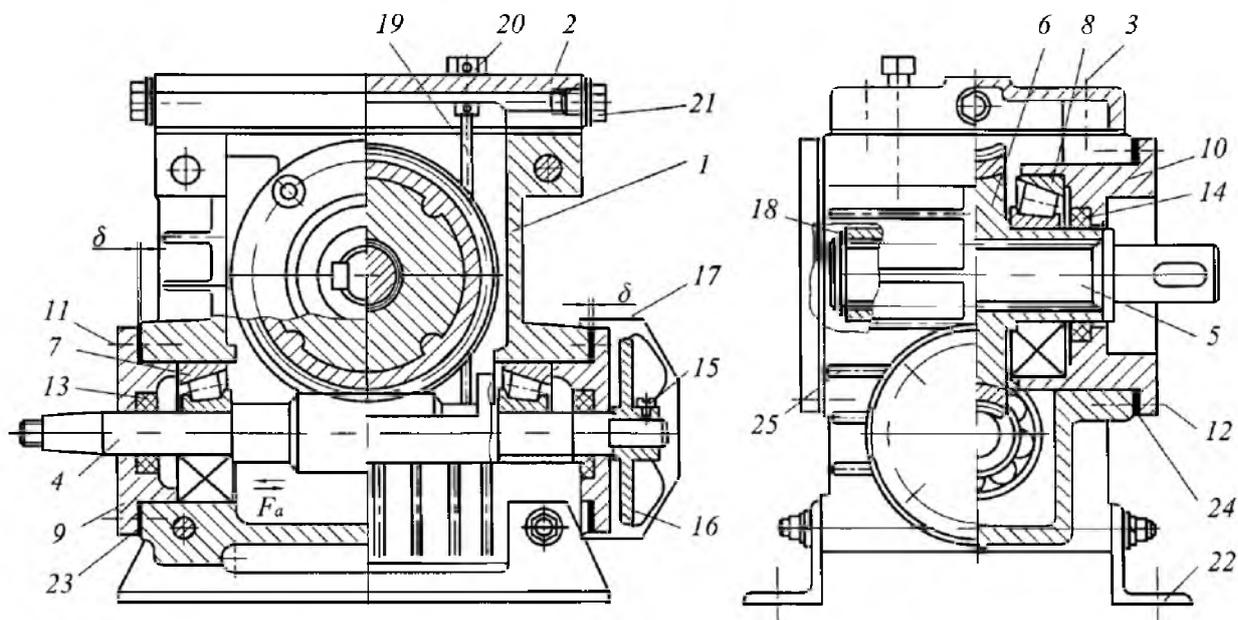


Рис.5. Червячный редуктор

Охлаждение редуктора с помощью крыльчатки. Улучшению теплоотвода способствуют ребра 25, отлитые заодно с корпусом.

Основной способ смазки червячного зацепления - окунание червяка или колеса в масляную ванну картера редуктора. Масляная ванна должна иметь достаточную ёмкость во избежание быстрого старения масла и перемещения продуктов износа и осадков в зацепление и опоры валов. При нижнем расположении червяка уровень масла обычно назначают из условия полного погружения витков червяка. Уровень масла при верхнем расположении червяка назначают из условия полного погружения зуба червячного колеса.

В быстроходных червячных редукторах большой мощности применяют циркуляционную смазку. Для контроля уровня масла применяют маслоуказатели. Для заливки масла и контроля пятна контакта используют смотровой лючок или верхнюю крышку редуктора. В нижней части корпуса редуктора устанавливают пробку для слива масла. Через отдушину на

крышке смотрового лючка в редукторах типа РЧН или РЧП выравнивают давление воздуха внутри корпуса редуктора по отношению к наружному. В редукторах типа РЧУ для этой цели предусматривается отверстие в щупе маслоуказателя.

Для устранения утечек масла и попадания внутрь редуктора пыли и грязи в сквозных крышках опор редуктора устанавливают уплотнения. Наиболее часто применяют уплотнения манжетного типа.

2.4. Конструкция опор валов червяка и колеса

Опорами валов червяка и колеса служат подшипники качения. В червячном зацеплении возникают как радиальные, так и осевые усилия, поэтому в опорных узлах используют радиально-упорные подшипники. Способ установки подшипников зависит от длины вала и температурных режимов. Для валов, у которых расстояние между опорами небольшое (до 300 мм), работающих при небольших перепадах температуры, применяют установку подшипников – «враспор» (см. рисунок 6, а). При этом торцы наружных колец подшипников упираются в торцы подшипниковых крышек, а торцы внутренних колец - в буртики вала.

Если расстояние между опорами вала большое (300 мм), то одна из опор выполняется фиксирующей, а другая плавающей (см. рисунок 6, б). Фиксирующая опора (левая) может быть образована из двух радиально-упорных подшипников, воспринимающих двухсторонние осевые усилия. Плавающая опора (правая) реализуется радиальным шарикоподшипником с незакрепленным наружным кольцом. При возникновении теплового удлинения вала, плавающий подшипник может свободно перемещаться в корпусе.

Вал червячного колеса обычно имеет небольшую длину. Поэтому в опорах устанавливают по одному радиально-упорному подшипнику. Их устанавливают «враспор».

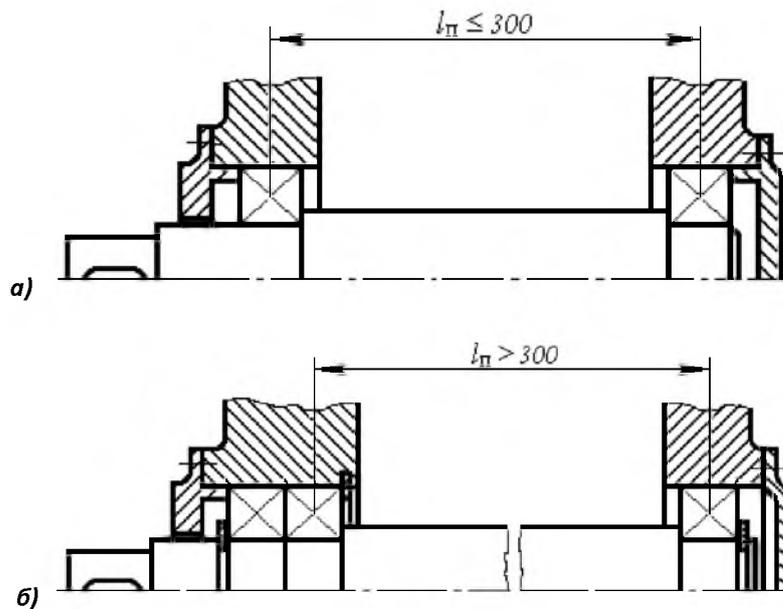


Рис.6. Конструкция опор валов червяка и червячного колеса

2.5. Корпуса червячных редукторов

В серийном производстве корпуса червячных редукторов изготавливают литыми из серого чугуна, иногда из стали или сплавов на основе алюминия литейных. Корпуса выполняются двух типов: разъемные и неразъемные. Разъемные корпуса (см. рисунок 7) состоят из собственно корпуса 1 и крышки 2, соединенных с помощью стяжных болтов 3.

Корпуса относительно небольших червячных редукторов с межосевым расстоянием до 100 мм изготавливают чаще всего без разъема (тип РЧУ40...РЧУ100). Редукторы с межосевым расстоянием 125 мм и более имеют обычно корпуса с разъемом по оси червячного колеса.

Крышку и корпус редукторов обычно изготавливают из серого чугуна или из алюминиевого сплава АЛ-3.

Для исключения сдвига крышки относительно корпуса устанавливают два штифта 4. Плоскость разъема располагается горизонтально и проходит по оси вала колеса.

При сборке редуктора плоскость разъема смазывается пастой «герметик» или лаком, для устранения утечек масла, залитого в корпус. Использование прокладок в плоскости разъема не допускается. Сборка червячного колеса в корпусе осуществляется при снятой крышке.

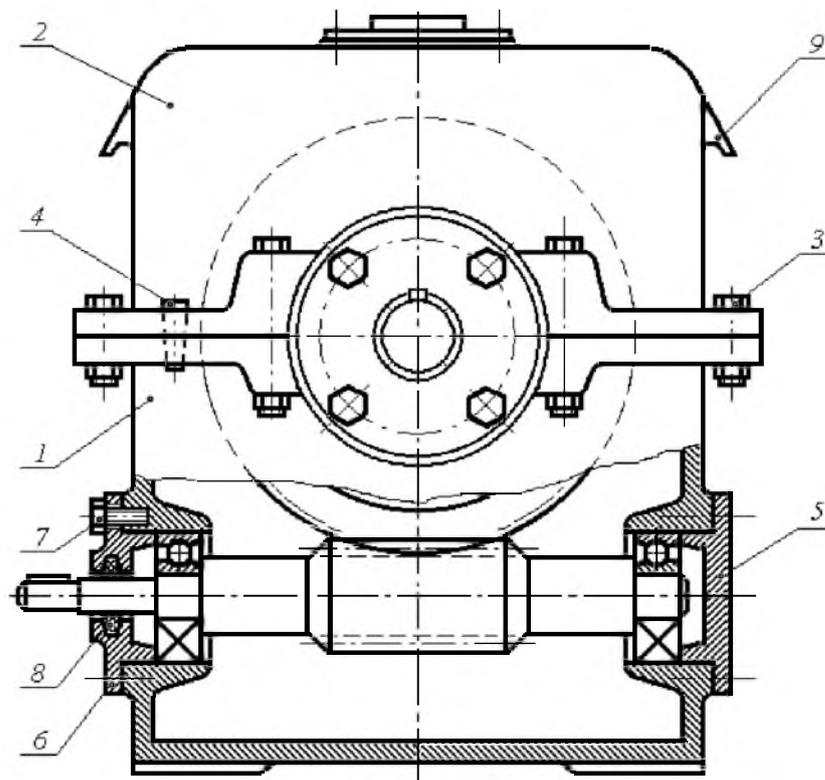


Рис. 7. Корпус червячного редуктора

Отверстия под подшипники червяка и вала колеса закрываются торцевыми подшипниковыми крышками. Торцевые крышки бывают глухие 5 и сквозные 6 и крепятся к корпусу болтами 7. В сквозной крышке имеется отверстие для прохода наружу выходного конца вала. Между отверстием в крышке и выходным концом вала всегда есть зазор. Чтобы через этот зазор не вытекало масло, и не проникали внутрь извне пыль и грязь, крышки снабжаются уплотнительными устройствами 8. Чаще всего применяют манжетные, сальниковые или лабиринтные уплотнения.

Для подъема и перемещения редуктора служат специальные приливы 9, расположенные на крышке корпуса.

В неразъемных корпусах размеры посадочных диаметров торцевых крышек подшипников вала колеса делаются больше наружного диаметра колеса. Это позволяет вставлять (или извлекать) червячные колеса внутрь корпуса через отверстия, выполненные для торцевых крышек.

2.6. Регулирование подшипников и червячного зацепления

Наличие зазоров в подшипниках обеспечивает легкое вращение вала, а отсутствие их увеличивает сопротивление вращению.

Регулирование радиально-упорных подшипников с коническими роликами состоит в том, чтобы получить оптимальный зазор между роликами и кольцами, при котором не наблюдается «болтанки» нагруженных колец подшипников (детали ударяются друг о друга, что может вызвать поломку подшипников). Величина указанного зазора нормирована и называется осевой игрой, т.е. величина перемещения червяка в осевом направлении при плотно подтянутых крышках подшипников.

Регулирование производится набором прокладок 23 и 24 (рисунок 5), устанавливаемых под фланец крышек подшипников. Для этой цели применяют набор тонких металлических прокладок (толщиной $\approx 0,1$ мм). Удобно производить регулирование набором прокладок разной толщины.

Существует два способа установки подшипников качения при насадке их на вал – червяк: враспор и с плавающей опорой.

Враспор подшипники червяка устанавливают при межосевом расстоянии у червячной передачи до 160 мм, когда расстояние между опорами (подшипниками) будет относительно небольшим. При этом на каждую опору устанавливают по одному радиально – упорному подшипнику 7 (рисунок 5).

При работе редуктора червяк и другие детали нагреваются, удлиняются (расширяются). Однако, благодаря небольшой длине червяка, его удлинение обычно получается меньше осевой игры в подшипниках. Поэтому заклинивание подшипников не происходит и червяк может свободно вращаться при установке подшипников враспор.

Осевая сила F_a (рисунок 5) на червяке изменяет направление на противоположное в зависимости от изменения направления вращения червяка. При этом один подшипник воспринимает осевую силу F_a в одном направлении, а другой – в противоположном. Сила F_a с червяка 4

передается последовательно на внутреннее кольцо подшипника, ролик (тело качения) и наружное кольцо подшипника 7, а затем на крышку подшипника 9, болт 11 и окончательно воспринимается корпусом редуктора 1.

С плавающей опорой подшипники червяка устанавливают при межосевом расстоянии червячной передачи больше 160 мм, когда расстояние между опорами и длина червяка имеют большие размеры. В этом случае в опоре 1 устанавливают два радиально – упорных подшипника (рисунок 8) враспор. При этом осевую силу F_a подшипники воспринимают так же, как описано выше. Один при действии силы F_a в одном направлении, другой – в противоположном.

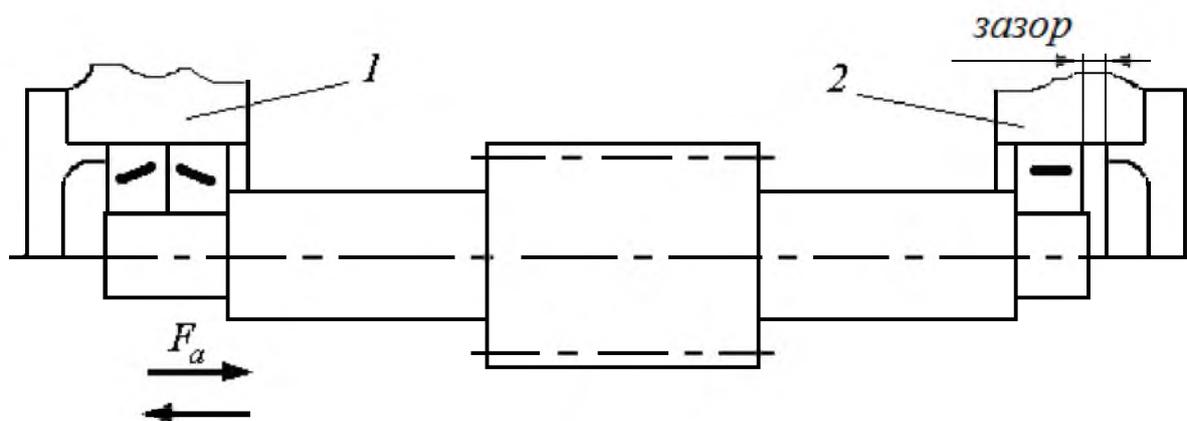


Рис.8. Установка червяка в опорах; опора 2 – плавающая

В опоре 2 устанавливают один радиальный подшипник, который крепится на червяке неподвижно (посадка с натягом), а в корпусе устанавливается с зазором и может перемещаться в осевом направлении на величину удлинения (укорочения) вала. Это перемещение «плавание», и предохраняет подшипники в опоре 1 от заклинивания.

Регулирование червячного зацепления состоит в том, чтобы установить червячное колесо симметрично относительно вертикальной оси червяка. Это достигают путем перемещения червячного колеса 6 с валом 5 (рисунок 5), в осевом направлении за счет подбора и распределения тонких металлических регулировочных прокладок 24.

На рисунке 9,а и 9,в показано неправильно отрегулированное червячное зацепление, что можно понять по различной толщине прокладок δ_1 и δ_2 , по смещенным пятнам контакта в червячном зацеплении и по смещению плоскости симметрии $B - B$ червячного колеса относительно оси червяка. Червячное зацепление будет считаться правильно отрегулированным, если при прокручивании червяка с нанесенной на его витки гуашью, на рабочих поверхностях зубьев червячного колеса останутся пятна гуаши, симметричные относительно плоскости симметрии $B - B$ (рисунок 9, б).

Следует отметить, что при неправильной регулировке червячного зацепления зубья червячного колеса будут изнашиваться неравномерно и в результате это приведет к значительному уменьшению срока службы червячного редуктора.

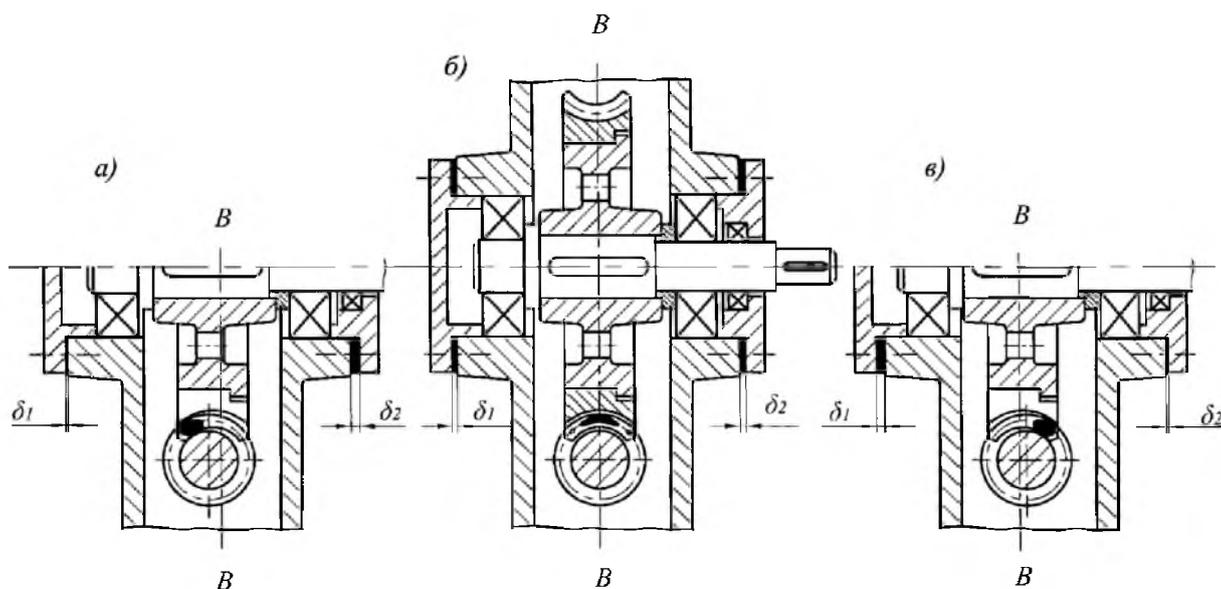


Рис.9. Регулирование червячного зацепления

2.7. Размеры червячного редуктора

Червячный одноступенчатый редуктор характеризуется следующими размерами:

1. Габаритные размеры: длина L , ширина B , высота H .
2. Размеры присоединительных поверхностей: расстояние от осей быстроходного h_6 и тихоходного h_T валов до базовой опорной поверхности;

длины L_6 и L_T выступающих концов соответственно быстроходного и тихоходного валов; диаметр d_0 и координаты C_1 и C_2 между осями отверстий для крепления редуктора к раме или плите; размеры базовых опорных плоскостей β_1 и β_2 .

3. Основные расчетные размеры: ширина червячного колеса b_2 ; длина нарезанной части червяка b_1 ; наружный диаметр червячного колеса $d_{ам2}$.

3. Описание объекта исследования, приборов и инструментов

Объектами исследования изучения являются червячные редукторы с горизонтальным расположением червяка сверху или снизу относительно червячного колеса.

4. Методика выполнения исследований, и обработка результатов

4.1. Основные правила по технике безопасности

- При отвинчивании винтов, крепящих крышки подшипников, и болтов, стягивающих части корпуса, редуктор не должен перемещаться по столу.
- Перед измерением червяка и червячного колеса их сборочные единицы должны укладываться на специальные подставки.

4.2. Разборка и сборка редуктора (рисунок 5)

Рукой или ключом гаечным выверните отдушину 20 с маслоуказателем 19 и выньте их из корпуса редуктора.

При помощи отвертки открутите винты и снимите кожух 17 крыльчатки 16.

Отверткой ослабьте винт 15 (3... 5 оборотов), крепящий на червяке крыльчатку 16, и снимите ее вместе с винтом.

Ключом торцовым изогнутым отверните болты 3, крепящие крышку корпуса 2, и снимите ее. Если крышка находится внизу и является дном корпуса редуктора, то редуктор поверните на 180^0 . Один из студентов должен крепко удерживать его в перевернутом положении, а другой – отвернуть болты и снять крышку. После этого редуктор снова поставьте на лапы 22.

Специальным съемником снимите с вала 5 пружинное кольцо 18 и выньте вал из ступицы червячного колеса 6.

Ключом торцовым изогнутым отверните болты 12, крепящие стаканы 10. С помощью отвертки, вставляя ее в зазоры между фланцами стаканов и корпусом редуктора, выньте стаканы из корпуса редуктора. Внутренние кольца подшипников 8 остаются на ступице червячного колеса.

Через проем в корпусе редуктора выньте червячное колесо. Если проем находится внизу, то осторожно поднимайте редуктор вверх, при этом червячное колесо выпадет из корпуса редуктора на стол. Соблюдайте осторожность при выполнении этой операции. Поставьте редуктор лапами на стол.

Ключом торцовым изогнутым отверните болты 11, крепящие крышки подшипников 9, выньте их и вал-червяк 4 с подшипниками 7 из корпуса редуктора. Подшипники с червяка не снимайте.

Редуктор разобран, лапы остались присоединенными к корпусу редуктора. Детали разложены в порядке отсоединения их. Это облегчит сборку редуктора.

Сборка редуктора выполняется в обратной последовательности.

4.3. Регулирование подшипников

Регулирование радиально – упорных подшипников, насаженных на червяк, выполняют следующим образом (рисунок 5).

Установите крышки 9 подшипников червяка без прокладок 23 и закрепите их двумя болтами по диагонали. Можно прижать одну из крышек рукой. При этом образуется зазор между корпусом редуктора и фланцем крышки, равный толщине комплекта прокладок 2δ. Измерьте этот зазор щупом.

Подсчитайте величину зазора по сумме лепестков щупа, вошедших в указанный выше зазор. Приплюсуйте к этому зазору величину осевой игры $\Delta_{ос}$, которая для подшипников с внутренним диаметром 20... 50 мм равна $\Delta_{ос} = 0,05...0,1$ мм. Наберите комплект регулировочных кольцевых прокладок

23 по толщине равной сумме $2\delta + \Delta_{\text{гг}}$. Толщину комплекта прокладок измеряйте микрометром.

Разделите набранный комплект прокладок примерно на две равные части, установите их на крышки подшипников, поставьте крышки с прокладками в гнезда подшипников и закрепите болтами 11 с корпусом редуктора.

Рукой приведите во вращение червяк. Если он свободно вращается, то можно считать, что сборка выполнена правильно.

Определите, находится ли осевая игра в рекомендуемых пределах.

Измерьте величину осевой игры. Делается это так. Сместите рукой червяк в осевом направлении в сторону, где он не выходит из редуктора. Возьмите штатив с укрепленным на нем индикатором. Измерительный конец наконечника индикатора поставьте к выступающему торцу червяка. Поворотом шкалы индикатора совместите стрелку с нулем. Сместите червяк (в обратном направлении) в сторону измерительного наконечника индикатора. По отклонению стрелки определите осевую игру. При правильно отрегулированных подшипниках, она должна находиться в пределах $\Delta_{\text{гг}} = 0,5 \dots 0,1 \text{ мм}$.

Подшипники 8, установленные на валу червячного колеса, регулируют так же.

4.4. Регулирование червячного зацепления

При сборке редуктора (рисунок 5), установите на каждый стакан 10 по неравному количеству прокладок 24 (комплект их подобран при регулировке подшипников и добавлять к нему или убирать из него прокладки нельзя), поставьте стаканы с прокладками в гнезда и соедините их болтами 12 с корпусом редуктора.

Рукой приведите во вращение червяк и через вырез в корпусе редуктора установите, какой боковой поверхностью витки червяка контактируют с зубьями червячного колеса. На эти поверхности двух-трех витков червяка кисточкой нанесите тонкий слой гуаши.

Плавно вращайте червяк в том же направлении, какое было принято выше. Через вырез в корпусе редуктора наблюдайте за появлением на боковой поверхности зубьев червячного колеса пятен гуаши. Из-за неравномерного намазывания гуаши на витки червяка первые пятна могут быть искаженными, поэтому следует учитывать пятна гуаши на втором – третьем зубе и далее. Они должны быть такими как на рисунке 9, а, в.

Выньте стакан с прокладками, сотрите гуашь с витков червяка и зубьев колеса.

Разделите комплект прокладок на две равные части, установите их на стаканы, поставьте стаканы в гнезда корпуса редуктора и проделайте повторно работу по регулировке червячного зацепления (см. выше). Если следы гуаши будут симметричны относительно зуба червячного колеса (рисунок 9, б), то зацепление отрегулировано правильно.

Протрите витки червяка и зубья червячного колеса, соберите редуктор.

Если следы контакта будут смещены вправо или влево от середины зуба (рисунок 9, а, в), то определите, с какой стороны надо переставить часть прокладок на другую сторону, чтобы отрегулировать зацепление.

4.5. Произвести измерения:

- определить число заходов червяка Z_1 . Отметив мелом один зуб на червячном колесе, вращая его, посчитать число зубьев Z_2 ;
- измерить шаг червяка p , мм (рисунок 10);
- измерить диаметр вершин червяка d_{a1} , мм (рисунок 10);
- измерить длину нарезанной части червяка b_1 ширину венца колеса b_2 , мм.

4.6. Произвести расчеты:

4.6.1. Определить передаточное число редуктора

$$u = \frac{z_2}{z_1}; \quad (1)$$

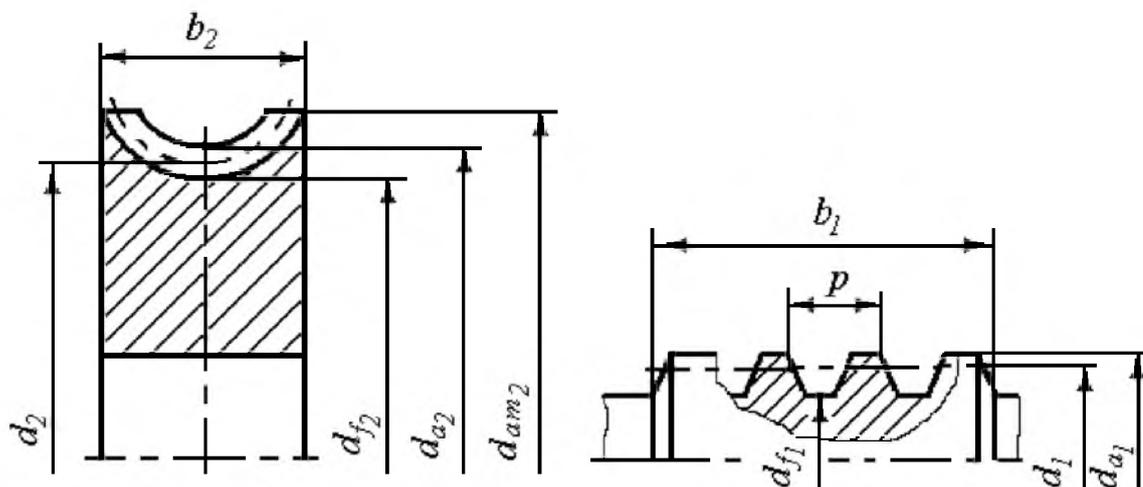


Рис.10. Геометрические параметры червяка и червячного колеса

4.6.2. Рассчитать модуль m , мм

$$m = \frac{p}{\pi}, \quad (2)$$

полученную величину m согласовывают с ближайшим стандартным значением ГОСТ 19672-74

: $m = 2; 2,5; 3,15; 4; 6,3; 8; 10; 12,5$ мм;

4.6.3. Определить коэффициент диаметра червяка q из формулы:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = q \cdot m + 2 \cdot m, \quad (3)$$

где d_1 – делительный диаметр червяка, мм,

отсюда коэффициент диаметра червяка q

$$q = \frac{d_{a1} - 2 \cdot m}{m}, \quad (4)$$

полученную величину q согласовывают с ближайшим стандартным значением ГОСТ 19672-74: $q = 8; 10; 12,5; 16; 20$;

4.6.4. Межосевое расстояние a , мм

$$a = 0,5 \cdot (z_2 + q) \cdot m; \quad (5)$$

4.6.5. Рассчитать угол подъема винтовой линии червяка, град

$$\gamma = \arctg \frac{z_1}{q}; \quad (6)$$

4.6.6. Рассчитать геометрические параметры червяка и червячного колеса (рисунок 5), мм:

делительные диаметры:

$$d_1 = q \cdot m; \quad d_2 = m \cdot Z_2, \quad (7)$$

диаметры окружностей вершин:

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m; \quad d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m, \quad (8)$$

диаметры окружностей впадин:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 \cdot m; \quad d_{f2} = d_2 - 2,4 \cdot m, \quad (9)$$

4.6.7. Рассчитать наибольший диаметр колеса, мм

$$d_{am2} = d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2}. \quad (10)$$

5. Содержание и оформление отчета

5.1. Титульный лист.

5.2. Цель работы.

5.3. Кинематическая схема редуктора.

5.4. Отразить способ установки подшипников качения на вал-червяк – (враспор, плавающая опора).

5.5. Результаты измерений и вычислений: таблицы А1, А2 (приложение А)

6. Вопросы для самоконтроля

6.1. Каково назначение червячной передачи?

6.2. Перечислите достоинства и недостатки червячной передачи.

6.3. Назовите материалы для изготовления червяка и червячного колеса.

6.4. Когда применяют редуктор с нижним расположением червяка, с верхним расположением червяка?

6.5. Чем вызвано редкое использование редуктора с вертикальным расположением вала червячного колеса или червяка?

6.6. Как осуществляется смазка редуктора с нижним расположением червяка; с верхним расположением червяка?

7. Перечислите детали и узлы из которых состоит червячный редуктор.

8. Как осуществляется охлаждение редуктора?

9. Для чего необходимо наличие зазора в подшипниках?
10. Чем вызвана необходимость регулирования зазора в подшипниках?
11. Дайте определение понятия «болтанки».
12. Дайте определение понятия «осевой игры».
13. Как производится регулирование зазоров подшипников в редукторе?
14. Укажите способы установки подшипников качения на вал-червяк.
15. Чем вызвана необходимость установки подшипников качения враспор; с плавающей опорой?
16. В чем заключается регулирование червячного зацепления?
17. К чему ведет неправильно отрегулированное червячное зацепление?
18. Опишите порядок разборки и сборки червячного редуктора.
19. Дайте определение понятия «передаточное число».
20. Как определяется модуль червячной передачи?
21. Как определяется коэффициент диаметра червяка q ?
22. Как определяется угол подъема винтовой линии червяка γ ?
23. Как определяются основные геометрические параметры червяка и червячного колеса?
24. Почему уровень масла при нижнем расположении червяка должен ограничиться центром тел качения подшипников?
25. Почему с понижением жесткости подшипников в опорах и при наличии зазора в подшипниках повышаются динамические нагрузки в передаче?
26. Чем обусловлено различное расположение червяка относительно червячного колеса? Начертите схемы расположения и объясните их особенности.
27. Почему венцы червячных колес изготавливаются из бронз?
28. Назначение и области применения червячных редукторов.
29. Достоинства и недостатки червячных передач в сравнении с зубчатыми.
30. Что такое число витков (заходов) червяка?
31. Что такое модуль зацепления и как его замерить на червяке?
32. Чему равна полная высота зуба в модулях?

33. Трение в червячных передачах и способы борьбы с ним.
34. Материалы червяка и червячного колеса.
35. Конструкция червячных редукторов.
36. Регулировка червячного зацепления по пятну контакта.
37. Регулировка зазоров в подшипниках червячных редукторов.
38. Способы увеличения теплоотдачи при работе редуктора.
39. В чем заключаются достоинства и недостатки червячных передач по сравнению с зубчатыми передачами?
40. Как производится регулировка положения червячного колеса относительно червяка при сборке редуктора?

7. Список использованных источников

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование: учебное пособие / В.И. Андреев, И.В. Павлова. – СПб. : Лань, 2013. – 352 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/12953/#1>
2. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп. – М. : Машиностроение, 2012. – 672 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://e.lanbook.com/view/book/5806/>
3. Тюняев, А.В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали.- СПб.: Лань, 2013. – 192 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://e.lanbook.com/view/book/30429/>
4. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. – 414 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

Приложение А (обязательное)

Таблица А1 – Параметры червячного редуктора

Параметры	Единица измерения	Обозначение	Значение
Число заходов червяка	<i>шт.</i>	z_1	
Число зубьев червячного колеса	<i>шт.</i>	z_2	
Шаг червяка	<i>мм</i>	P	
Диаметр окружности вершин червяка	<i>мм</i>	d_{a1}	
Длина нарезанной части червяка	<i>мм</i>	b_1	
Ширина венца колеса	<i>мм</i>	b_2	

Таблица А2 – Рассчитанные параметры червячного редуктора

Параметры	Единица измерения	Обозначение	Значение
Передаточное число редуктора		u	
Модуль	<i>мм</i>	m	
Коэффициент диаметра червяка		q	
Межосевое расстояние	<i>мм</i>	a	
Угол подъема винтовой линии червяка	<i>град</i>	γ	
Диаметры делительные	<i>мм</i>	d_1 d_2	
Диаметры вершин	<i>мм</i>	d_{a1} d_{a2}	
Диаметры впадин	<i>мм</i>	d_{f1} d_{f2}	
Наибольший диаметр колеса	<i>мм</i>	d_{am2}	

Занятие 6. Проектный расчёт валов. Составление расчётных схем валов. (6 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики проектного расчёта валов на кручение
2. Изучение методики определения усилий в зацеплениях зубчатых и червячных передач
3. Изучение методики определения консольных сил, действующих на валы

4. Изучение методики определения точек приложения консольных сил и реакций подшипников.

Вопросы для подготовки к практическому занятию

1. Материалы для изготовления валов и их термообработка
2. Правила составления уравнений равновесия и построения эпюр изгибающих и крутящих моментов.

Литература:

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 414 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

3. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Решение задач реконструктивного уровня.

В процессе эксплуатации валы передач испытывают деформации от действия внешних сил, масс самих валов и установленных на них деталей. Однако в типовых передачах, разрабатываемых в курсовых проектах, массы валов и деталей на них, сравнительно невелики, поэтому их влиянием обычно пренебрегают, ограничиваясь анализом и учетом внешних сил, возникающих в процессе работы.

Расчет валов обычно проводится в два этапа. Проектный расчет валов сводится к определению диаметров выходных концов валом по величине передаваемого крутящего момента T_K без учета влияния изгиба:

$$d = 3 \sqrt{\frac{16T_K}{\pi[\tau_K]}}$$

где $[\tau_K]$ – допускаемое напряжение на кручение; для валов из сталей 40, 45, Ст6 принимают пониженное значение $[\tau_K] = 15 \dots 20$ Н/мм². Полученный результат округляют до ближайшего большего значения из стандартного ряда: 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 33; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 52; 55; 60; 63; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120; 125; 130 и далее через 10 мм. В случае необходимости допускаются диаметры: в интервале от 12 до 26 мм - кратные 0,5; в интервале 26...30 - целые числа; в интервале 50 - 110 - размеры, оканчивающиеся на 2 и 8, далее - размеры, кратные 5. Если на выходной конец вала должна устанавливаться стандартная муфта желательно, чтобы диаметры соединяемых валов имели размеры, отличающиеся не более чем на 5...10 мм. Диаметры остальных участков валов назначают исходя из конструктивных соображений при компоновке редуктора.

Задача.

Для вала из стали 45, термическая обработка – улучшение, выполнить проектировочный расчет быстроходного и тихоходного валов редуктора одноступенчатого горизонтального с косозубыми цилиндрическими колёсами, если момент вращающий на быстроходном валу составляет $T_B = 89$ кН•м; на тихоходном валу – $T_T = 432$ кН•м. Для компенсации приближенности проектировочного расчета допускаемые напряжения принять заниженными: $[\tau_K] = 15 \dots 25$ МПа. Определить диаметры выходного конца вала, диаметр под уплотнение, подшипники. Эскизная компоновка редуктора представлена на рис. 1.

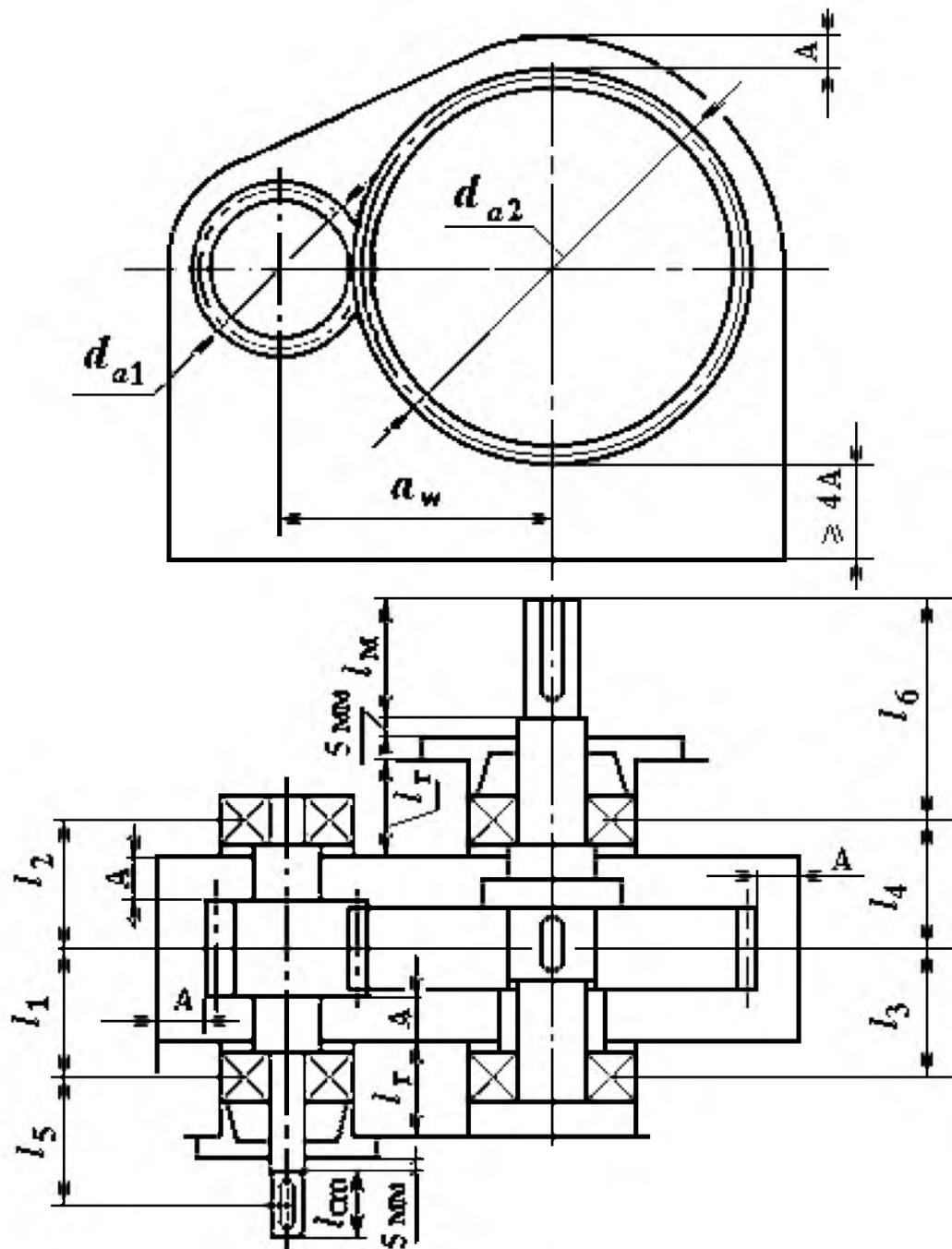


Рис.1. Эскизная компоновка редуктора.

Занятие 12. Проверочный расчёт валов (6 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики проверочного расчёта валов
2. Решение задач реконструктивного уровня.

Вопросы для подготовки к практическому занятию.

1. Понятие предела выносливости

2. Факторы, влияющие на предел выносливости
3. Конструктивные особенности валов передач зубчатых и червячных

Литература:

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с.

[Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 414 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

3. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа: Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Решение задач реконструктивного уровня.

Задача 1. Определить результирующий коэффициент запаса прочности для вала-шестерни из стали 45, термообработка улучшение для сечений А-А и Б-Б. расчётная схема рис.11.1.

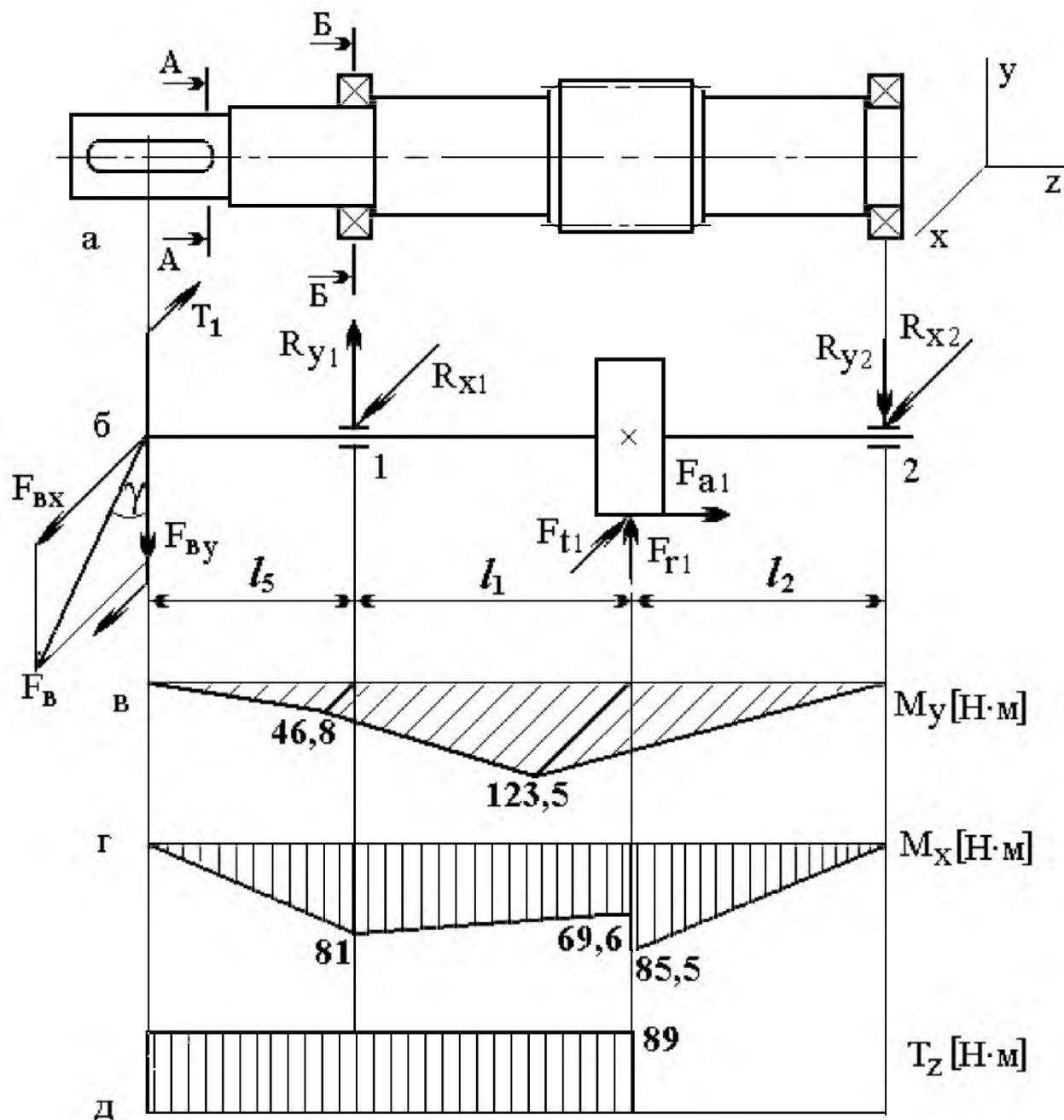


Рис. 11.1. Расчётная схема

Занятие 13. Проверочный расчёт подшипников (6 час.)

Цель занятия:

1. Изучение методики проверочного расчёта подшипников
2. Решение задач реконструктивного уровня

Вопросы для подготовки к практическому занятию:

1. Общая классификация подшипников
2. Подшипники качения, основные типы

3. Правила обозначения подшипников
4. Динамическая грузоподъёмность подшипников
5. Методика расчёта подшипников по динамической грузоподъёмности

Литература:

1. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования : учебник / Д.В. Чернилевский. – 2-е изд, доп.- М. : Машиностроение, 2012. – 672 с.

[Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://e.lanbook.com/view/book/5806/>

2. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / С.А. Чернавский, К.Н. Боков и др. - 3 изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 414 с. [Электронный ресурс.] Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=371458>

3. Леликов, О.П. Основы расчёта и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». – М. Машиностроение, 2002, 440 с. ил. [Электронный ресурс.] Режим доступа: Razym.ru/ Электронная библиотека.

<http://razym.ru/naukaobraz/uchebnik/118590-lelikov-op-osnovy-rascheta-i-proektirovaniya-detaley-i-uzlov-mashin.html>

Решение задачи реконструктивного уровня.

Задача .

Провести проверочный расчет долговечности подшипников № 307, установленного на быстроходном валу редуктора, для расчётной схемы редуктора, рис.13.1. Расчётная схема вала рис. 13.2.

Исходные данные к задаче $F_{t1} = 3338$ Н, $F_{r1} = 1234$ Н, $F_{a1} = 597$ Н, $d_1 = 53,33$ мм; $l_1 = l_2 = 60$ мм, $l_5 = 61$ мм (см. рис. 17.2).

Нагрузка на вал от ременной передачи $F_B = 1534$ Н.

Составляющие нагрузки на вал от ременной передачи по осям:

$$F_{ey} = F_e \cdot \cos \gamma = 1534 \cdot \cos 30^\circ = 1328 \text{ Н.}$$

$$F_{ex} = F_e \cdot \cos (90^\circ - \gamma) = 1534 \cdot \cos (90^\circ - 30^\circ) = 767 \text{ Н.}$$

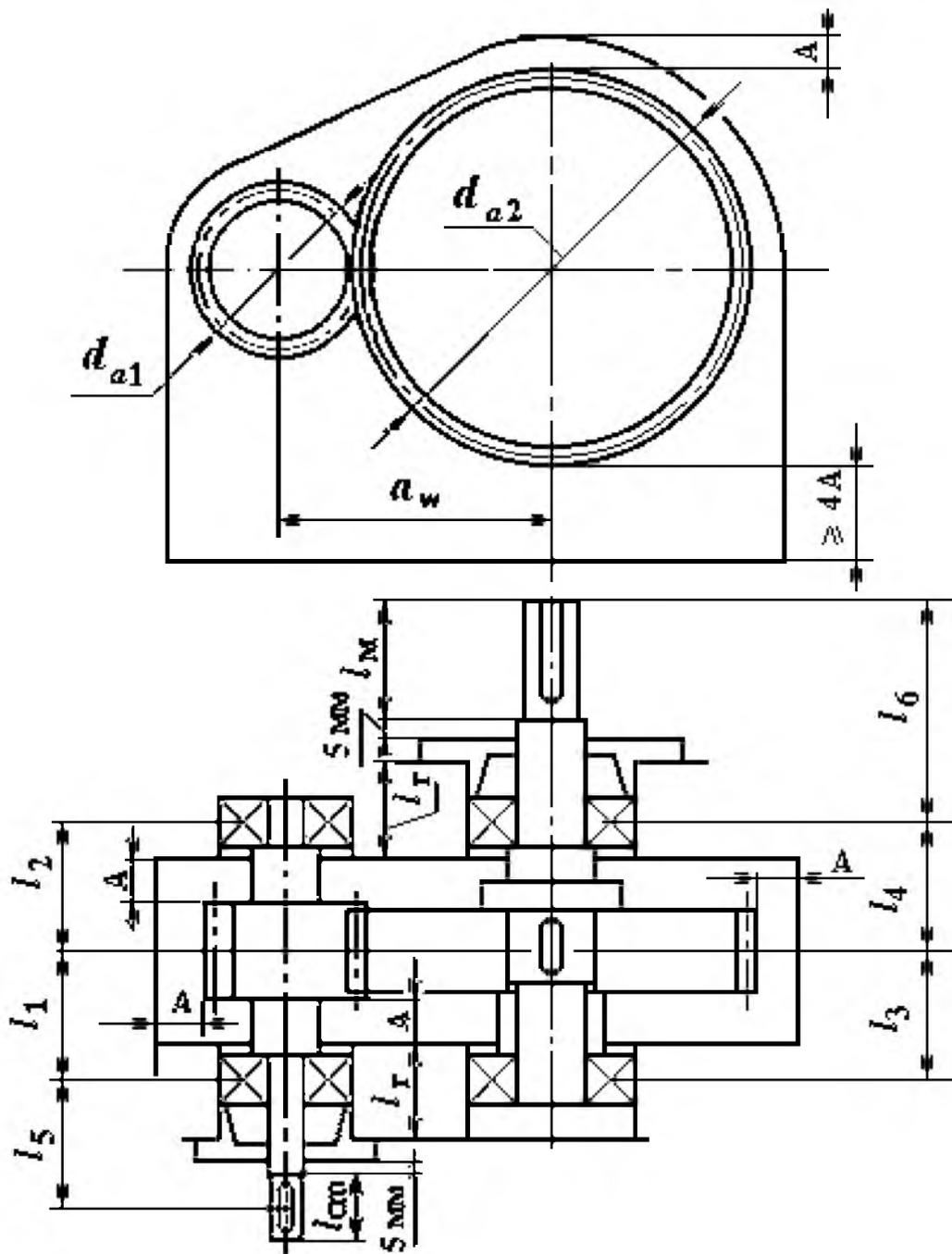


Рис.13.1. Расчётная схема редуктора

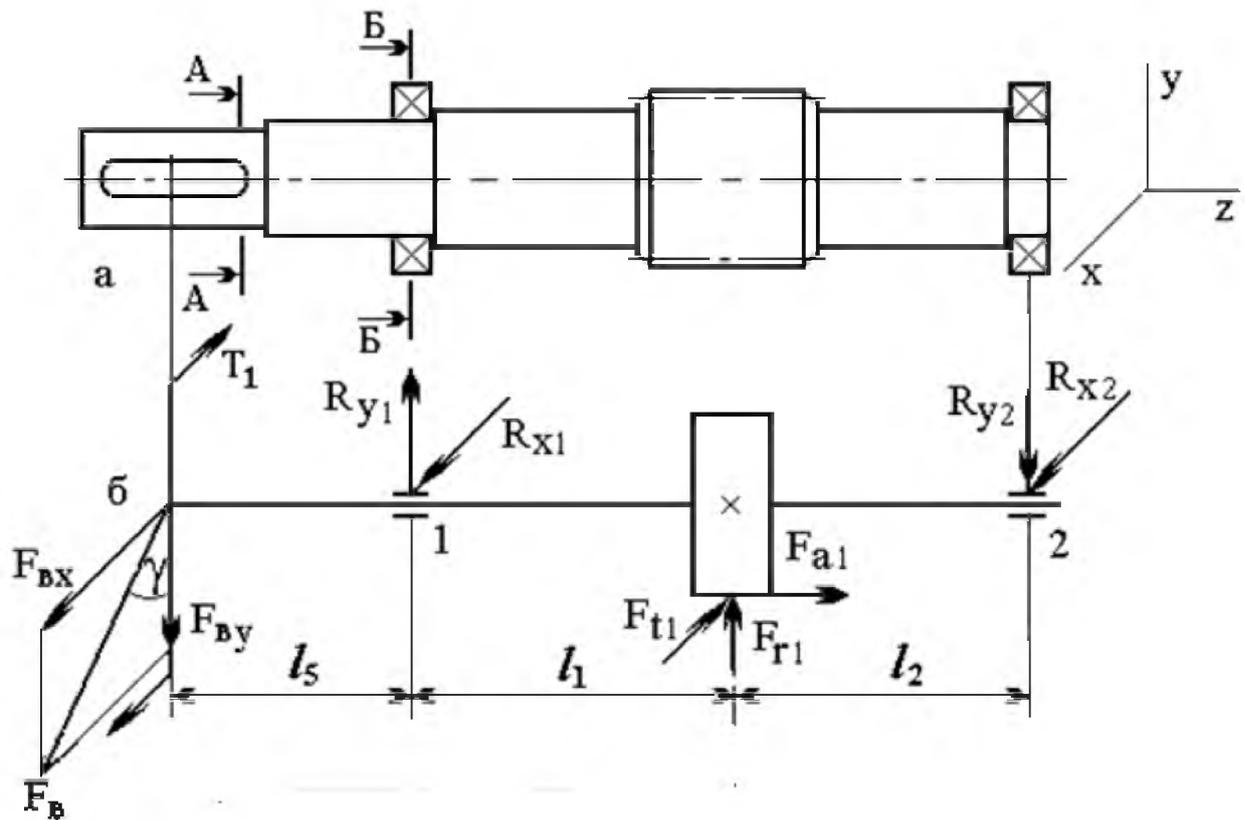


Рис.13.2. Расчётная схема вала

Критерии оценки ответов обучающихся при защите практических работ:

1. 100...86 баллов – оценка «отлично» (зачтено) выставляется при правильно оформленном отчёте и если ответы на поставленные вопросы обучающимся показывают прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы; обучающийся владеет терминологическим аппаратом; умеет объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делает выводы и обобщения, даёт аргументированные ответы, приводит примеры; свободно владеет монологической речью, ответы логичны и последовательны; обучающийся умеет приводить примеры современных проблем изучаемой области. Ответ изложен литературным языком в материаловедческих терминах. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа
2. 86...76 баллов – оценка «хорошо» (зачтено) выставляется при правильно оформленном отчёте и если на поставленные вопросы обучающимся даны

полные, развернутые ответы, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответы четко структурированы, логичны, изложены литературным языком в терминах материаловедения. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя

3.75..61 баллов – оценка «удовлетворительно» (зачтено) выставляется при правильно оформленном отчёте и если на поставленные вопросы обучающимся

даны недостаточно полные и недостаточно развернутые ответы. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя

4. 60...50 баллов – оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) выставляется при оформленном с ошибками отчёте, даны неполные ответы на поставленные вопросы, представляющие собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и наводящие вопросы

Выполнение курсового проекта

Курсовой проект является первой проектно-конструкторской работой студента, в которой он может проявить свои знания и умения, приобретенные при изучении различных общеинженерных дисциплин. Выполнение курсового проекта и его защита завершает цикл общетехнической подготовки специалиста. В процессе выполнения курсового проекта у студента формируются умения пользоваться технической, справочной литературой, использования для инженерных расчётов компьютерных технологий, оформления графической и расчётной документации.

Умения, сформированные у студента при выполнении курсового проекта по деталям механизмов и машин, является базой для выполнения последующих курсовых проектов по специальным дисциплинам и дипломного проекта.

Для курсового проектирования студентам выдается задание на тему «Проектирование приводной станции транспортной системы», в которую обязательно входит зубчатый или червячный редуктор. Редуктор включает в себя основные детали, из которых состоят, в том числе, и различные механизмы, используемые в авиации и общем машиностроении.

К экзамену допускаются студенты, после защиты курсового проекта, что существенно помогает им как при подготовке, так и при сдаче экзамена по дисциплине «Детали механизмов и машин».

Курсовой проект состоит из расчётно-пояснительной записки и чертежей. Расчётно-пояснительная записка выполняется согласно ЕСКД и ГОСТ 2.105-95 на писчей нелинованной бумаге формата А4 и содержит:

Техническое предложение

Введение.

Основные требования, предъявляемые к механизмам приводной станции, критерии работоспособности и расчёта деталей механизмов.

Технический уровень редуктора. Пути повышения технического уровня, их использование в проектируемом редукторе.

1. Анализ кинематической схемы приводной станции: назначение каждого

механизма, его описание, достоинства и недостатки, условия эксплуатации.

2. Расчёт срока службы приводной станции
3. Выбор электродвигателя (кроме технических заданий №1...№4)
4. Кинематический расчёт приводной станции
5. Силовой расчёт приводной станции

Эскизный проект

1. Выбор материалов зубчатой (червячной) передачи. Определение допускаемых напряжений
2. Расчёт зубчатых (червячных) передач редукторов
3. Расчет открытой передачи
4. Расчёт нагрузки валов редуктора
5. Разработка чертежа общего вида редуктора.
6. Проектный расчет валов
7. Предварительный выбор подшипников
8. Расчётная схема валов редуктора
9. Проверочный расчет подшипников

Технический проект

1. Проверочные расчёты:
 - 1.1. Расчет шпоночных соединений
 - 1.2. Проверочный расчет валов
2. Тепловой расчёт редуктора (для червячных редукторов)
3. Разработка сборочного чертежа редуктора
4. Расчёт критерия технического уровня редуктора и вывод о совершенстве конструкции разработанного редуктора.

Чертежи: сборочный чертёж приводной станции, сборочный чертеж редуктора и рабочие чертежи одного из валов и зубчатого (червячного) колеса, литой детали.

Курсовой проект должен быть выполнен студентом только самостоятельно, в противном случае он к его защите не допускается и студенту выдают другой вариант работы для самостоятельного выполнения.

Защита курсового проекта проводится публично перед комиссией, в состав которой обязательно входит преподаватель-руководитель курсового проекта.

Критерии оценки обучающихся за выполнение и защиту курсового проекта:

100...86 баллов – оценка «отлично» выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по теме курсового проекта, представлены грамотные расчёты, мнение аргументировано, точно определены содержание и составляющие проекта. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы. Студент знает и владеет навыком самостоятельной работы по теме работы; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно в соответствии с ЕСКД.

85...76 баллов – оценка «хорошо» выставляется, если проект характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при расчётах объяснении смысла и содержания работы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов.

Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

75...61 балл – оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проекта; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой работе. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании работы, оформлении работы. Допущены отклонения от требований ЕСКД при оформлении чертежей.

60...50 баллов – оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанную или полностью переписанную исходную работу без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая работы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой работы, в оформлении работы. Допущены отклонения от требований ЕСКД при оформлении чертежей.

Методические рекомендации по выполнению научно-исследовательских работ

Важнейшим элементом развития системы высшего образования является подготовка молодых специалистов, для которой необходима система организации научно-исследовательской деятельности студентов в вузах.

Целью научно-исследовательской работы студентов по специальности 24.05.07 Самолёто- вертолётостроение специализация «Вертолётостроение» является формирование квалифицированного кадрового ресурса, способного использовать полученные знания в области «Детали механизмов и машин» в профессиональной деятельности.

Кроме того, научно-исследовательская деятельность обучающихся относится к активным методам обучения – деятельность, главной целью которой является образовательный результат, она направлена на обучение студентов, развитие у них исследовательского типа мышления, научение алгоритму ведения исследования, навыкам, которые могут быть затем использованы в исследовании любой сложности и тематики. Организация НИРС направлена на выявление наиболее одаренных студентов, имеющих выраженную мотивацию к научной деятельности; создание благоприятных условий для развития и внедрения различных форм научного творчества молодежи, базирующихся на отечественном и зарубежном опыте и результатах научно-методических разработок; содействие всестороннему развитию личности студента, формированию навыков самостоятельной работы и работы в

творческих коллективах, овладение методологией научных исследований; интеграцию научно-практических потенциалов преподавателей и студентов, направленную на решение научно-практических проблем в различных отраслях науки.

Часть лучших работ, выполненных в процессе изучения дисциплины «Детали механизмов и машин», будет представлено на научно-практической конференции.

НИРС, включенная в учебный процесс по дисциплине «Детали механизмов и машин», выполняемая в соответствии с учебными планами и программами предусматривает: выполнение индивидуальных заданий, практических работ, содержащих элементы научных исследований; изучение теоретических основ методики, постановки, организации и выполнения научных исследований, планирования и организации научного эксперимента, обработки научных данных. НИРС выполняется в лаборатории «Материаловедения» кафедры «Самолёто- и вертолётостроения» филиала.

Этапы проведения научного исследования студента

При подготовке и проведении исследования выделяют несколько этапов, которые отличаются друг от друга характером и содержанием, формами и процедурами исследовательской деятельности. Эти этапы взаимосвязаны и объединены логикой единого исследовательского замысла.

I. Подготовительный этап

На этом этапе уточняется тема, составляется программа исследования, определяется выборка, разрабатывается инструментарий, составляются графики работ, проводятся организационные мероприятия.

Рабочий план имеет произвольную форму. Перед составлением рабочего плана необходимо уяснить очередность и логическую последовательность выполнения намечаемых задач исследования, разработать стратегию и тактику выполнения научного исследования по своей работе.

Для того, чтобы правильно провести исследование, необходимо разработать программу, в которой должна быть изложена общая концепция исследования. Программа включает следующие этапы:

1. Определение проблемы

Определить научную проблему исследования – не всегда простая задача. Очень важно обдуманно подходить к формулировке темы исследования, чтобы заявленная тема действительно отражала существующую проблему.

2. Выявление объекта исследования

Объект – это та область действительности, которая содержит определенные противоречия (т.е. является носителем проблемной ситуации) и на которую направлен процесс познания. Иными словами, то, на что направлено исследование.

3. Выявление предмета исследования

Предмет – это свойства, стороны, особенности объекта, которые в наиболее полном виде выражают исследуемую проблему и подлежат изучению.

4. Обозначение цели исследования

Цель исследования должна ориентировать на конечный результат исследования.

5. Определение задач

Задачи исследования – необходимые средства реализации поставленной цели.

Невозможно в одном исследовании решить далеко разнесенные задачи. Они должны конкретизировать цель исследования, задавать рамки.

5. Выдвижение гипотез

Гипотеза – научное предположение о состоянии объекта, о структуре связей между составляющими его элементами. Если цель исследования – это вопрос, то гипотеза – предполагаемый ответ на этот вопрос. В процессе исследования гипотеза может подтвердиться, а может опровергнуться. Главные требования к гипотезе – научная обоснованность, соответствие ранее установленным фактам, принципиальная проверяемость.

6. Интерпретация понятий

Интерпретация понятий – процедура истолкования, уточнения смысла понятий, составляющих концептуальную схему исследования.

После того, как разработана программа, следует приступить к разработке инструментария исследования, соответствующего выбранному методу сбора информации.

Сбор научной информации

1. Определение основных источников научной информации.
2. Изучение литературы.

Работая с литературой, обращайтесь внимание на следующее:

1. Общую характеристику области исследования
2. Классификацию основных направлений исследований в данной области, практически используемые и находящиеся в стадии разработки направления
4. Различные точки зрения на разрешение проблемы
3. Результаты существующих исследований по каждому разделу классификации, по используемому методу,
4. Применяемый научный аппарат.

При работе с литературой удобно пользоваться карточками (компьютерными файлами), в которые помимо библиографических данных включается краткая аннотация статьи или книги, ваше отношение к ней, возможность использования в работе.

Просмотрите всю известную литературу по вашей теме и составьте файлы, потом переходите к подробному изучению отобранных источников. Делайте пометки и замечания в файлах.

С осторожностью относитесь к цитатам. Собранную информацию группируйте по главам, параграфам и разделам. Удобно пользоваться для этих целей отдельными папками.

Написание и оформление научных работ

Общими требованиями, предъявляемыми к студенческой научной работе, являются:

1. Четкость построения, логическая последовательность излагаемого материала
2. Убедительная аргументация, краткость и точность формулировок, конкретность изложения результатов работы, убедительность выводов и обоснованность рекомендаций
3. Практическая значимость
4. Тщательность и аккуратность оформления.

Структура студенческой научной работы аналогична структуре дипломной и курсовой работ и содержит:

1. Титульный лист
2. Реферат
3. Отзыв научного руководителя
4. Содержание
5. Перечень сокращений, условных обозначений, символов, единиц и терминов
6. Введение
7. Основная часть
8. Заключение
9. Список использованных источников
10. Приложения.

Титульный лист оформляется, как для курсовой работы, только вместо «курсовой проект» следует писать «научная работа».

Отзыв научного руководителя входит в структуру работы и брошюруется.

Отзыв следует оформлять в соответствии с требованиями по оформлению дипломной работы

Принятые в научной работе малораспространенные сокращения, условные обозначения, символы, единицы и специфические термины должны быть представлены в виде отдельного списка.

Основная часть работы должна отражать следующие этапы:

1. Выбор направления исследований
2. Теоретические или экспериментальные исследования
3. Обобщение и оценку результатов исследования.

В соответствии с перечисленными этапами в основной части работы необходимо отразить следующее.

Обоснование выбора принятого направления исследования, методы решения задачи их сравнительную оценку, разработку общей методики проведения научных исследований, анализ и обобщение существующих результатов.

Характер и содержание теоретических исследований, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ для подтверждения особых положений теоретических исследований или получения конкретных значений параметров, сопоставление результатов эксперимента с теоретическими исследованиями.

Обобщение и оценку результатов исследований, включая оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим направлениям работ, оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с аналогичными результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований.

Объем научной работы – до 10 страниц машинописного текста, выполненного через 1,5 межстрочных интервала.

Представление результатов исследования

1. Написание статей.
2. Участие в конференциях.

Общие рекомендации по работе над научным исследованием

Написание научной работы.

Научная работа должна показать ваше умение сжато, логично и аргументировано излагать мысли. Поэтому добейтесь, чтобы между главами

и параграфами чётко просматривалась связь, была выявлена логика исследования. Каждый тезис должен "работать" на конечный результат, обосновывая, доказывая его объективность и необходимость. При написании текста задавайте себе вопрос: "Нужен ли этот материал для решения поставленной задачи?".

В работе должна быть доказана новизна полученных результатов по сравнению с имевшимися исследованиями.

Думайте о предмете исследования постоянно.

Начинайте писать, как только накоплен материал по очередному параграфу или разделу. Используйте целевой подход, т.е. определите цель, результат, к которому вы должны прийти. Сформулируйте примерные выводы. Составьте план параграфа.

На первых порах писать будет нелегко. Очень трудно переносить мысли на бумагу, подбирать слова. Не надо много времени тратить на формулировки, поменьше обращайтесь внимания на литературную сторону. Вы ещё не раз вернетесь к началу и по ходу дела улучшите стиль вашего изложения.

Выбирайте знакомые всем слова. Старайтесь сделать фразы простыми и ясными, тем более, что писать таким образом значительно легче. Используйте общепринятые в науке языковые обороты. Приучите себя пользоваться безличной формой изложения; "в научной работе доказано", "в результате можно получить". В научной литературе принято пользоваться местоимением "Мы"; местоимение "Я" не используется ("мы считаем", "мы доказываем", "по нашему мнению" и т.п.).

Как правило, вызывает трудности начало работы. Поэтому "для разминки" надо потратить несколько минут на повторное прочтение ранее написанного материала и его корректировку. Выбирайте удобные часы работы. Не забывайте об отдыхе.

Обязательна ссылка при использовании чужих материалов.

Задавайте вопросы по исследованию не только научному руководителю, но и другим преподавателям. Их ответы могут привести вас на интересные мысли и идеи.

Примерная тематика научных исследований

1. Пути повышения технического уровня авиационных редукторов
2. Повышение несущей способности валов редукторов
3. Особенности конструкции глобоидных червячных передач
4. Конструктивные особенности валов для авиационных редукторов
5. Особенности шлицевых соединений в авиационных редукторах
6. Исследование конструкции прямозубой и косозубой передач.
7. Исследование конструкции конической зубчатой передачи
8. Совершенствование конструкции корпусных деталей авиационных редукторов из лёгких сплавов
9. Особенности конструкционных материалов применяемых для изготовления авиационных зубчатых колёс
10. Особенности термической и химико-термической обработки авиационных зубчатых колёс
11. Влияние метода выплавки стали на свойства конструкционных сталей, применяемых для изготовления авиационных деталей.
12. Пути повышение несущей способности деталей редукторов
13. Пути оптимизации литейных технологий при производстве корпусных деталей авиационных редукторов



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине Детали механизмов и машин
Специальность 24.05.07 Самолёто- вертолётостроение
Специализация «Вертолётостроение»
Форма подготовки очная/заочная

Арсеньев
2016

Паспорт ФОС

Паспорт заполнен в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ специалитета, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.

Код и формулировка компетенции и этапы формирования компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2. Способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	Знает	<p>знает принципы, способы и методы саморазвития и самообразования, содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности при изучении основных видов и основ расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, общих вопросов конструирования и расчёта механических передач разъемных и неразъемных соединений деталей авиационных и общемашиностроительных конструкций.</p> <p>Классификацию, принципы работы, особенности конструкций механических передач и деталей и узлов передач и применять их на практике</p>
	Умеет	<p>планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности;</p> <p>при выполнении основных видов расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, при изучении вопросов конструирования и расчёта механических передач, творчески использовать знания в разработке проектов приводных станций транспортных систем</p>
	Владеет	<p>технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности при изучении основных видов и расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, общих вопросов конструирования и расчёта механических передач, полученных из разных источников.</p> <p>Владеет навыками использования различных видов информации, в т.ч. научно-технической, справочной, периодической, нормативной, Интернет-ресурсами и др., в учебной и профессиональной деятельности</p>

ОПК-4. Способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований	Знает	Знает принципы планирования личного времени, способы и методы саморазвития и самообразования, в том числе, в сфере научных исследований по направлению предметной области. Знает ГОСТы, ЕСКД по правилам оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач
	Умеет	Умеет самостоятельно овладевать знаниями и навыками их применения в профессиональной деятельности; оценивать разработанные конструкции в профессиональной деятельности; давать правильную самооценку, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; разработать рабочую техническую документацию с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач
	Владеет	Навыками самостоятельной, творческой работы, умением организовать свой труд; способностью к самоанализу и самоконтролю, к самообразованию и самосовершенствованию, к поиску и реализации новых, эффективных форм организации своей деятельности; навыками использования творческого потенциала для практической разработки и оформления технической документации с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач, в том числе и в области научной деятельности
ПК-1. Готовность к решению сложных инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	Знает	Знает основные законы, ГОСТы, ЕСКД, ЕСТД нормативную документацию по правилам оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач, по обозначению на чертежах допусков размеров и отклонений форм и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей по ГОСТ;
	Умеет	Умеет разработать рабочую техническую документацию с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач с предоставлением допусков размеров и отклонений форм и расположения поверхностей согласно требованиям ЕСКД и ЕСПД, обозначением шероховатости поверхностей по ГОСТ, термообработки с указанием твердости и других требований.

	Владеет	Владеет практическими навыками разработки и оформления технической документации с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным документам
--	---------	--

Контролируемые разделы дисциплины, коды и этапы формирования компетенций, оценочные средства сведены в таблицу.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях	ОПК-2 ОПК-4 ПК-1	знает	УО-1	Зачёт по рейтинговой системе
			умеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Зачёт по рейтинговой системе
			владеет	ПР-6, ПР-5, ПР-11	Зачёт по рейтинговой системе
2	Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач	ОПК-2 ОПК-4 ПК-1	знает	УО-1	Экзамен в.в. 1...22
			умеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 1...22, защита курсового проекта
			владеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 1...22, защита курсового проекта
3	Раздел IV. Детали и узлы передач	ОПК-2 ОПК-4 ПК-1	знает	УО-1	Экзамен в.в. 23...32
			умеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 23...32, защита курсового проекта
			владеет	ПР-5, ПР-6, ПР-11	Экзамен в.в. 23...32, защита курсового проекта

Оценочные средства:

УО-1 – Собеседование

ПР-5 – Курсовая работа

ПР-6 – Практическая работа

ПР-11 – Разноуровневые задачи и задания

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК-2. Способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений	Знает (пороговый уровень)	<p>знает принципы, способы и методы саморазвития и самообразования, содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности при изучении основных видов и основ расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, общих вопросов конструирования и расчёта механических передач разъемных и неразъемных соединений деталей авиационных и общемашиностроительных конструкций.</p> <p>Классификацию, принципы работы, особенности конструкций механических передач и деталей и узлов передач и применять их на практике</p>	<p>владеет полной системой знаний о содержании, особенностях процессов самоорганизации и самообразования, аргументированно обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личного развития в процессе изучения основ расчёта деталей машин и механизмов, основных видов разъемных и неразъемных соединений деталей и механических передач и узлов механических передач.</p>	<p>Способность дать определения основных понятий предметной области. Способность перечислить критерии работоспособности деталей машин.</p> <p>Способность перечислить основные виды разъемных и неразъемных соединений; деталей, узлов и механических передач.</p> <p>Способность перечислить источники информации по основным видам разъемных и неразъемных соединений; деталям и механическим передачам, узлам механических передач.</p>
	умеет (продвинутый)	<p>планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности; при выполнении основных видов расчётов соединений деталей в узлах</p>	<p>готов и умеет формировать приоритетные цели деятельности, давая полную аргументацию принимаемым решениям при выборе способов выполнения деятельности.</p>	<p>Способность формировать приоритетные цели деятельности при изучении курса, проектировании деталей и механизмов</p>

		и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, при изучении вопросов конструирования и расчёта механических передач, творчески использовать знания в разработке проектов приводных станций транспортных систем		
	владеет (высокий)	технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности при изучении основных видов и расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, общих вопросов конструирования и расчёта механических передач, полученных из разных источников. Владеет навыками использования различных видов информации, в т.ч. научно-технической, справочной, периодической, нормативной, Интернет-ресурсами и др., в учебной и профессиональной деятельности	Владеет обоснованным выбором приемов саморегуляции при выполнении деятельности; владение способностью сформулировать задачи по расчётам и конструированию; чёткое понимание требований, предъявляемых к содержанию и последовательности проведения расчётов, владение инструментами представления результатов расчётных работ	Способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области в устных ответах на вопросы и в расчётных работах, отчётах по практическим работам, курсовому проекту Способность сформулировать задание по расчётным работам, способность проводить самостоятельные расчёты и конструирование и представлять их результаты на обсуждение на практических занятиях и защите курсового проекта

<p>ОПК-4. Способность организовывать свой труд и самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>Знает принципы планирования личного времени, способы и методы саморазвития и самообразования, в том числе, в сфере научных исследований по направлению предметной области. Знает ГОСТы, ЕСКД по правилам оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач</p>	<p>владеет полной системой знаний о принципах планирования личного времени, способах и методах самостоятельной оценки результатов своей деятельности, в том числе, в сфере научных исследований по направлению предметной области, Аргументированно обосновывает принятые решения. Знает правила разработки, расчёта и оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач с применением ЕСКД и ГОСТов</p>	<p>Способность планировать личное время, знает критерии оценки результатов своей профессиональной деятельности Способность выявить основные направления научных исследований, используя научную литературу и электронные ресурсы интернет. Способность перечислить ГОСТы и положения ЕСКД по правилам разработки, расчёта и оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач Способность перечислить источники информации по методам и подходам к проведению расчётов, разработке, оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач</p>
	<p>умеет (продвину-тый)</p>	<p>Умеет самостоятельно овладевать знаниями и навыками их применения в профессиональной деятельности; оценивать разработанные конструкции в профессиональной деятельности; давать правильную самооценку, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; разработать рабочую техническую документацию с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании</p>	<p>Знает методику разработки рабочей технической документации с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач, узлов и деталей механических передач Умение работать с электронными базами данных и библиотечной литературой</p>	<p>Умеет правильно провести расчёты по критериям работоспособности различных разъёмных и неразъёмных соединений и основных механических передач и деталей механических передач</p>

		основных механических передач и деталей механических передач		
	владеет (высокий)	<p>Навыками самостоятельной, творческой работы, умением организовать свой труд; способностью к самоанализу и самоконтролю, к самообразованию и самосовершенствованию, к поиску и реализации новых, эффективных форм организации своей деятельности; навыками использования творческого потенциала для практической разработки и оформления технической документации с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач, в том числе и в области научной деятельности</p>	<p>Владение терминологией предметной области знаний. Умеет самостоятельно составить методику проведения расчётов. Чётко понимает требования, предъявляемые к содержанию и последовательности проведения расчётов и конструированию механических передач и деталей механических передач</p>	<p>Способность самостоятельно проводить расчёт по требуемым критериям работоспособности, имеет навыки конструирования разъёмных и неразъёмных соединений, деталей и узлов механических передач, механических передач. Способен и готов использовать информационные технологии, в том числе, современные средства компьютерной графики в своей предметной области</p>
ПК-1.Способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин	Знает (пороговый)	<p>Знает основные законы, ГОСТы, ЕСКД, ЕСТД нормативную документацию по правилам оформления рабочей технической документации при проектировании основных механических передач и деталей механических передач, по обозначению на чертежах допусков размеров и отклонений форм и расположения поверхностей, шероховатости поверхностей по ГОСТ;</p>	<p>Знание основных видов и основ расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, основы конструирования и расчёта механических передач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>Способен провести расчёты соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях. Способен сформулировать основы конструирования и расчёта механических передач</p>

	<p>умеет (продвину- тый)</p>	<p>Уметь разработать рабочую техническую документацию с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач с предоставлением допусков размеров и отклонений форм и расположения поверхностей согласно требованиям ЕСКД и ЕСДП, обозначением шероховатости поверхностей по ГОСТ, термообработки с указанием твердости и других требований.</p>	<p>Умение выполнять расчёты соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, расчёты механических передач, деталей механических передач</p>	<p>Способен составить расчётную схему реального разъёмного или неразъёмного соединения, механической передачи, детали или узла механической передачи, выбрать наиболее рациональный материал для изготовления деталей, способен провести расчёты по основным критериям работоспособности</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>Владеет практическими навыками разработки и оформления технической документации с применением ГОСТ и ЕСКД при проектировании основных механических передач и деталей механических передач и владение методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным документам</p>	<p>Владение навыками выполнения расчётов соединений деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях, расчётов механических передач, деталей механических передач с учетом вида и характера нагружения, условий эксплуатации данных передач и рационального выбора материалов, конструктивных элементов деталей механических передач, с учётом технологии изготовления деталей.</p>	<p>Способен составить расчётную схему реального разъёмного или неразъёмного соединения, механической передачи, детали или узла механической передачи, выбрать наиболее рациональный материал для изготовления деталей, способен провести расчёты по основным критериям работоспособности с применением компьютерных технологий, способен сделать анализ о совершенстве спроектированного соединения или механической передачи.</p>

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Заполнено в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.

Комплект оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Детали машин и основы конструирования

Вопросы и практические задания к экзамену:

Перечень типовых экзаменационных вопросов.

В экзаменационные билеты входят два теоретических вопроса, практические вопросы, предусматривающие решение задач.

Перечень теоретических вопросов.

1. Механизм и машина. Детали и сборочные единицы машин. Современные направления в развитии машиностроения. Требования, предъявляемые к деталям машин, основные критерии работоспособности.
2. Прочность деталей машин, виды расчётов на прочность при статическом нагружении деталей при различных видах деформаций. Диаграмма растяжения и её характерные точки.
3. Прочность деталей машин, виды расчётов на прочность при переменных напряжениях. Кривые усталости, предел выносливости, факторы, влияющие на предел выносливости.
4. Жёсткость. Определение жёсткости при растяжении-сжатии. Закон Гука.
5. Критерии выбора материалов и термообработки для изготовления деталей машин. Основные характеристики конструкционных материалов, применяемых для изготовления деталей механизмов и машин

6. Механические передачи. Причины применения передач. Классификация механических передач по принципу передачи движения, по взаимному расположению валов, по характеру передаточного числа.
7. Кинематические схемы механических передач. Передаточное отношение и передаточное число механических передач. Мощность на ведущем и ведомом звеньях передач. Коэффициент полезного действия. Вращающие моменты.
8. Многоступенчатые передачи. Определение передаточного отношения и передаточного числа многоступенчатых передач. Мощность на ведущем и ведомом звеньях передач. Коэффициент полезного действия. Вращающие моменты.
9. Виды зубчатых передач и их применение в летательных аппаратах.
10. Кинематика и геометрия цилиндрических зубчатых передач.
11. Методы изготовления зубчатых колёс. Точность изготовления зубчатых колёс.
12. Усилия, действующие в зубчатых зацеплениях: цилиндрических прямозубых, косозубых, конических.
13. Дефекты и разрушения зубчатых колёс.
14. Особенности передач для летательных аппаратов
15. Контактные напряжения. Предел контактной выносливости, определение допускаемых контактных напряжений.
16. Расчёт зубьев цилиндрических передач на контактную выносливость.
17. Расчёт зубьев цилиндрических передач на выносливость по напряжениям изгиба.
18. особенности геометрии и условий работы косозубых зубчатых передач.
19. Виды червячных передач и области их применения. достоинства и недостатки.
20. Материалы для изготовления деталей червячных передач и их особенности
21. Геометрия, кинематика и точность изготовления червячных передач

22. Виды передач винт-гайка и области их применения. Передачи винт-гайка с трением скольжения. Передачи винт-гайка с трением качения. Материалы для изготовления и основы расчёта.
23. Валы и оси. Материалы для изготовления.
24. Расчёт валов на прочность проектный.
25. Расчёт валов на прочность проверочный.
26. Подшипники скольжения. Общие сведения и классификация. Условия работы и виды разрушения подшипников скольжения.
27. Режимы трения и критерии расчета подшипников скольжения. Практический расчет подшипников скольжения.
28. Подшипники качения. Общие сведения и классификация. Основные критерии работоспособности и расчета.
29. Расчёт подшипников качения по динамической грузоподъемности. Эквивалентная динамическая нагрузка.
30. Особенности расчета радиально упорных подшипников.
31. Общие сведения, назначение и классификация муфт. Подбор муфт и их проверочный расчет
32. Корпусные детали редукторов. Общие сведения. Требования к корпусным деталям. Материалы и конструктивные элементы. Основы расчёта.

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
в г. Арсеньеве

ОП 24.05.07 самолёто- и вертолётостроение

Дисциплина детали механизмов и машин

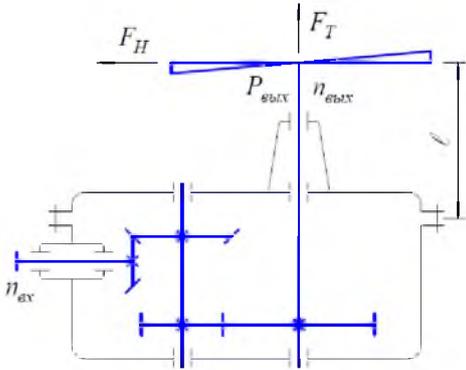
Форма обучения очная

Семестр весенний 201 - 201 учебного года

Реализующая кафедра самолёто- и вертолётостроения

Экзаменационный билет № ____

1. Механизм и машина. Детали и сборочные единицы машин. Современные направления в развитии машиностроения. Требования, предъявляемые к деталям машин, основные критерии работоспособности и расчёта
2. Расчёт подшипников качения по динамической грузоподъемности. Эквивалентная динамическая нагрузка.
3. Задача. Провести кинематический расчёт коническо-цилиндрического редуктора вертолёта, определив частоты вращения и угловые скорости каждого вала редуктора

Кинематическая схема редуктора	Исходные данные
	Частота вращения выходного вала $n_{\text{вых.}}=250$ об/мин; Частота вращения входного вала $n_{\text{вх.}}=2000$ об/мин;

Критерии оценки к экзамену:

1. 100...86 баллов – оценка «отлично» выставляется, если ответы на экзаменационные вопросы обучающимся показывают прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы; обучающийся владеет терминологическим аппаратом; умеет объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делает выводы и обобщения, даёт аргументированные ответы, приводит примеры; свободно владеет монологической речью, ответы логичны и последовательны; обучающийся умеет приводить примеры современных проблем изучаемой области. Ответ изложен литературным языком в терминах, соответствующих предметной области. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа

2. 85...76 баллов – оценка «хорошо» выставляется, если на экзаменационные вопросы обучающимся даны полные, развернутые ответы, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответы четко структурированы, логичны, изложены литературным языком в терминах, соответствующих предметной области. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя

3. 75...61 балл – оценка «удовлетворительно» выставляется, если на поставленные вопросы обучающимся даны недостаточно полные и недостаточно развернутые ответы. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя

4. 60...50 баллов – оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающимся даны неполные ответы на экзаменационные вопросы,

представляющие собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и наводящие вопросы

Составитель _____ Е.С. Бронникова

« _____ » _____ 201_ г.

**Комплект
оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине
Детали машин и основы конструирования**

Зачёт

Зачёт выставляется согласно итогам работы обучающихся за семестр с применением рейтинговой системы

Контрольными мероприятиями всего курса дисциплины за семестр являются выполнение заданий согласно тематике практических занятий:

Занятие 2. Расчёт резьбовых деталей и соединений.

Занятие 3. Методика выбора шпонок шпоночных соединений. Расчёт шпоночных соединений

Занятие 4. Расчёт сварных соединений

Занятие 5. Расчёт заклёпочных соединений

Занятие 6. Общие кинематические и энергетические соотношения для механических передач

Шкала соответствия рейтинга по дисциплине оценкам

Менее 61%	Не зачтено
От 61% до 75%	зачтено
От 76% до 85%	зачтено
От 86% до 100%	зачтено

Составитель _____ Е.С. Бронникова

« _____ » _____ 201_ г.

Оценочные средства для текущей аттестации

Приведены типовые оценочные средства для текущей аттестации и критерии оценки к ним (по каждому виду оценочных средств) в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ специалитета, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Детали механизмов и машин» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Детали механизмов и машин» проводится в форме контрольных мероприятий:

1. УО-1 – Собеседование
2. ПР-5 – Курсовая работа
3. ПР-6 – Практическая работа
4. ПР-11 – Разноуровневые задачи и задания

**Комплект
оценочных средств для текущей аттестации по дисциплине
«Детали механизмов и машин»**

Наименование оценочного средства: собеседование (УО-1)

Характеристика оценочного средства: средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу.

Представление оценочного средства: вопросы по разделам дисциплины

Объектами оценивания выступают:

учебная дисциплина, активность на занятиях, своевременность выполнения и защиты лабораторных работ, уровень овладения практическими умениями и навыками, результаты самостоятельной работы

Контролируемые разделы дисциплины:

Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Раздел IV. Детали и узлы передач

Вопросы к разделу II: «Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях»

Тема 1. Резьбовые соединения.

Разработать интеллектуальную карту «Классификация резьб», «Типы крепёжных деталей»

Контрольные вопросы:

1. Виды разрушения резьбовых деталей в эксплуатации.
2. Как определяется сила затяжки резьбового соединения?
3. Что такое коэффициент основной (рабочей) нагрузки?
4. Как определяется расчетная нагрузка на затянутое резьбовое соединение?

5. Как определяется величина момента завинчивания для получения определенной силы затяжки?
6. Какие существуют способы контроля силы затяжки?
7. Какие существуют способы предохранения резьбовых соединений от самоотвинчивания?
8. Как определяется положение наиболее нагруженного винта (шпильки) в групповом резьбовом соединении?
9. Чем отличаются расчеты групповых резьбовых соединений, нагруженных силами и моментами в плоскости стыка деталей при постановке болтов с зазорами и без зазора?

Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях

Тема 4. Шлицевые соединения.

Разработать интеллектуальную карту «Классификация шлицевых соединений, способы центрирования»

Контрольные вопросы:

1. Как выбирают тип соединения «вал-ступица»?
2. Как определяют размеры поперечного сечения шпонок и шлицев?
3. По каким напряжениям выполняют проверочные расчёты на прочность шпоночных и шлицевых соединений?

Тема 6. Заклёпочные соединения.

Разработать интеллектуальную карту «Типы заклёпок»

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается расчёт на прочность заклёпочного соединения?
2. Чем отличаются расчеты на прочность соединений, нагруженных только продольными силами, и соединений нагруженных силами и моментами?
3. Почему в летательных аппаратах применяют чаще заклёпочные, а не сварные соединения?

Вопросы к разделу III: «Основы расчёта и конструирования механических передач»

Тема 2. Зубчатые цилиндрические передачи.

Методы нарезания зубьев зубчатых колёс

Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности зубчатых передач

Контрольные вопросы:

1. По каким основным признакам классифицируют зубчатые передачи?
2. Какие основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами, что и, определяет их широкое применение в машиностроении?
3. Какие критерии работоспособности положены в основу проектного и проверочного расчёта передач?
4. Как определяют диаметры колес, их ширину, модуль и число зубьев?
5. Как определяют силы, возникающие в зацеплении различных видов зубчатых передач?
6. Какие виды термической и химико-термической обработки применяют для повышения прочности зубьев колес?
7. Как определяют допускаемые напряжения для расчёта передач на контактную выносливость поверхности зубьев и на изгиб?
8. Укажите наиболее точные методы нарезания зубьев
9. Сущность метода обкатки. Методы обкатки с применением различного режущего инструмента
10. Метод копирования
11. Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности зубчатых передач

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Тема 5. Червячные передачи

Контрольные вопросы:

1. Достоинства и недостатки червячных передач.
2. Как определяется передаточное отношение червячной передачи?

3. Почему червячная передача имеет значение КПД меньше, чем зубчатая?
4. В чем заключается условие самоторможения червячной передачи? В каких случаях следует применять самотормозящую передачу?
5. Из каких материалов изготавливают червяк и червячное колесо?
6. По каким формулам определяют силы, действующие в червячном зацеплении?
7. По каким критериям работоспособности выполняют проектный и проверочные расчёты передачи?
8. Как определяют диаметры червяка и червячного колеса, число заходов червяка, число зубьев колеса?

Разработать интеллектуальную карту «Силы в зубчатых и червячных передачах»

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Тема 6. Особенности планетарных, дифференциальных передач и зубчатых передач Новикова.

Контрольные вопросы:

1. Планетарные передачи, общие сведения. Определение. Кинематическая схема простой однорядной планетарной передачи.
Звенья передачи. Достоинства и недостатки, область применения
2. Дифференциальные передачи.
3. Особенности зубчатых передач Новикова

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Тема 7. Особенности ременных и цепных передач

Контрольные вопросы:

1. Какие достоинства и недостатки имеют ременные передачи по сравнению с другими передачами?
2. Почему ограничена долговечность ремня?
3. Какие повреждения возникают в ремне в процессе эксплуатации?
4. Как различают ремни передач по форме их поперечного сечения?
5. Почему передаточное отношение ременной передачи не имеет

точного значения и зависит от передаваемой нагрузки?

6. Из какого условия определяют усилие предварительного натяжения ремня?

7. Что такое тяговая способность передачи, чем она характеризуется?

8. Как рассчитывать ремни на долговечность?

9. Как определяют нагрузки на валы передачи?

1. Какие достоинства и недостатки имеет цепная передача по сравнению с ременной и зубчатой?

2. В чём заключается основной критерий работоспособности цепной передачи?

3. Как выполняют расчёт цепей на долговечность?

Критерии оценки:

100..86 баллов – оценка «отлично» выставляется, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; обучающийся владеет терминологическим аппаратом; умеет объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делает выводы и обобщения, даёт аргументированные ответы, приводит примеры; показывает свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умеет приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85...76 баллов – оценка «хорошо» выставляется, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; обучающийся владеет терминологическим аппаратом; умеет объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делает выводы и обобщения, даёт аргументированные ответы, приводит примеры; свободно владеет монологической речью, показывает логичность и последовательность ответа.

Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75...61 балл – оценка «удовлетворительно», если ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается

недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60...50 баллов – оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответ, обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличается неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответов

Составитель _____ Е.С. Бронникова

« _____ » _____ 201_ г.

**Комплект
оценочных средств для текущей аттестации по дисциплине
«Детали механизмов и машин»**

Наименование оценочного средства: задачи и задания реконструктивного уровня (ПР-11). (Задачи и варианты задач преподаватель выдаёт исходя из индивидуальных особенностей обучающихся)

Характеристика оценочного средства: задачи и задания реконструктивного уровня, позволяют оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей

Представление оценочного средства: комплект задач и заданий реконструктивного уровня

Объектами оценивания выступают:

учебная дисциплина, активность на занятиях, своевременность выполнения и защиты задач и заданий, уровень овладения практическими умениями и навыками, результаты самостоятельной работы

Контролируемые разделы дисциплины:

Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Раздел IV. Детали и узлы передач

Задачи и задания реконструктивного уровня по разделу II: «Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях»

Комплект задач реконструктивного уровня по расчёту резьбовых соединений.

Задача 1.

Определить диаметр болтов, соединяющих косынку с полосой толщиной δ , на конце которой приложена сила Q (рис.1). Длина консольной части l , расстояние между болтами t . Расчёт выполнить для болтов, установленных в отверстия с зазором и без зазора. Данные брать из таблицы 1.

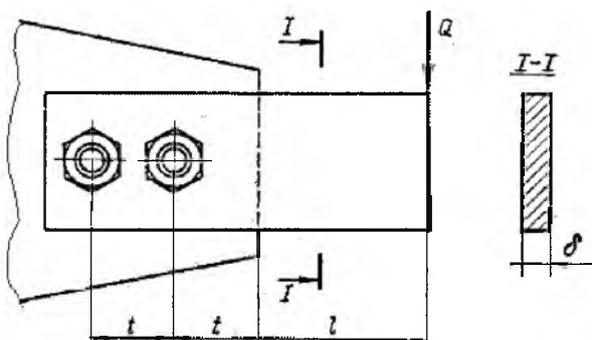


Таблица 1. Исходные данные для задачи 1

Вариант	Q, кН	l, м	t, м	δ , мм
1	10	0,3	0,1	8
2	9	0,35	0,12	10
3	8	0,4	0,13	10
4	7	0,45	0,13	12
5	6	0,5	0,15	10
6	5	0,55	0,16	10
7	4	0,6	0,17	12
8	3	0,7	0,18	10
9	2	0,8	0,19	12
0	1,5	0,9	0,2	15

Рис.1. Соединение косынки с полосой

Задача 2.

Определить диаметр и количество болтов, соединяющих венец и ступицу зубчатого колеса (рис.2). Болты расположены по окружности диаметром D_1 , передаваемая валом мощность N при его угловой скорости ω . Расчёт выполнить для болтов, установленных с зазором и без зазора. Нагрузка постоянная. Данные брать из таблицы 2.

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

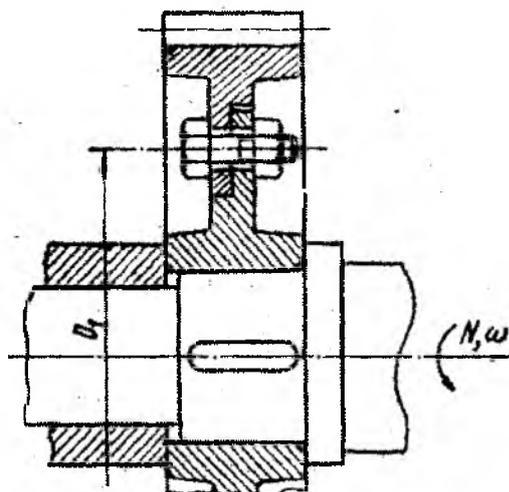


Рис.2. Соединение венца и ступицы

Вариант	$N, кВт$	$\omega, рад/с$	$D_1, м$
1	160	50π	0,14
2	200	60π	0,2
3	300	80π	0,23
4	400	90π	0,25
5	500	70π	0,5
6	700	100π	0,21
7	1000	110π	0,22
8	1200	120π	0,26
9	1300	120π	0,27
0	1400	130π	0,28

Задача 3.

Определить количество и диаметр болтов, соединяющих барабан грузовой лебёдки диаметром D_1 , с зубчатым колесом (рис.3). Болты расположены по окружности диаметром D_2 . Грузоподъёмность лебёдки Q . Нагрузка постоянная. Расчёт выполнить для болтов, установленных в отверстие с зазором и без зазора. Болты изготовлены из стали 40Х. термообработка улучшение. Данные брать из таблицы 3.

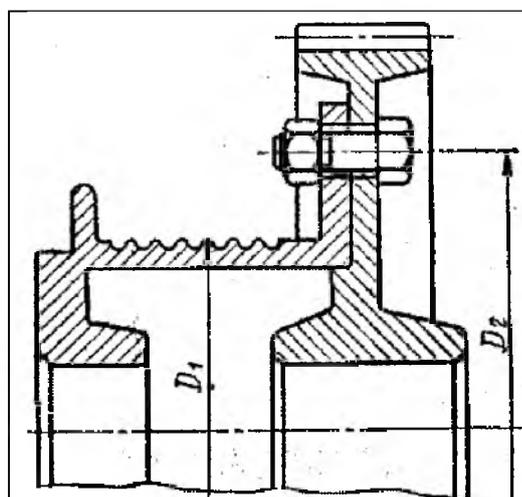


Рис.3. Соединение барабана и колеса

Таблица 3. Исходные данные для задачи 3.

Вариант	$Q, кН$	$D_1, м$	$D_2, м$
1	12	0,2	0,35
2	15	0,25	0,4
3	17	0,3	0,45
4	19	0,35	0,5
5	21	0,37	0,52
6	23	0,4	0,55
7	25	0,42	0,58
8	27	0,45	0,6
9	29	0,47	0,62
0	31	0,5	0,65

Задача 4.

Определить в поперечно-свёртной муфте (рис. 4) диаметр болтов, расположенных по окружности диаметром D_1 в количестве m штук. Болты изготовлены из стали 40Х. термообработка улучшение. Передаваемая валом

мощность N при угловой скорости ω . Нагрузка постоянная. Расчёт выполнить для болтов, установленных в отверстии с зазором и без зазора. Данные брать из таблицы 4.

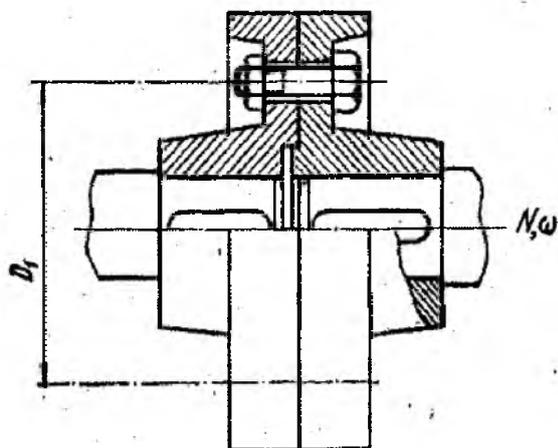


Рис.4. Соединение полумуфт

Таблица 4. Исходные данные для задачи 4

Вариант	$N, кВт$	$\omega, рад/с$	m	$D_1, мм$
1	9	8	4	135
2	12	7	4	135
3	14	5	4	155
4	16	9	4	155
5	18	6	4	180
6	22	4	4	180
7	24	5	4	180
8	27	6	6	220
9	30	7	6	220
0	32	4	6	220

Задача 5.

Определить диаметр стержня грузового винта (рис.5) и глубину винчивания в корпус для случаев, когда корпус выполнен из сплава на основе алюминия литейного АЛ-9, чугуна СЧ18 и стали Ст3. Грузовой винт нагружен силой Q . Материал винта – сталь 45, термообработка улучшение. Данные брать из таблицы 5.

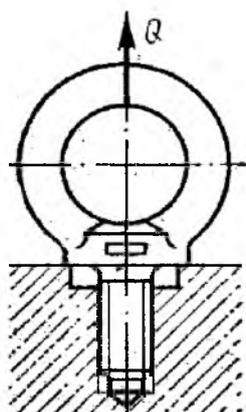


Рис.5. Грузовой винт

Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

Вариант	$Q, кН$
1	12
2	14
3	15
4	16
5	18
6	20
7	25
8	27
9	30
0	32

Задача 6.

Рассчитать болтовое соединение крышки с цилиндрическим сосудом для сжатого газа (рис. 6) для исходных данных, приведенных в табл. 6.

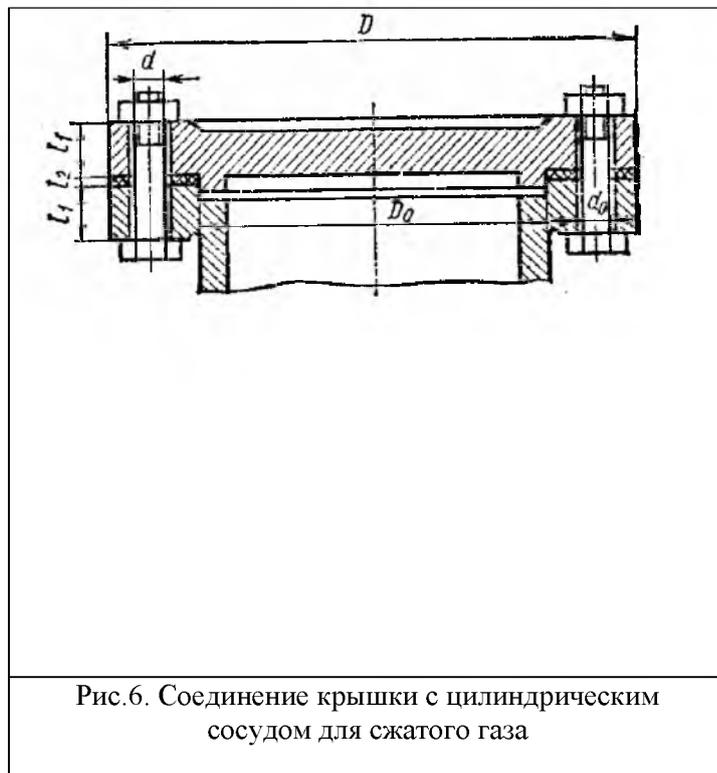


Таблица 6.
Исходные данные для задачи 6

Вариант	P , МПа	D_0 , мм	D , мм	D_1 , мм
1	0,55	400	540	710
2	0,60	410	560	720
3	0,65	420	580	730
4	0,70	430	600	740
5	0,75	440	620	750
6	0,80	450	630	760
7	0,50	460	640	770
8	0,45	470	650	780
9	0,40	480	660	790
10	0,55	490	670	800
11	0,60	500	680	810
12	0,65	510	700	820

Рис.6. Соединение крышки с цилиндрическим сосудом для сжатого газа

Задача 7.

Рассчитать болты, которыми стойка прикрепляется к плите (рис.7), по данным таблицы 7. Нагрузка статическая. материал болтов – сталь Ст 5.

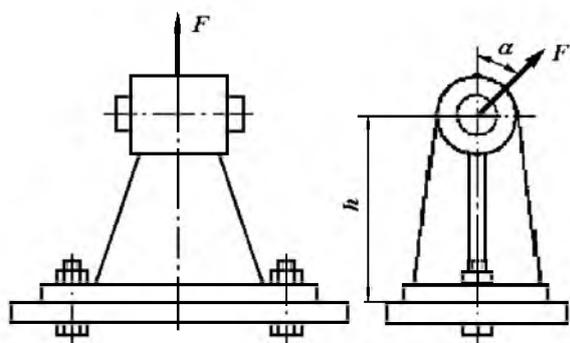


Таблица 7. Исходные данные для задачи 7

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F , кН	10	8	10	9	11	10	6	7	8	9
α , рад	$\pi/3$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$

Рис.7. Крепление стойки к плите

Задача 8.

Определить диаметр фундаментных болтов, крепящих стойку к бетонному основанию (рис.8). Болты принять с метрической резьбой. На кронштейн действует сила F (таблица 8) . Нагрузка статическая. Материал болтов – Сталь 45, термообработка нормализация. Размеры основания – a и b .

Таблица 8. Исходные данные для задачи 8

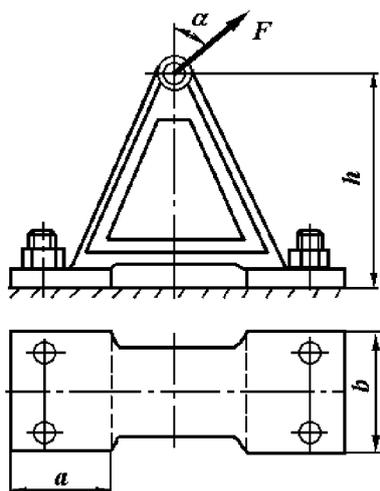


Рис.8. Крепление стойки к бетонному основанию

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	10	8	9	8	9
a, мм	200	200	200	350	350
b, мм	100	120	130	120	110
α, рад	$\pi/3$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/6$
h, мм	400	450	500	550	600

Задача 9.

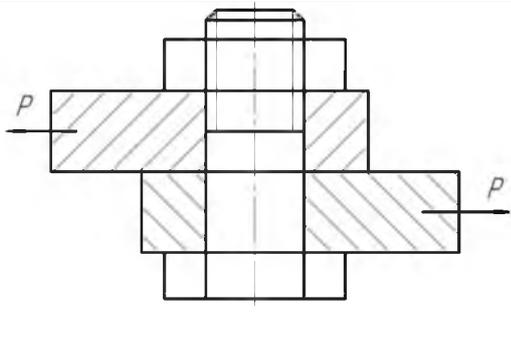
Определить диаметр болтов, изготовленных из стали 30ХГСА. термообработка улучшение, соединяющих венец и ступицу зубчатого колеса (рис.9). Болты расположены по окружности диаметром D . Передаваемый крутящий момент T , число болтов z (таблица 9). Болты установлены в отверстия с зазором. Нагрузка постоянная.

	Таблица 9. Исходные данные для задачи 9				
	Варианты				
	1	2	3	4	5
T, Нм	300	350	400	450	700
D, мм	140	200	200	250	500
z, шт	4			6	

Рис.9. Соединение венца и ступицы зубчатого колеса

Задача 10.

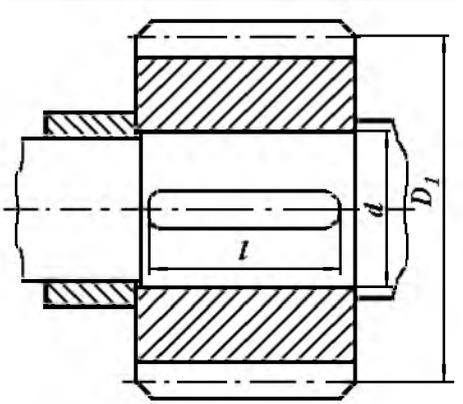
Две пластины соединяются болтами (рис.10) и нагружены усилием P . Болты поставлены в один ряд. Число болтов – z . Определить диаметр болтов при постановке их в отверстие с зазором и без зазора. Исходные данные указаны в таблице 10.

	Таблица 10. Исходные данные для задачи 10					
		Варианты				
		1	2	3	4	5
	P , кН	10	5	7	12	40
	z	2	2	3	2	2
Материал болта	Сталь 45, термообработка улучшение			Сталь 30ХГСА, термообработка улучшение		
Толщина пластины	8	4	5	10	10	
Рис.10. Соединение пластин болтами						

Комплект задач реконструктивного уровня по расчету шпоночных соединений

Задача 1.

Зубчатое колесо, рассчитанное для передачи окружного усилия F_t , соединено с валом диаметром d при помощи призматической шпонки (рис.1). Определить необходимую длину шпонки, если диаметр делительной окружности D_1 , материал шестерни и вала – Сталь 40Х, термообработка улучшение, материал шпонки – сталь Ст 6 (таблица 1).

	Таблица 1. Исходные данные для задачи 1					
		Варианты				
		1	2	3	4	5
	F_t , кН	4	6	8	10	4,5
	d , мм	30	40	30	40	50
D_1 , мм	150	160	175	190	200	
Рис.1. Шпоночное соединение вала с колесом						

Задача 2.

Цилиндрическая шестерня закреплена на валу при помощи цилиндрического штифта (рис.2). Проверить штифт на срез, если момент,

передаваемый шестерней T (таблица 2). Материал штифта – сталь Сталь 45, термообработка улучшение

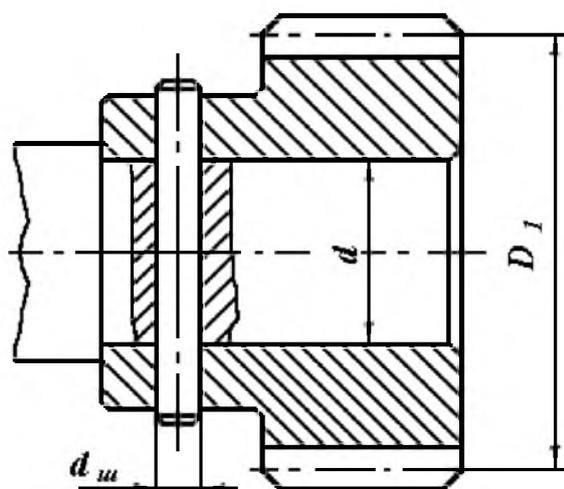


Рис.2. Штифтовое соединение вала с шестерней

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

	Варианты				
	1	2	3	4	5
T , Нм	60	65	80	90	100
d , мм	18	22	24	26	28

Задача 3.

Подобрать и проверить сегментные шпонки, с помощью которых передается окружное усилие F_t на шкиве диаметром D , если наружный диаметр вала d (рис.3, таблица 3).

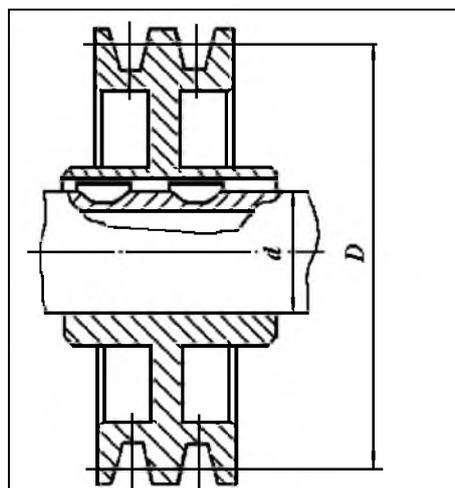


Рис.3. Сегментные шпонки для соединения вала с шкивом

Таблица 3. Исходные данные для задачи 3

	Варианты				
	1	2	3	4	5
d , мм	32	38	30	25	20
F_t , кН	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
D , мм	450	400	300	200	100

Задача 4.

Втулочная муфта, соединяющая два вала диаметрами d , передает крутящий момент T (таблица 4) с помощью призматических шпонок (рис.4).

Из условия равнопрочности вала и шпонки определить размеры последней.
 Вал изготавливается из стали 40ХН, термообработка улучшение.

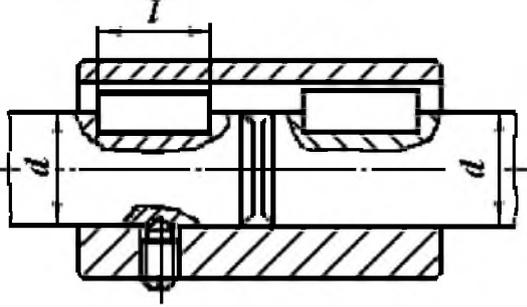
	Таблица 4. Исходные данные для задачи 4				
	Варианты				
	1	2	3	4	5
$T, \text{ Нм}$	200	300	350	400	480
$d, \text{ мм}$	30	36	38	42	45

Рис.4. Призматические шпонки для втулочной муфты

Задача 5.

Зубчатое колесо закреплено на валу d при помощи цилиндрической шпонки (штифта) диаметром $d_{ш}$ и длиной $l_{ш}$ (рис.5). При перегрузке передачи шпонка оказалась срезанной. Определить окружное усилие на колесе диаметром D_1 , при котором произошел срез.

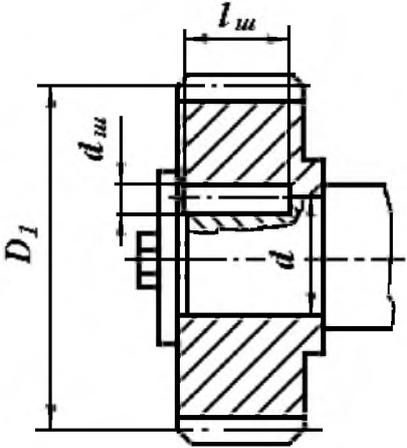
	Таблица 5. Исходные данные для задачи 5				
	Варианты				
	1	2	3	4	5
$d, \text{ мм}$	50	60	60	90	55
$d_{ш}, \text{ мм}$	8	8	10	12	8
$D_1, \text{ мм}$	200	250	300	350	400
$l_{ш}, \text{ мм}$	25	30	40	36	30

Рис.5. Шпоночное соединение зубчатого колеса с валом

Задача 6.

Определить предельный вращающий момент, который может передать призматическая шпонка длиной l установленная на валу диаметром d (рис.6, таблица 6). Шпонка изготовлена – Сталь 45, термообработка улучшение. Материал вала – Сталь 45 термообработка улучшение.

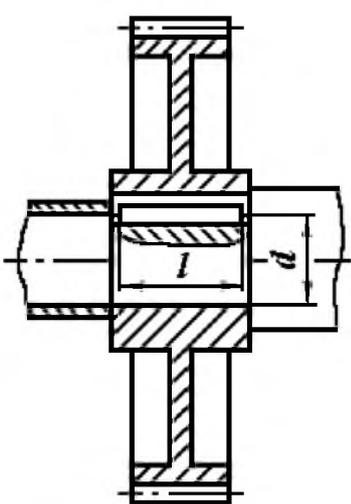
	Таблица 6. Исходные данные для задачи 6				
	Варианты				
d , мм	25	30	35	40	45
l , мм	32	45	63	70	70

Рис.6. Шпоночное соединение на валу

Задача 7.

Выбрать по ГОСТу призматическую шпонку со скругленными торцами для вала диаметром d (таблица 7). Определить размеры пазов, вычертить поперечное сечение вала со шпонкой (в масштабе 1:1) и дать условное обозначение шпонки по ГОСТу. Определить минимальную длину шпонки для передачи соединением момента M .

Таблица 7. Исходные данные для задачи 7

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
d , мм	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
M , Нм	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Материал шпонки	Сталь 45			Сталь Ст.3			Сталь 50			

Комплект задач реконструктивного уровня по расчёту сварных соединений.

Задача 1.

Рассчитать на равнопрочность швы сварного соединения косынки с растяжками (рис.1) в виде двух уголков, подобрав при этом номер уголков. На соединение действует сила Q . Нагрузка статическая. Сварка ручная. Данные брать из таблицы 1.

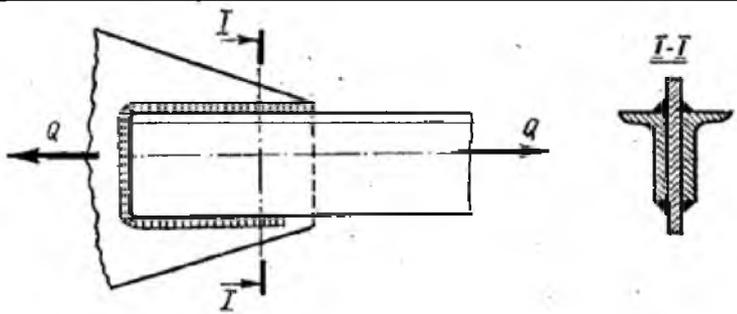


Таблица 1. Исходные данные для задачи 1

Вариант	Q , кН	Электрод
1	60	Э42
2	70	
3	80	
4	90	
5	100	
6	110	Э34
7	120	
8	130	
9	140	
0	150	

Рис.1. Сварка косынки с растяжками

Задача 2.

Проверить напряжения в сварных швах кронштейна, составленного из двух укосин (рис. 2) сечением $b \times \delta$, плиты и швеллерной балки. Нагрузка P приложена на конце кронштейна длиной L . Угол наклона укосин α . Материал конструкции сталь Ст3. Сварка ручная электродом Э42.

Данные брать из таблицы 2.

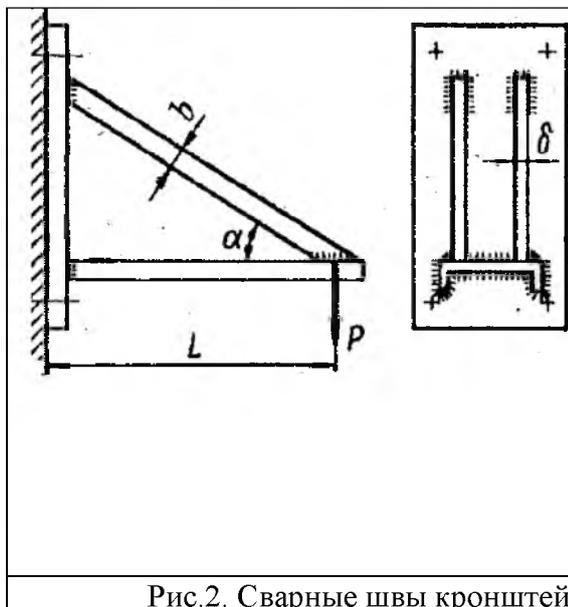


Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

Вариант	$P, кН$	$L, м$	$\alpha, рад$	$b \times \delta, мм$
1	65	1,8	$\pi/4$	30x8
2	60	1,7	$\pi/3$	25x10
3	55	1,6	$\pi/4$	30x6
4	50	1,5	$\pi/5$	25x8
5	45	1,4	$\pi/5$	30x6
6	40	1,3	$\pi/6$	25x6
7	35	1,2	$\pi/3$	25x8
8	30	1,1	$\pi/4$	25x6
9	25	1,0	$\pi/5$	20x8
0	20	0,9	$\pi/6$	20x8

Рис.2. Сварные швы кранштейна

Задача 3.

Рассчитать сварное соединение (рис. 3) стойки ручной лебёдки с плитой. Сила натяжения каната Q направлена под углом α . Положение каната по длине барабана принять самым тяжёлым для швов. Толщина стойки $\delta = 12$ мм, расстояние между стойками $l = 0,6$ м, высота оси барабана H , крайнее положение каната от стойки $a = 100$ мм. Нагрузка статическая. Материал плиты и стойки сталь Ст3. Сварка ручная. Данные брать из таблицы 3.

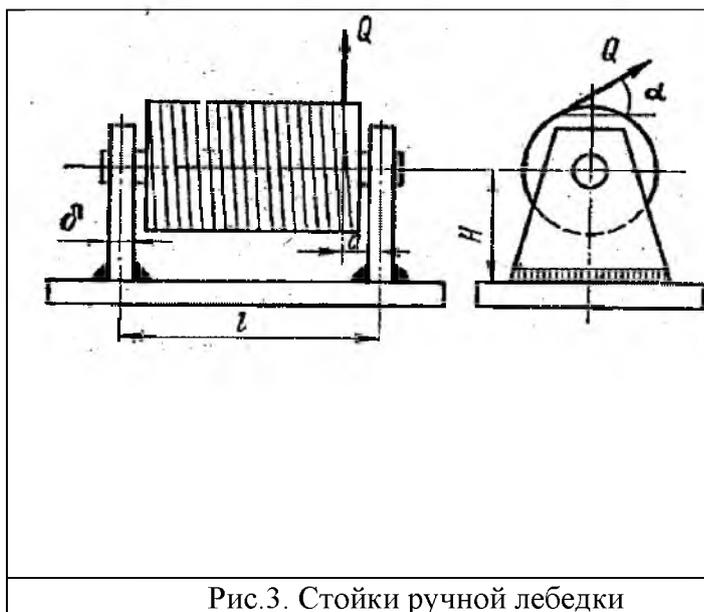


Таблица 3. Исходные данные для задачи 3

Вариант	$Q, кН$	$H, мм$	$\alpha, рад$	Электрод
1	36	700	$\pi/4$	Э42
2	26	700	$\pi/6$	
3	37	700	$\pi/9$	
4	27	600	$\pi/12$	
5	48	600	$\pi/9$	
6	28	600	$\pi/4$	Э34
7	39	600	$\pi/6$	
8	49	500	$\pi/9$	
9	20	500	$\pi/6$	
0	50	500	$\pi/4$	

Рис.3. Стойки ручной лебедки

Задача 4.

Проверить прочность швов сварного зубчатого колеса (рис.4), соединяющего диск с ободом и со ступицей. Материал диска сталь Ст3, а ступицы и обода Сталь35. Передаваемая валом мощность N при угловой скорости ω , диаметр делительной окружности d_w , толщина швов: $\delta_1 = 10$ мм, $\delta_2 = 8$ мм. Нагрузка постоянная. Сварка ручная электродом Э42. Данные брать из таблицы 4.

	Таблица 4. Исходные данные для задачи 4																																																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>N, кВт</th> <th>ω, рад/с</th> <th>d_w, мм</th> <th>D_1, мм</th> <th>d, мм</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>25</td><td>$\pi/4$</td><td>650</td><td>580</td><td>140</td></tr> <tr><td>2</td><td>28</td><td>$\pi/5$</td><td>670</td><td>650</td><td>130</td></tr> <tr><td>3</td><td>32</td><td>$\pi/3$</td><td>660</td><td>590</td><td>150</td></tr> <tr><td>4</td><td>34</td><td>$\pi/4$</td><td>720</td><td>650</td><td>170</td></tr> <tr><td>5</td><td>36</td><td>$\pi/6$</td><td>710</td><td>640</td><td>160</td></tr> <tr><td>6</td><td>38</td><td>$\pi/7$</td><td>730</td><td>660</td><td>150</td></tr> <tr><td>7</td><td>40</td><td>$\pi/8$</td><td>750</td><td>690</td><td>140</td></tr> <tr><td>8</td><td>42</td><td>$\pi/9$</td><td>680</td><td>610</td><td>140</td></tr> <tr><td>9</td><td>44</td><td>$\pi/8$</td><td>650</td><td>680</td><td>160</td></tr> <tr><td>0</td><td>46</td><td>$\pi/6$</td><td>760</td><td>630</td><td>180</td></tr> </tbody> </table>	Вариант	N , кВт	ω , рад/с	d_w , мм	D_1 , мм	d , мм	1	25	$\pi/4$	650	580	140	2	28	$\pi/5$	670	650	130	3	32	$\pi/3$	660	590	150	4	34	$\pi/4$	720	650	170	5	36	$\pi/6$	710	640	160	6	38	$\pi/7$	730	660	150	7	40	$\pi/8$	750	690	140	8	42	$\pi/9$	680	610	140	9	44	$\pi/8$	650	680	160	0	46	$\pi/6$	760	630	180			
Вариант	N , кВт	ω , рад/с	d_w , мм	D_1 , мм	d , мм																																																																	
1	25	$\pi/4$	650	580	140																																																																	
2	28	$\pi/5$	670	650	130																																																																	
3	32	$\pi/3$	660	590	150																																																																	
4	34	$\pi/4$	720	650	170																																																																	
5	36	$\pi/6$	710	640	160																																																																	
6	38	$\pi/7$	730	660	150																																																																	
7	40	$\pi/8$	750	690	140																																																																	
8	42	$\pi/9$	680	610	140																																																																	
9	44	$\pi/8$	650	680	160																																																																	
0	46	$\pi/6$	760	630	180																																																																	
Рис4. Сварное зубчатое колесо																																																																						

Задача 5

Выбрать самостоятельно номер профиля равнобокого стального уголка по ГОСТ 8509-72 и рассчитать сварное соединение (рис. 5) листа 1 с равнобоким стальным уголком 2. Сварные швы с обеих сторон. Силу Q считать постоянной. Данные брать из таблицы 5. Необходимые параметры задать самостоятельно.

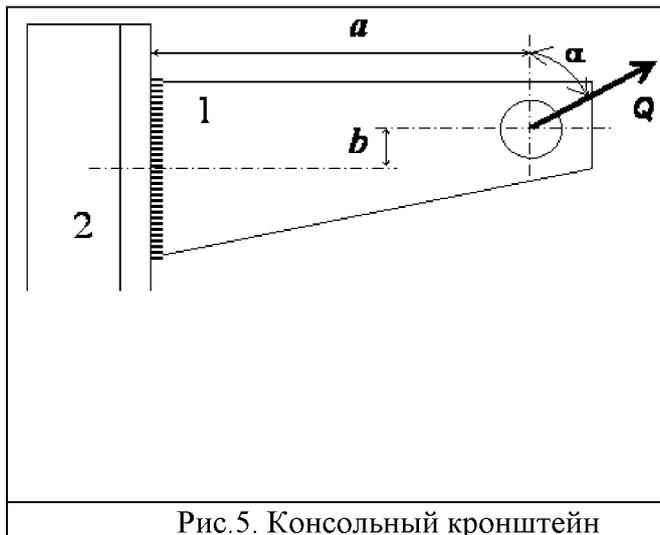


Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

Вариант	$Q, кН$	$a, мм$	$b, мм$	$\alpha, рад$
1	10	250	12	$\pi/3$
2	11	260	13	$\pi/4$
3	12	270	14	$\pi/5$
4	13	280	15	$\pi/3$
5	14	300	17	$\pi/4$
6	15	320	20	$\pi/5$
7	16	340	18	$\pi/6$
8	17	380	21	$\pi/5$
9	18	390	22	$\pi/4$
0	20	380	15	$\pi/4$

Рис.5. Консольный кронштейн

Задача 6.

Выбрать самостоятельно номер профиля двутавровой балки по ГОСТ 8239-72 и рассчитать сварное соединение (рис.6) двутавровой балки длиной L с колонной. Балка нагружена постоянной силой Q . Данные брать из таблицы 5. Необходимые параметры задать самостоятельно.

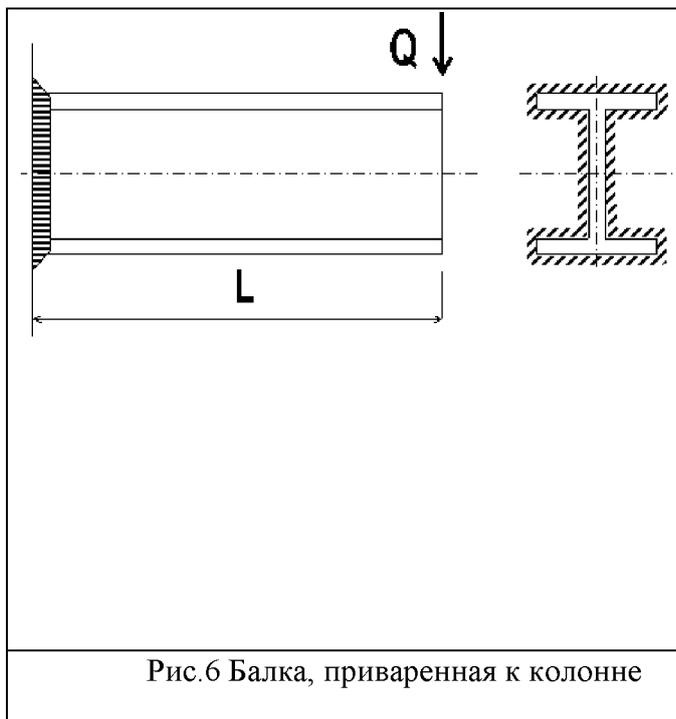


Таблица 6. Исходные данные для задачи 6

Вариант	$Q, кН$	$L, м$
1	6	1,5
2	7	1,4
3	8	1,3
4	9	1,2
5	10	1,1
6	11	1,2
7	12	1,3
8	13	1,4
9	14	1,5
0	15	1,6

Рис.6 Балка, приваренная к колонне

Задача 7.

Проверить прочность сварного соединения (рис.7). Соединение выполнено двумя угловыми швами с катетом k . Соединение нагружено силой F (таблица 7). Материал деталей - сталь Ст3. Сварка ручная.

		Таблица 7. Исходные данные для задачи 7									
		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F , кН		30	35	40	45	50	60	55	80	90	100
l , мм		40	50	30	50	40	50	40	40	40	30
h , мм		16	19	17	22	18	21	19	22	23	22
δ , мм		5			7			8			
Электрод		Э42			Э50			Э42А			

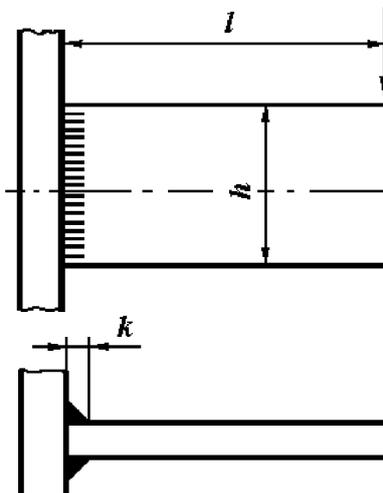


Рис.7. Балка, приваренная к колонне

Задача 8.

Проверить прочность сварного соединения, крепящего опорный швеллер, имеющий номер профиля №, к стальной плите (рис.8, таблица 8). Материал деталей – сталь Ст 3. Сварка автоматическая.

		Таблица 8. Исходные данные для задачи 8									
		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F , кН		25	30	40	45	50	55	60	65	70	75
l , мм		350	320	300	280	400	380	360	450	400	500
№		5	8	10	12	14	16	18	20	22	24
α , рад		$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$

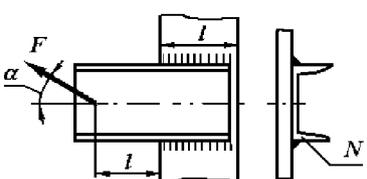


Рис.8. Опорный швеллер

Задача 9.

Проверить прочность сварного соединения листа толщиной δ с уголком (рис.9), если на конце l рычага приложена сила F (таблица 9). Материал рычага - сталь Ст 5. Сварка ручная электродами Э50.

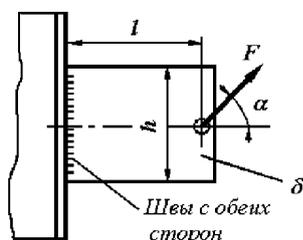


Таблица 9. Исходные данные для задачи 9

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F , кН	20	30	40	50	40	30	40	50	35	40
l , мм	65	55	55	60	60	65	90	75	100	50
h , мм	120	150	110	130	140	100	140	160	100	90
α , рад	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/6$	$\pi/4$
δ , мм	5		6		7		8		10	

Рис.9 Соединение листа с уголком

Задача 10.

Рассчитать сварные швы, соединяющие зубчатый венец колеса с его диском и диск со ступицей (рис.10). Передаваемая зубчатым колесом мощность P , угловая скорость ω и его диаметры D и d приведены в таблице 20. Соединение выполнено двумя угловыми швами с катетами k_1 и k_2 . Материал обода и ступицы – Сталь 40, материал диска сталь Ст 3. Сварка ручная, электродами Э42.

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
P , кВт	32	35	40	30	50	60	65	55	40	50
ω , c^{-1}	20	18	22	10	25	30	30	26	24	30
D , мм	160	180	240	300	340	440	390	480	280	190
d , мм	40	48	52	60	70	100	80	120	80	60
k_1 , мм	4				6			8		
k_2 , мм	6				8			10		

Рис. 10. Соединение венца зубчатого колеса со ступицей

Задача 11.

Проверить прочность сварного соединения (рис.11). Материал листов сталь Ст.3. сварка ручная, нагрузка статическая. Исходные данные указаны в таблице 11.

	Таблица 11. Исходные данные для задачи 11					
	Варианты	1	2	3	4	5
P , кН	20	30	40	50	60	
Q , кН	3	3,5	4,5	4	2	
δ , мм	8	8	6	10	10	
v , мм	200	250	300	350	250	
l , мм	400	400	250	300	250	
Варианты	6	7	8	9	0	
P , кН	40	35	45	55	25	
Q , кН	2,5	5	1,5	2	6	
δ , мм	12	12	12	10	15	
v , мм	300	250	300	300	350	
l , мм	300	250	400	300	250	
Рис.11. Сварное соединение						

Задача 12.

Определить ширину листов сварочного соединения (рис.12). Материал листов сталь Ст.3. сварка автоматическая, нагрузка статическая. Исходные данные указаны в таблице 12.

	Таблица 12. Исходные данные для задачи 12					
		Варианты				
	1	2	3	4	5	
P , кН	15	28	22	32	38	
Q , кН	1,5	2,8	2,2	2,2	3,8	
δ , мм	5	5	5	8	8	
l , мм	400	400	300	300	400	
	Варианты					
	6	7	8	9	0	
P , кН	42	26	48	18	36	
Q , кН	4,2	2,6	4,8	1,8	3,6	
δ , мм	8	10	10	10	12	
l , мм	400	300	300	350	350	
Рис.12. Сварное соединение						

Задача 13.

Проверить прочность сварного соединения (рис.13). Материал листов сталь Ст.3. сварка ручная. Нагрузка изменяется от P_{\min} до P_{\max} . Исходные данные указаны в таблице 13.

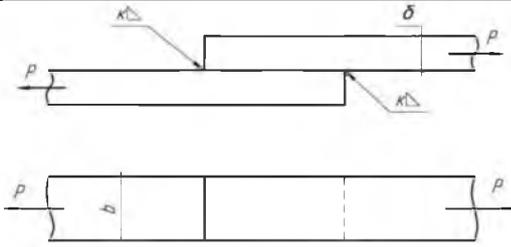


Таблица 13. Исходные данные для задачи 13

	Варианты				
	1	2	3	4	5
P_{\max} , кН	40	50	60	80	100
P_{\min} , кН	0	0	0	0	10
κ , мм	5	5	5	8	8
δ , мм	5	5	5	8	8
b , мм	200	250	300	250	400

	Варианты				
	6	7	8	9	0
P_{\max} , кН	120	140	180	160	100
P_{\min} , кН	25	40	50	80	90
κ , мм	8	10	10	10	10
δ , мм	8	10	10	10	10
b , мм	450	500	550	600	300

Рис.13. Сварное соединение

Комплект разноуровневых задач реконструктивного уровня по расчету заклепочных соединений

Задача 1.

Определить толщину листов, накладок и размеры продольного и поперечного заклепочных швов цилиндрического автоклава, предназначенного для испытаний деталей под давлением (рис.1). Диаметр автоклава D и давление жидкости в автоклаве P_0 заданы в таблице 1.

Рис.1. Заклепочные швы цилиндрического автоклава

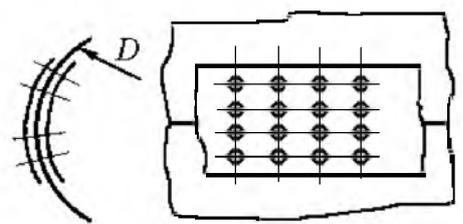


Таблица 1. Исходные данные для задачи 1

	Варианты				
	1	2	3	4	5
D , мм	500	600	750	850	950
P_0 , МПа	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Задача 2.

Определить диаметр и количество заклепок в соединении встык с двумя накладками (рис.2), а также проверить прочность полос на растяжение по ослабленному сечению, если нагрузка F (таблица 2) приложена статически. Полосы и накладки изготовлены из стали Ст 3, заклепки - из стали Ст 2, отверстия сверленные.

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	25	40	50	60	30
b, мм	150	200	160	200	120
l, мм	150	180	200	250	200
delta, мм	2	2	3	3	4

Рис.2. Заклепочное соединение встык с двумя накладками

Задача 3.

Рассчитать заклепки, изготовленные из стали Ст2, крепящие скобы А к косынке В и косынку со швеллером С. Все детали соединений выполнены из стали Ст3. Сила, действующая на блок, $2F$ (рис.3). Толщина листов скобы и косынки δ (таблица 3).

Таблица 3. Исходные данные для задачи 3

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	25	20	25	30	15
№ швеллера	5	6,5	8	10	12
delta, мм	4	4	5	5	6

Рис.3. Заклепочное соединение косынки со швеллером

Задача 4.

Рассчитать заклепочное соединение: определить число и диаметр заклепок, соединяющих косынку 1 со швеллерной балкой 2; высоту косынки a (рис.3). Материал косынки, швеллера Д16Т, и заклепок – В65. Данные для расчета приведены в таблице 4.

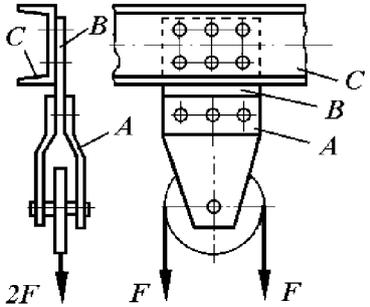


Рис.4. Заклепочное соединение косынки со швеллером

Таблица 4. Исходные данные для задачи 4

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	25	20	25	30	15
№ швеллера	5	6,5	8	10	12
δ , мм	4	4	5	5	6
					8

Задача 5.

Определить диаметр и число заклепок, крепящих равнобокий уголок № к косынке толщиной δ , а также указать размещение заклепок, если уголок воспринимает усилие F , действующее по оси симметрии соединения (рис.5, таблица 5). Материал уголка, косынки Д16Т, заклепок – В65, отверстия сверленые. Проверить также напряжение в уголке по ослабленному сечению.

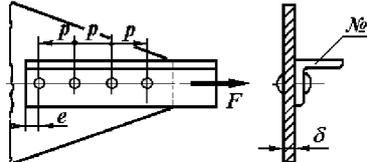


Рис. 5 Заклепочное соединение косынки с уголком

Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

	Варианты				
	1	2	3	4	5
F, кН	25	20	35	50	15
№ уголка	4,5	5	5,6	6,3	7,5
δ , мм	4	4	6	6	8

Комплект задач и заданий реконструктивного уровня по разделу III: «Основы расчёта и конструирования механических передач»

На рис. 1...10 показаны схемы механических передач. Исходные данные для расчета указаны в соответствующих таблицах 1...10.

Полезная мощность, подводимая к первому валу P , скорость вращения первого вала ω_1 .

Определить:

- передаточное отношение между входными и выходными звеньями и каждой передачи в отдельности;
- угловую скорость, число оборотов, мощность и крутящий момент каждого вала;
- общий коэффициент полезного действия передачи.

Для расчетов принять следующие значения к.п.д.: для пары цилиндрических колес $\eta_{ц} = 0,97$; для пары конических колес $\eta_{к} = 0,95$; для червячной передачи при одно-, двух-, четырехзаходном червяке – соответственно $\eta_{ч} = 0,7; 0,75; 0,8$; для пары подшипников качения $\eta_{п} = 0,99$.

Задача 1.

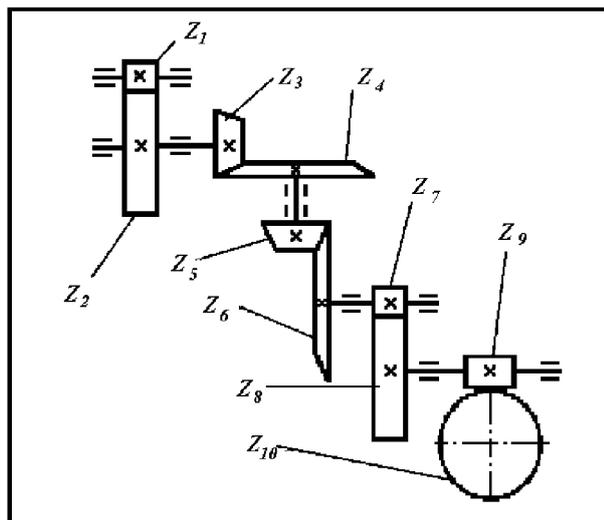


Рис.1

Таблица 1. Исходные данные для задачи 1

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	20	18	22	20	16	14	18	22	16	14
z_2	40	72	66	50	64	56	90	44	64	24
z_3	22	20	18	16	15	14	16	18	20	22
z_4	66	80	36	90	45	56	57	90	20	55
z_5	21	22	25	24	16	20	18	15	17	22
z_6	42	55	78	96	54	50	56	45	54	55
z_7	20	24	25	20	25	16	22	18	15	17
z_8	60	60	50	60	100	50	99	64	34	85
z_9	1	2	2	4	1	2	2	4	1	2
z_{10}	28	58	90	100	28	45	60	112	26	40
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	100	350	200	150	250	300	400	450	500	550
$P, \text{кВт}$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5

Задача 2.

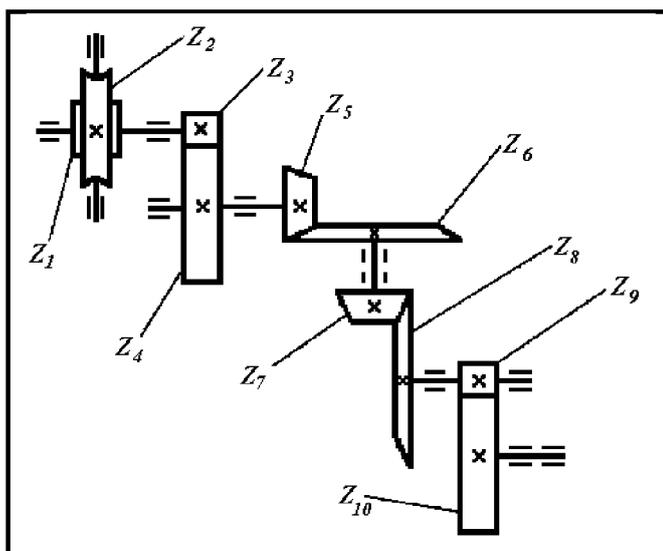


Рис.2

Таблица 2. Исходные данные для задачи 2

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_2	28	32	30	112	24	56	35	120	60	100
z_3	20	22	18	18	15	16	18	20	22	20
z_4	60	66	90	36	45	56	54	90	44	50
z_5	20	25	22	20	18	22	15	17	18	20
z_6	42	75	110	60	54	66	60	34	54	90
z_7	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_8	60	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_9	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_{10}	100	60	107	36	99	30	56	76	112	31
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150	300	350	250	100	300	150	200	250
$P, \text{кВт}$	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5

Задача 3.

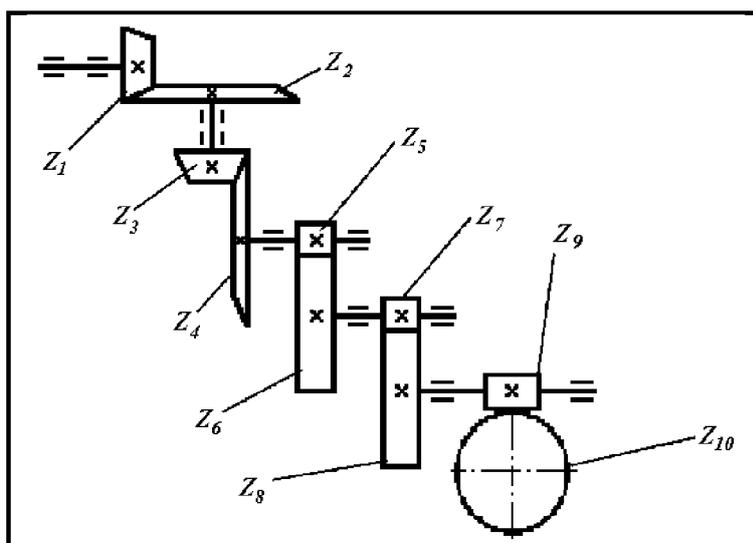


Рис.3

Таблица 3. Исходные данные для задачи 3

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	19	17	20	21	18	22	24	16	15	19
z_2	38	34	30	105	81	70	108	80	60	92
z_3	22	22	18	18	16	16	20	20	20	22
z_4	22	88	54	36	48	96	20	90	40	66
z_5	22	17	20	17	21	18	19	16	18	25
z_6	55	85	100	34	63	57	51	48	54	90
z_7	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_8	70	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	40	50	30	64	28	38	50	80	44	120
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	100	350	200	550	450	200	100	450	500	350
$P, \text{кВт}$	4,0	3,0	5,0	6,0	2,0	1,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Задача 4.

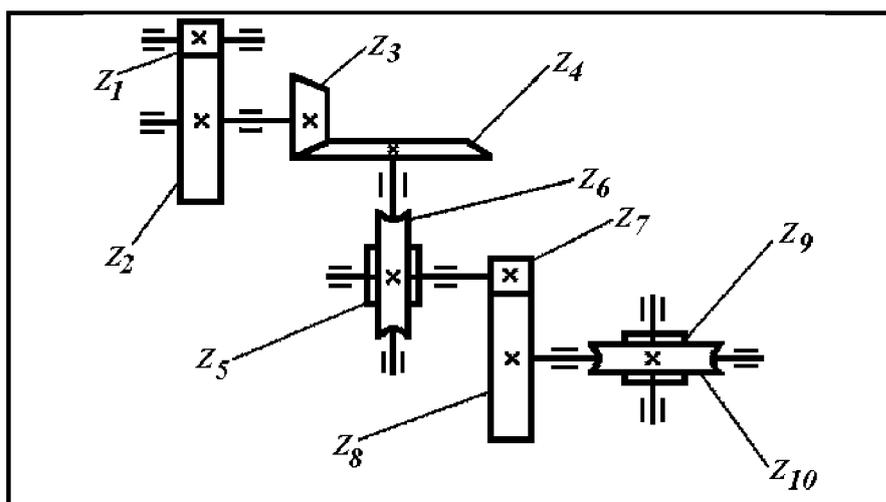


Рис.4

Таблица 4. Исходные данные для задачи 4

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_2	25	30	34	110	22	45	30	120	60	68
z_3	20	22	18	18	15	16	18	20	22	20
z_4	60	66	90	36	45	56	54	90	44	50
z_5	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_6	22	75	25	100	24	66	25	134	54	90
z_7	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_8	60	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	20	60	27	136	28	40	28	76	62	132
ω_1, c^{-1}	240	320	400	280	350	300	150	200	250	180
$P, кВт$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	4,0	5,0	5,5

Задача 5.

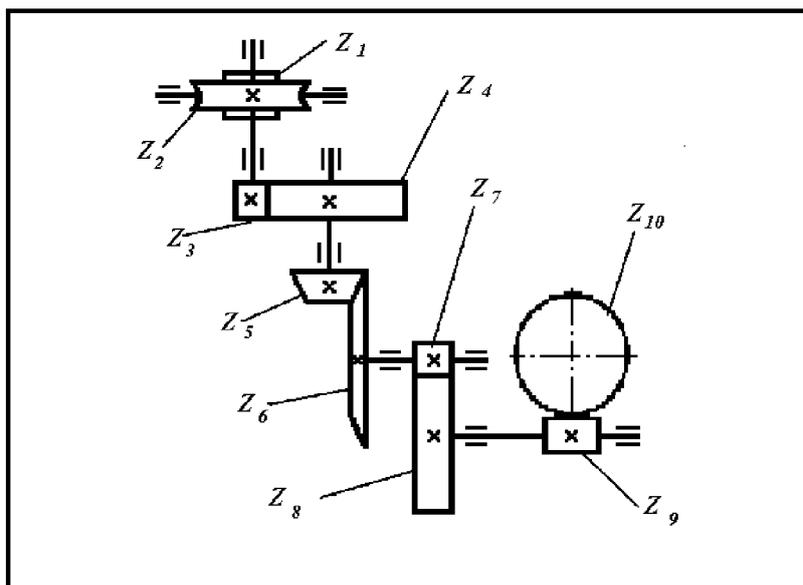


Рис.5

Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	1	2	2	4	1	2	4	2	2	1
z_2	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
z_3	20	18	22	20	16	14	18	22	16	14
z_4	80	54	33	90	48	56	54	99	20	70
z_5	21	22	25	24	16	20	18	15	17	22
z_6	21	55	75	48	32	50	72	45	34	66
z_7	22	20	18	16	15	14	16	18	20	22
z_8	66	60	36	60	90	42	40	54	100	55
z_9	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
z_{10}	22	30	90	100	24	45	60	112	20	40
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	380	320	250	250	300	150	400	150	200	350
$P, \text{кВт}$	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	7,5	6,0	6,5	5,0

Задача 6.

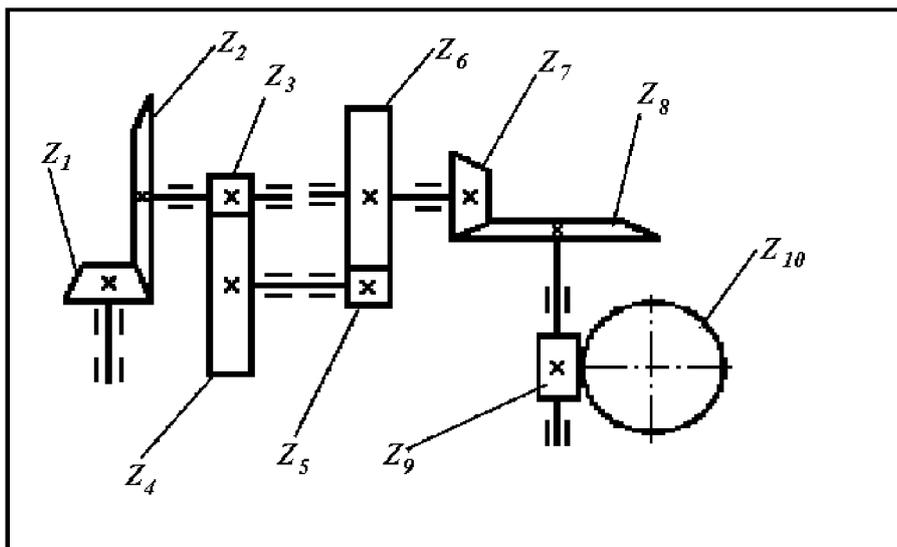


Рис.6

Таблица 6. Исходные данные для задачи 6

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_2	100	60	107	36	99	30	56	76	112	31
z_3	22	20	20	24	22	18	25	17	16	15
z_4	60	60	50	48	110	54	100	68	32	75
z_5	18	25	20	20	18	22	15	17	15	25
z_6	42	75	100	20	36	22	60	68	60	100
z_7	15	20	25	18	20	18	25	17	16	15
z_8	60	60	50	36	100	36	25	34	48	30
z_9	1	2	2	4	1	2	4	2	2	1
z_{10}	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
ω_1, c^{-1}	200	150	300	350	250	100	300	150	200	250
$P_1, кВт$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5

Задача 7.

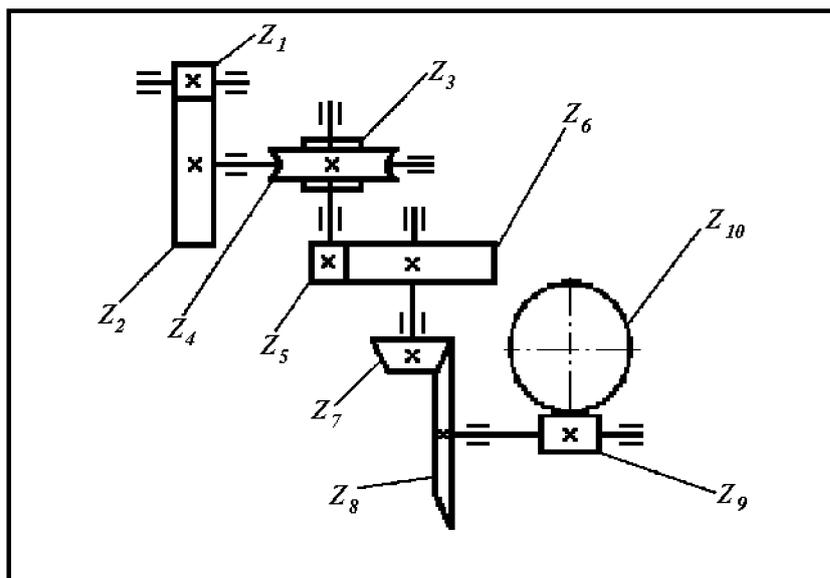


Рис.7

Таблица 7. Исходные данные для задачи 7

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	20	17	20	17	20	17	20	15	15	19
z_2	60	51	50	85	80	75	100	90	45	38
z_3	2	1	4	1	2	1	4	2	4	1
z_4	32	30	112	24	56	35	120	60	100	28
z_5	22	22	18	18	16	16	20	20	20	22
z_6	22	88	54	36	48	96	20	90	40	66
z_7	20	20	25	18	20	17	20	19	22	20
z_8	70	20	50	48	40	34	60	38	44	40
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	24	50	32	104	28	52	25	80	56	120
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	260	240	250	500	150	400	300	150	250	150
$P, \text{кВт}$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Задача 8.

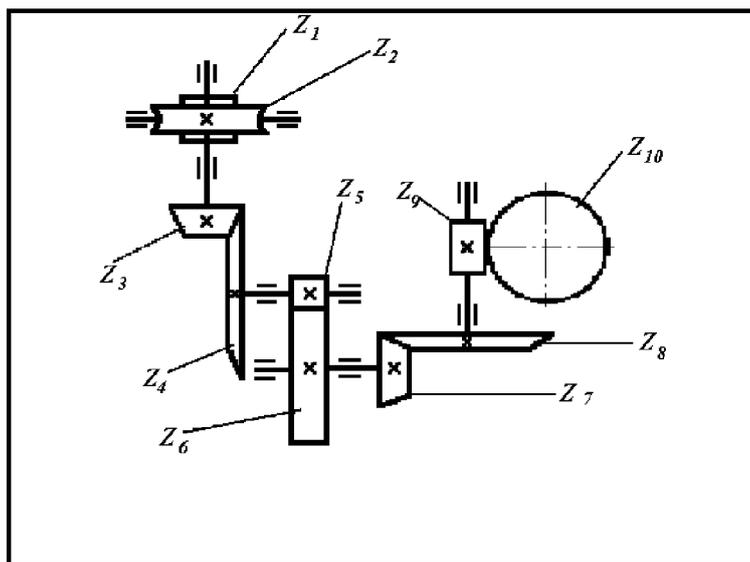


Рис.8

Таблица 8. Исходные данные для задачи 8

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	2	1	4	4	1	2	2	1	1	2
z_2	44	25	100	80	28	60	56	28	25	76
z_3	20	22	18	18	15	16	18	20	22	20
z_4	60	66	90	36	45	56	54	90	44	50
z_5	22	25	25	20	24	21	25	17	27	16
z_6	22	75	25	100	24	63	25	136	54	90
z_7	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_8	25	30	34	110	22	45	30	120	60	68
z_9	1	2	1	4	1	2	1	4	2	4
z_{10}	22	75	25	100	24	66	25	134	54	90
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	340	420	200	180	550	350	450	400	100	380
$P, \text{кВт}$	5,2	5,6	4,2	4,6	3,2	3,6	2,2	2,6	1,2	1,6

Задача 9.

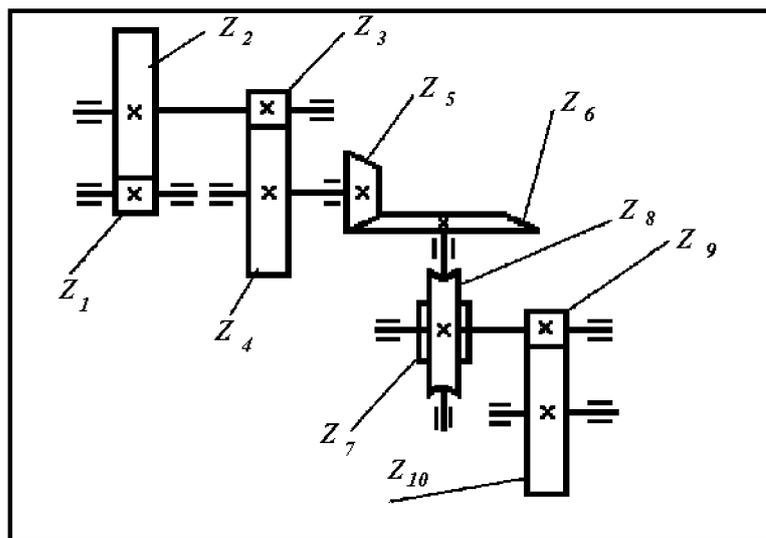


Рис.9

Таблица 9. Исходные данные для задачи 9

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	17	18	22	20	26	18	16	22	32	24
z_2	34	72	66	100	26	54	90	44	64	24
z_3	25	18	20	20	16	18	27	22	16	28
z_4	57	54	50	100	48	56	54	55	40	70
z_5	18	22	20	17	16	20	18	15	17	22
z_6	36	55	100	51	48	50	18	60	34	22
z_7	1	2	2	4	1	2	4	2	2	1
z_8	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
z_9	22	20	18	16	15	14	16	18	20	22
z_{10}	66	60	36	60	90	42	40	54	100	55
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	100	450	550	150	350	200	350	500	250
$P, \text{кВт}$	6,0	6,5	5,0	5,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5

Задача 10.

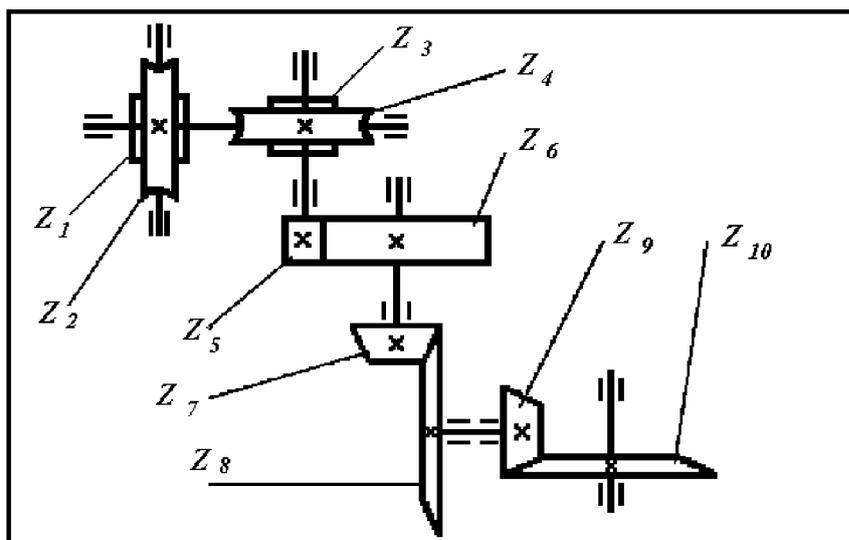


Рис.10

Таблица 10. Исходные данные для задачи 10

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z_1	4	2	4	2	2	2	2	4	4	1
z_2	100	60	110	36	54	30	56	76	112	25
z_3	2	2	2	2	4	2	4	2	1	2
z_4	60	60	50	48	110	54	100	68	28	75
z_5	21	20	25	25	18	20	20	17	20	20
z_6	42	50	50	100	18	80	60	51	60	100
z_7	25	15	17	20	22	15	20	24	20	17
z_8	100	60	107	36	99	30	56	76	112	31
z_9	28	18	33	20	26	28	36	22	32	24
z_{10}	28	72	66	100	26	56	90	44	64	24
$\omega_1, \text{с}^{-1}$	200	150	300	350	250	100	300	150	200	250
$P, \text{кВт}$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

Комплект задач и заданий реконструктивного уровня по разделу III: «Основы расчёта и конструирования механических передач» и разделу IV: «Детали и узлы передач»

Задача 1.

1. Рассчитать закрытую цилиндрическую прямозубую передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.

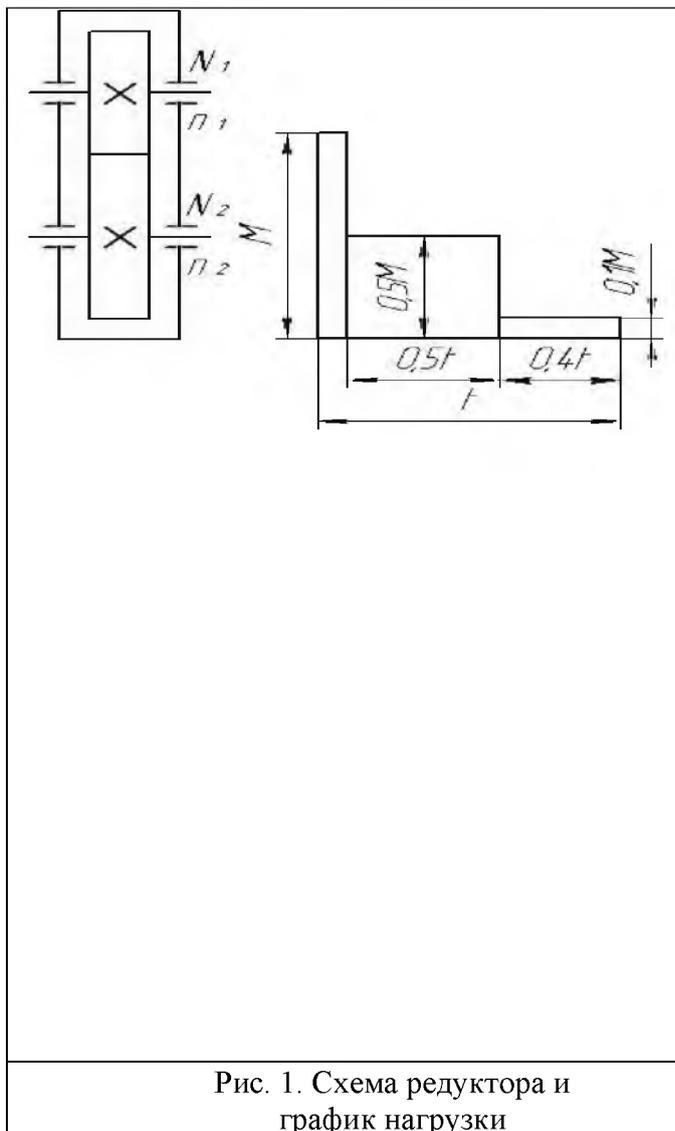
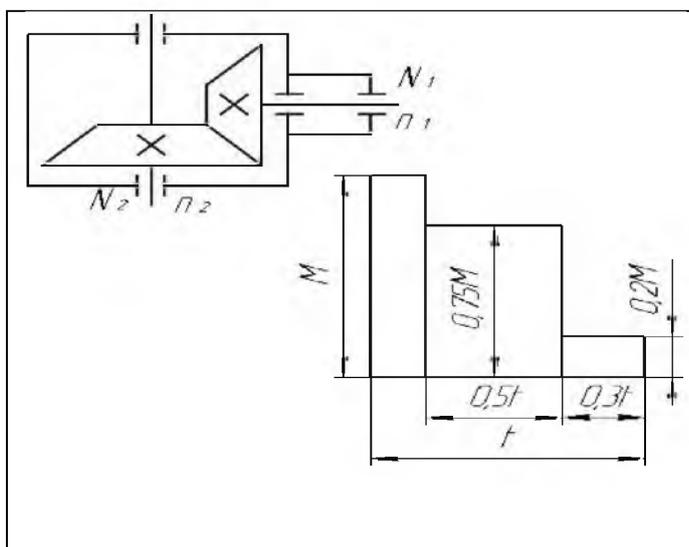


Таблица 1. Исходные данные задачи № 1

Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	n , сут	K , год
1	10	750	125	7	0,3	0,7
2	11	750	150	6	0,4	0,6
3	12	750	175	5	0,5	0,5
4	13	750	200	4	0,6	0,4
5	14	750	225	5	0,7	0,3
6	15	750	250	6	0,8	0,4
7	16	750	275	7	0,9	0,5
8	17	1000	175	3	70,6	0,8
9	18	1000	200	4	0,5	0,6
10	19	1000	225	5	0,4	0,7
11	20	1000	250	6	0,5	0,8
12	21	1000	275	7	0,6	0,7
13	22	1000	300	8	0,7	0,6
14	23	1000	325	7	0,8	0,5
15	24	1000	350	6	0,9	0,4
16	25	1500	300	5	0,8	0,3
17	24	1500	325	4	0,7	0,4
18	23	1500	350	3	0,6	0,5
19	22	1500	375	4	0,5	0,6
20	21	1500	400	5	0,4	0,7
21	20	1500	425	6	0,3	0,8
22	19	1500	450	7	0,4	0,7
23	18	3000	500	8	0,5	0,6
24	17	3000	525	7	0,6	0,5
25	16	3000	550	6	0,7	0,4
26	15	3000	575	5	0,8	0,3
27	14	3000	600	4	0,9	0,4
28	13	3000	625	8	0,8	0,5
29	12	3000	650	7	0,7	0,6
30	11	3000	675	6	0,6	0,3

Задача 2.

1. Рассчитать закрытую коническую косозубую передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.



Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	n , сут	K , год
1	50	1500	450	5	0,5	0,8
2	70	1500	400	6	0,6	0,7
3	65	1500	250	7	0,7	0,6
4	60	1500	350	8	0,8	0,5
5	55	1500	700	9	0,5	0,4
6	50	3000	1500	10	0,6	0,3
7	45	3000	750	9	0,7	0,4
8	40	3000	375	8	0,8	0,5
9	35	3000	500	7	0,9	0,6
10	30	3000	1000	6	0,8	0,7
11	28	3000	600	5	0,6	0,8
12	26	3000	700	4	0,5	0,9
13	24	1500	400	4	0,4	0,8
14	22	1500	375	5	0,3	0,7

	15	20	1500	325	6	0,9	0,6
	16	18	1500	300	7	0,8	0,5
	17	16	1500	425	8	0,7	0,4
	18	14	1500	475	9	0,6	0,3
	19	12	1500	525	10	0,5	0,6
	20	11	1000	200	9	0,4	0,7
	21	10	1000	225	8	0,3	0,8
	22	9	1000	250	7	0,4	0,8
	23	8	1000	275	6	0,5	0,7
	24	7	1000	300	5	0,6	0,7
	25	6	1000	325	6	0,7	0,8
	26	5	750	150	7	0,8	0,6
	27	4	750	175	8	0,9	0,5
	28	3	750	190	9	0,7	0,4
	29	2	750	210	7	0,6	0,8
	30	1	750	240	4	0,5	0,7

Рис.2. Схема редуктора и график нагрузки

Задача 3.

1. Рассчитать закрытую цилиндрическую косозубую передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.

Номер варианта	Таблица 3. Исходные данные задачи № 3					
	N_2	n_1	n_2	L	n , сут	K, год
1	20	3000	1115	4	0,7	0,6
2	22	3000	925	5	0,8	0,7
3	24	3000	810	6	0,6	0,5
4	26	3000	725	7	0,5	0,6
5	28	3000	600	8	0,4	0,3
6	30	1500	550	9	0,3	0,4
7	32	1500	520	10	0,2	0,8
8	34	1500	425	4	0,4	0,6
9	36	1500	525	5	0,6	0,3
10	38	1500	410	6	0,5	0,8
11	40	1250	350	7	0,6	0,7
12	42	1250	295	8	0,7	0,5
13	44	1250	245	9	0,8	0,4
14	46	1250	210	10	0,7	0,5
15	48	1250	290	8	0,6	0,8
16	50	1000	295	9	0,5	0,9
17	52	1000	240	7	0,4	0,7
18	54	1000	195	6	0,3	0,6
19	56	1000	160	5	0,2	0,9
20	58	1000	405	4	0,3	0,8
21	60	1000	315	5	0,4	0,6
22	62	850	245	6	0,5	0,7
23	64	850	210	7	0,6	0,5
24	66	850	165	8	0,7	0,5
25	68	850	150	9	0,8	0,4
26	56	700	240	8	0,7	0,3
27	58	700	215	7	0,6	0,5
28	50	700	165	6	0,5	0,7
29	54	700	130	5	0,4	0,8
30	52	700	115	4	0,3	0,9

Рис.3. Схема редуктора и график нагрузки

Задача 4.

1. Рассчитать закрытую червячную передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи

Таблица 4. Исходные данные для задачи № 4

Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	η , сут	K, год
1	0,5	1200	220	7	0,4	0,8
2	0,7	200	260	6	0,5	0,7
3	0,9	1200	295	5	0,6	0,5
4	1,1	1200	315	4	0,7	0,4
5	1,3	1200	430	6	0,8	0,7
6	1,5	1500	260	8	0,7	0,4
7	1,7	1500	290	10	0,6	0,5
8	1,9	1500	340	9	0,5	0,7
9	2,0	1500	395	7	0,4	0,8
10	2,5	1500	480	5	0,3	0,9
11	3,5	750	125	6	0,2	0,7
12	4,5	750	250	8	0,8	0,3
13	5,5	750	310	5	0,6	0,4
14	9	750	260	6	0,4	0,6
15	13	750	340	7	0,2	0,9
16	17	3000	510	10	0,3	0,8
17	21	3000	485	11	0,5	0,4
18	25	3000	450	9	0,7	0,5
19	29	3000	675	8	0,8	0,6
20	35	3000	870	7	0,7	0,6
21	40	1000	190	4	0,6	0,8
22	45	1000	215	5	0,5	0,3
23	50	1000	285	6	0,4	0,7
24	55	1000	360	7	0,3	0,8
25	60	1000	425	8	0,2	0,9
26	55	600	105	9	0,3	0,7
27	50	600	130	10	0,4	0,5
28	45	600	170	4	0,5	0,6
29	40	600	190	6	0,6	0,7
30	35	600	285	7	0,7	0,8

Рис.4. Схема редуктора и график нагрузки

Задача 4

1. Рассчитать закрытую цилиндрическую шевронную передачу.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи

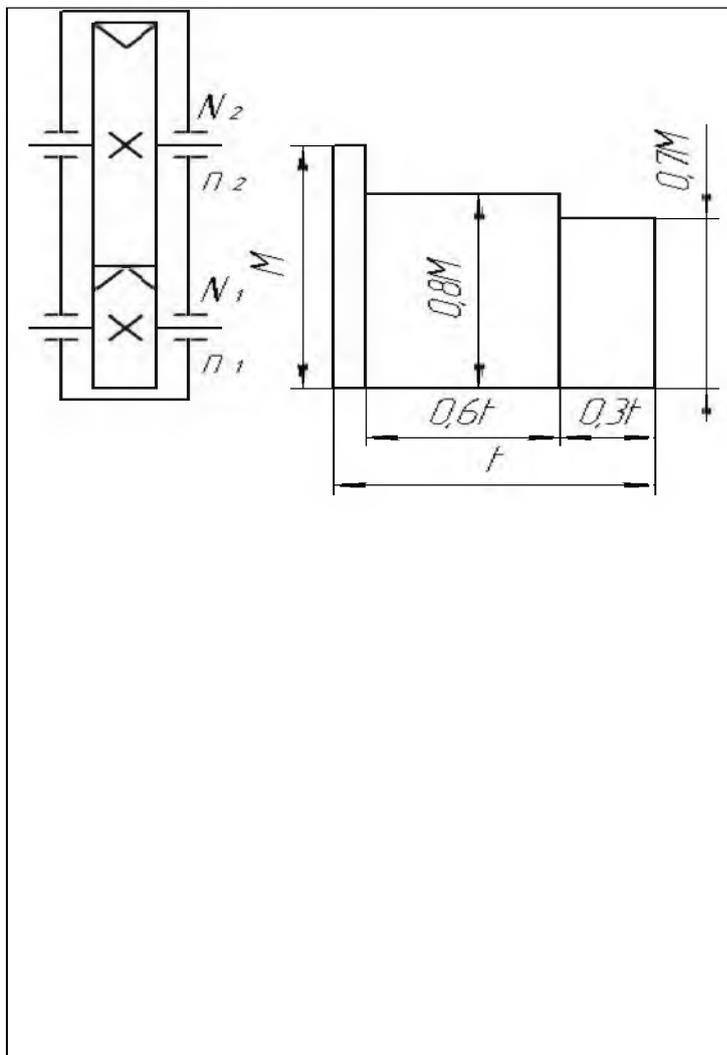


Таблица 4. Исходные данные для задачи № 4

Номер варианта	N_2	n_1	n_2	L	n , сут	K, год
1	70	600	105	5	0,5	0,8
2	65	600	135	6	0,6	0,7
3	60	600	165	7	0,7	0,6
4	55	600	210	8	0,8	0,5
5	50	600	255	9	0,7	0,4
6	45	950	290	10	0,6	0,5
7	40	950	160	11	0,5	0,7
8	37	950	210	6	0,4	0,8
9	34	950	260	8	0,3	0,9
10	31	950	310	10	0,2	0,7
11	28	1100	330	5	0,3	0,8
12	25	1100	345	7	0,4	0,7
13	22	1100	385	9	0,5	0,6
14	20	1100	180	11	0,6	0,4
15	18	1100	230	10	0,7	0,5
16	16	1100	250	8	0,8	0,4
17	14	1400	225	6	0,7	0,3
18	12	1400	255	4	0,6	0,5
19	10	1400	280	5	0,5	0,7
20	9	1400	340	7	0,4	0,3
21	8	1400	370	9	0,3	0,6
22	7,5	2000	325	11	0,2	0,8
23	6,5	2000	350	10	0,3	0,7
24	6	2000	400	9	0,4	0,5
25	5,5	2000	420	8	0,5	0,6
26	5	3000	520	7	0,6	0,5
27	4,5	3000	550	6	0,7	0,4
28	4	3000	600	7	0,8	0,5
29	3,5	3000	720	8	0,7	0,6
30	3	3000	850	9	0,6	0,7

Рис.4. Схема редуктора и график нагрузки

Задача 5.

1. Рассчитать планетарную передачу. Нагрузка постоянная. Срок службы длительный.
2. Рассчитать и сконструировать ведомый вал передачи.

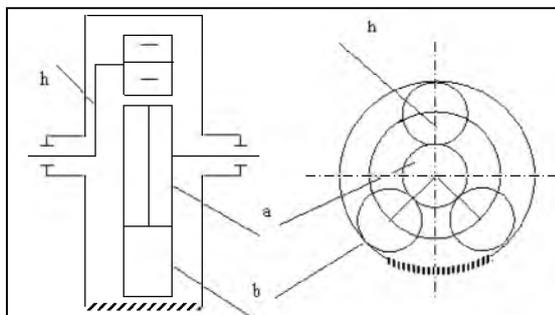


Таблица 5. Исходные данные для задачи 5

Величина	Вариант				
	1	2	3	4	5
P_a , кВт	6	8	10	12	14
n_h , об/мин	1600	1500	1400	1300	1200
n_a , об/мин	500	450	400	300	200
Величина	Вариант				
	6	7	8	9	10
P_a , кВт	20	22	24	26	3
n_h , об/мин	900	800	700	600	2000
n_a , об/мин	180	100	90	80	400

Рис.5. Схема редуктора

Комплект

разноуровневых задач реконструктивного уровня разделу IV: «Детали и узлы передач»

Задача 1.

Для вала из стали 45, термическая обработка – улучшение, выполнить проектировочный расчет быстроходного и тихоходного валов редуктора одноступенчатого горизонтального с косозубыми цилиндрическими колёсами, если момент вращающий на быстроходном валу составляет $T_B = 89 \text{ Н}\cdot\text{м}$; на тихоходном валу – $T_T = 432 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Для компенсации приближенности проектировочного расчета допускаемые напряжения принять заниженными: $[\tau_k] = 15\text{...}25 \text{ МПа}$. Определить диаметры выходного конца вала, диаметр под уплотнение, подшипники. Эскизная компоновка редуктора представлена на рис. 1.

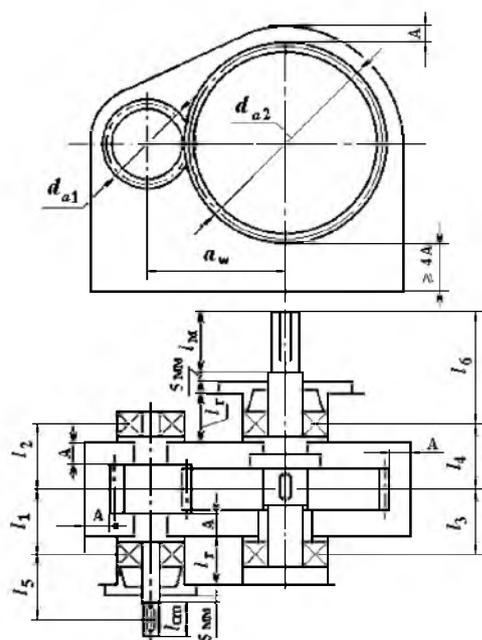


Рис.1. Эскизная компоновка редуктора.

Задача 2.

Для вала из стали 40Х, термическая обработка – улучшение, выполнить проектировочный расчет быстроходного и тихоходного валов редуктора конического горизонтального с прямозубыми колёсами, если момент вращающий на быстроходном валу составляет $T_B = 88 \text{ Н}\cdot\text{м}$; на

тихоходном валу – $T_T = 210,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Для компенсации приближенности проектировочного расчета допускаемые напряжения принять заниженными: $[\tau_k] = 15\text{...}25 \text{ МПа}$. Определить диаметры выходного конца вала, диаметр под уплотнение, подшипники. Эскизная компоновка редуктора представлена на рис.2.

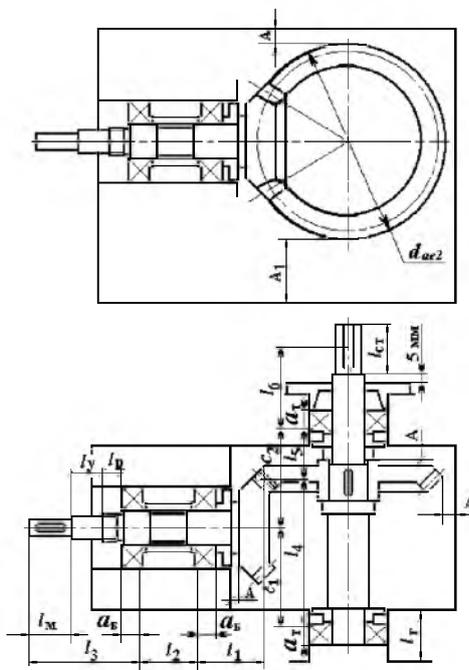


Рис.2. Эскизная компоновка редуктора конического

Задача 3.

Для вала-червяка из стали 40ХН, термическая обработка – улучшение, выполнить проектировочный расчет быстроходного и тихоходного валов червячного редуктора если момент вращающий на быстроходном валу составляет $T_B = 89 \text{ Н}\cdot\text{м}$; на тихоходном валу – $T_T = 1138, 0 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Для компенсации приближенности проектировочного расчета допускаемые напряжения принять заниженными: $[\tau_k] = 15\text{...}25 \text{ МПа}$. Определить диаметры выходного конца вала, диаметр под уплотнение, подшипники. Эскизная компоновка червячного редуктора представлена на рис.3.

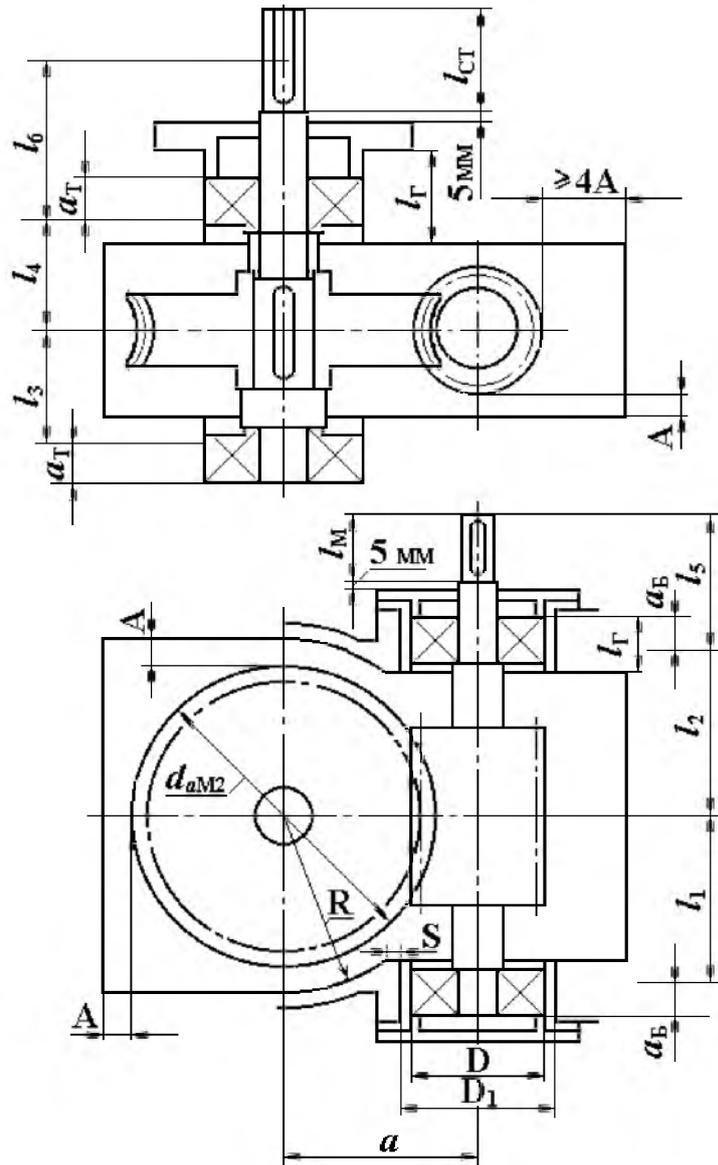


Рис.3. Эскизная компоновка червячного редуктора

Задача 4. Определить результирующий коэффициент запаса прочности для вала-шестерни из стали 45, термообработка улучшение для сечений А-А и Б-Б. расчётная схема рис.4.

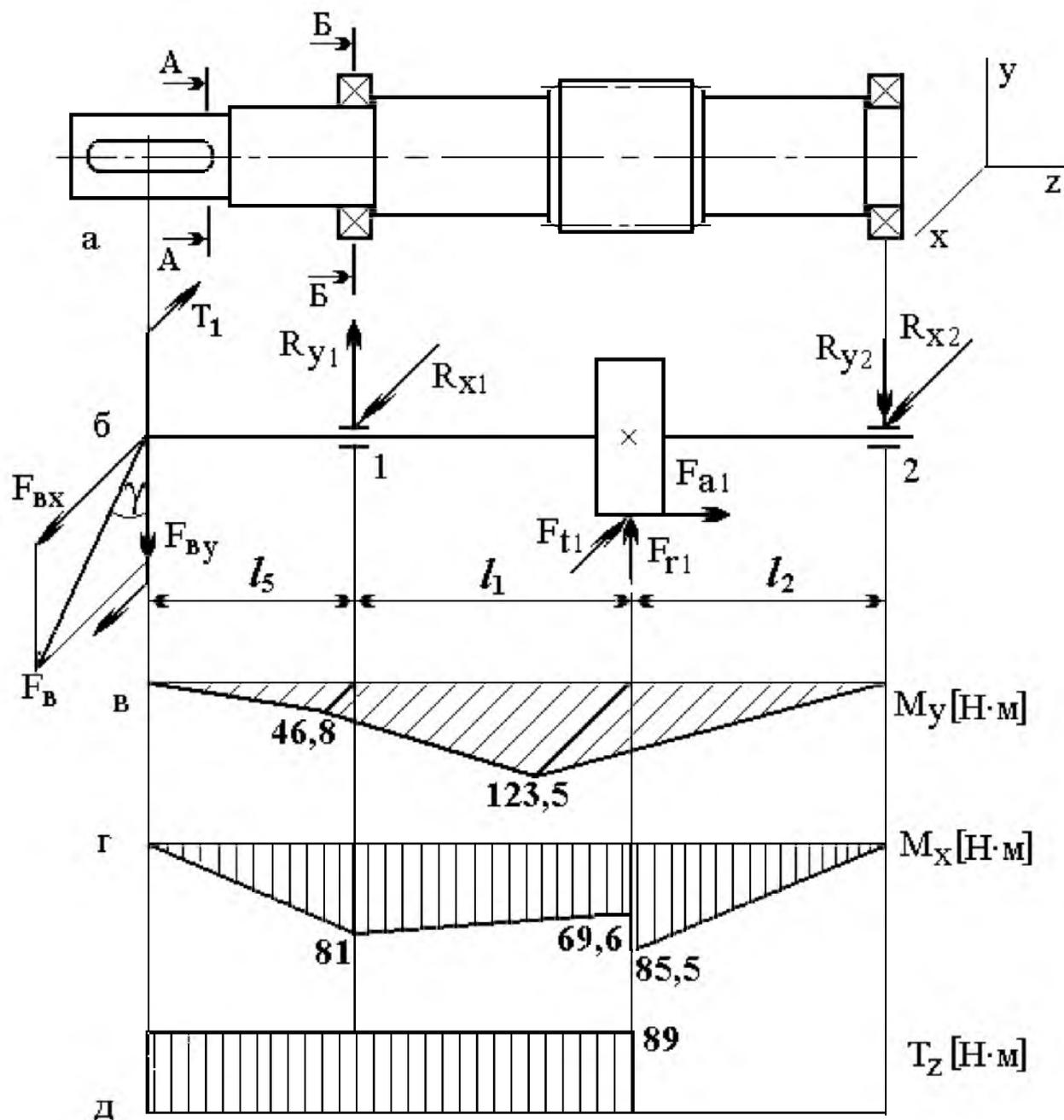


Рис. 4. Расчётная схема

Задача 5.

Провести проверочный расчет долговечности подшипников № 307, установленного на быстроходном валу редуктора, для расчётной схемы редуктора, рис.5. Расчётная схема вала рис. 6.

Исходные данные к задаче $F_{t1} = 3338 \text{ Н}$, $F_{r1} = 1234 \text{ Н}$, $F_{a1} = 597 \text{ Н}$, $d_1 = 53,33 \text{ мм}$; $l_1 = l_2 = 60 \text{ мм}$, $l_5 = 61 \text{ мм}$ (см. рис. 17.2).

Нагрузка на вал от ременной передачи $F_B = 1534 \text{ Н}$.

Составляющие нагрузки на вал от ременной передачи по осям:

$$F_{ey} = F_e \cdot \cos \gamma = 1534 \cdot \cos 30^\circ = 1328 \text{ Н.}$$

$$F_{ex} = F_e \cdot \cos (90^\circ - \gamma) = 1534 \cdot \cos (90^\circ - 30^\circ) = 767 \text{ Н.}$$

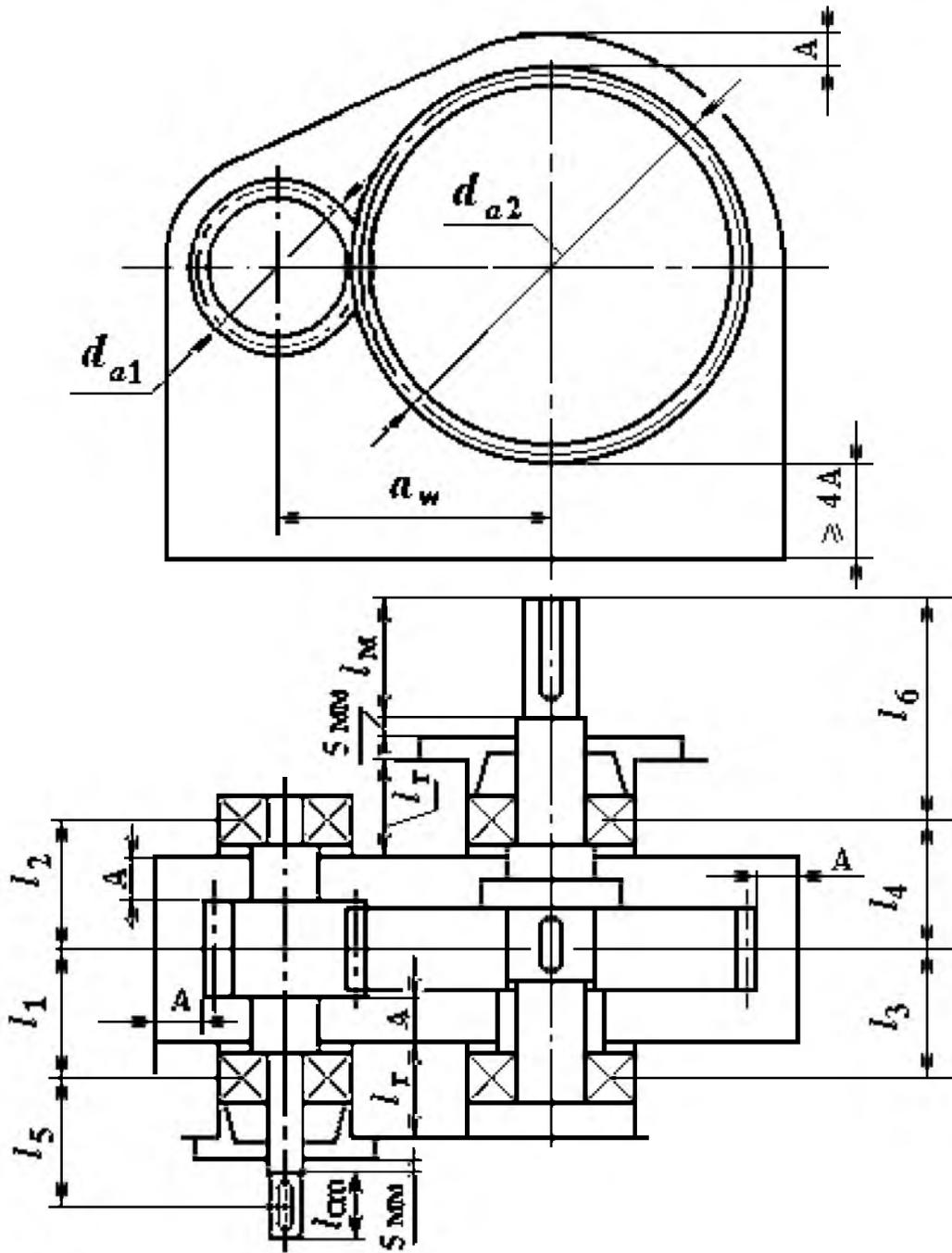


Рис.5. Расчётная схема редуктора

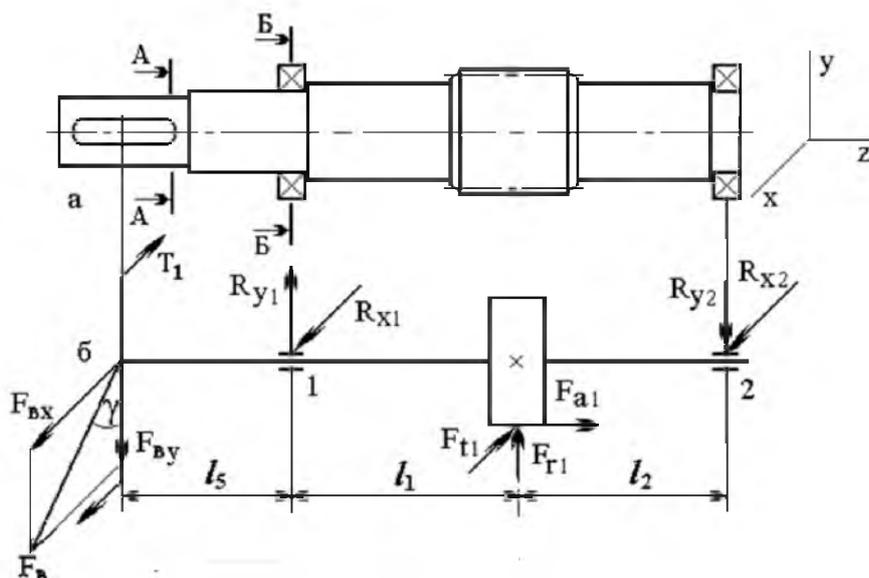


Рис.6. Расчётная схема вала

Критерии оценки ответов обучающихся при сдаче задач реконструктивного уровня, выполненных на практических занятиях.

1. 100...86 баллов – оценка «отлично» (зачтено) выставляется при правильно оформленных схемах и решений задач в соответствии с требованиями ЕСКД, и если ответы на поставленные вопросы обучающимся показывают прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы; обучающийся владеет терминологическим аппаратом; умеет объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делает выводы и обобщения, даёт аргументированные ответы, приводит примеры; свободно владеет монологической речью, ответы логичны и последовательны; обучающийся умеет приводить примеры современных проблем изучаемой области. Ответ изложен литературным языком в материаловедческих терминах. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа

2. 85...76 баллов – оценка «хорошо» (зачтено) выставляется при правильно оформленных схемах и решений задач в соответствии с требованиями ЕСКД, и если на поставленные вопросы обучающимся даны полные, развернутые ответы, показано умение выделить существенные и несущественные

признаки, причинно-следственные связи. Ответы четко структурированы, логичны, изложены литературным языком в терминах материаловедения. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя

3.75..61 баллов – оценка «удовлетворительно» (зачтено) выставляется при правильно оформленных схемах и решений задач в соответствии с требованиями ЕСКД, и если на поставленные вопросы обучающимся даны недостаточно полные и недостаточно развернутые ответы. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя

4. 60...50 баллов – оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) выставляется при неверно оформленных схемах и решениях, выполненных не в соответствии с ЕСКД, даны неполные ответы на поставленные вопросы, представляющие собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и наводящие вопросы

Составитель _____ Е.С. Бронникова

« _____ » _____ 201_ г.

**Комплект
оценочных средств для текущей аттестации по дисциплине
«Детали механизмов и машин»**

Наименование оценочного средства: курсовой проект (ПР-5)

Характеристика оценочного средства: продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Представление оценочного средства: темы курсовых проектов

Объектами оценивания выступают:

учебная дисциплина, активность на занятиях, своевременность выполнения и защиты этапов курсового проекта, уровень овладения практическими умениями и навыками, результаты самостоятельной работы

Контролируемые разделы дисциплины:

Раздел I. Общие вопросы конструирования механических передач, узлов и деталей, используемых в летательных аппаратах и машиностроительных конструкциях и приводах механизмов и машин

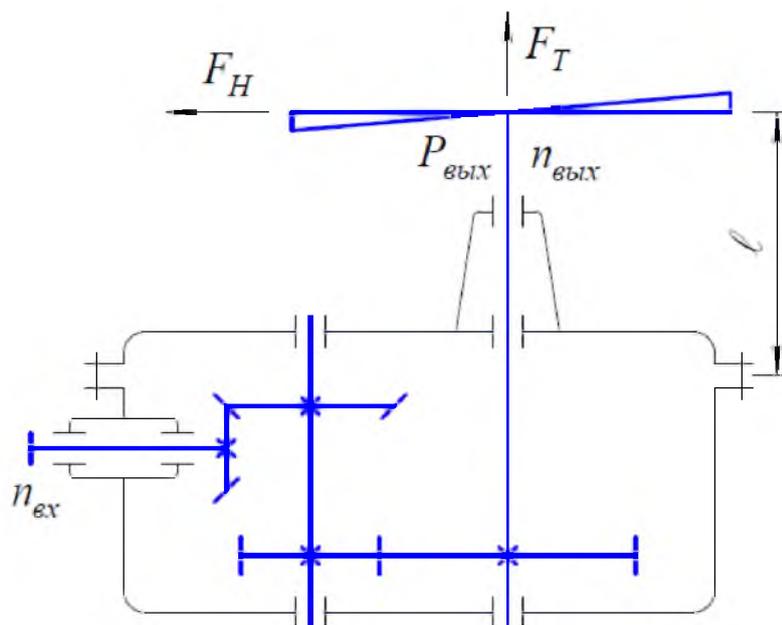
Раздел II. Соединения деталей в узлах и механизмах летательных аппаратов и машиностроительных конструкциях

Раздел III. Основы расчёта и конструирования механических передач

Раздел IV. Детали и узлы передач

Темы курсовых проектов.

Техническое задание №1



Кинематическая схема коническо-цилиндрического редуктора вертолёта

Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_T , кН	9	12	15	16	8	9,5	13	14	9,5	11
F_H , кН	0,6	0,9	1,2	1,2	0,5	0,58	0,95	1,1	0,68	0,95
$n_{вых.}$, об/мин.	220	230	250	210	210	22-	235	210	215	240
$P_{вых.}$, кВт	125	130	135	120	128	130	135	120	140	130
$n_{вх.}$, об/мин	1700	1850	1900	1750	1600	1500	1700	1800	1500	1900
L , час.	1500	1700	1800	1600	1520	1700	1600	1500	1500	1500
l , мм	670	680	690	650	670	650	680	680	670	680

Сила тяги на несущем винте – F_T , кН

Несущая сила на винте – F_H , кН

Частота вращения выходного вала – $n_{вых.}$, об/мин.

Мощность на выходном валу – $P_{вых.}$, кВт

Частота вращения входного вала – $n_{вх.}$, об/мин

Расчетная долговечность – L , час.

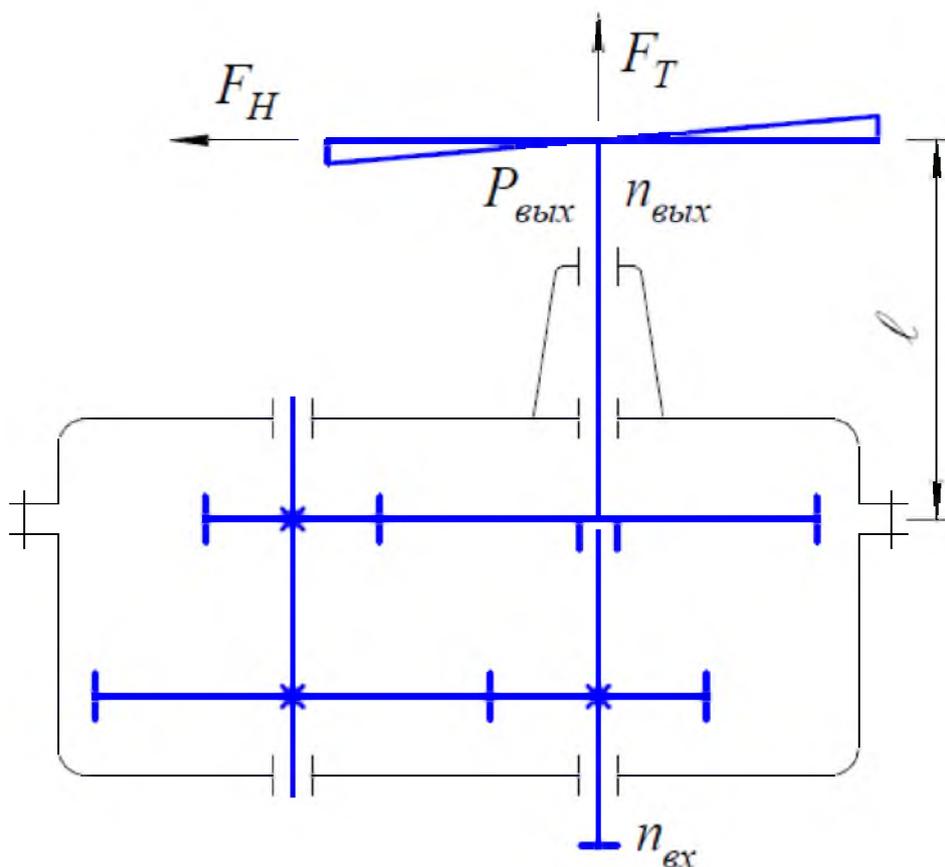
Расстояние от плоскости подвески до несущего винта – l , мм

Привод работает спокойно без толчков и вибраций.

КП.ДМ. _____ . 01. _____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Главный редуктор вертолёта			Лит.	Лист	Листов
Разраб.										223
Провер.					223					
Реценз.					Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве					
Н. Контр.										
Утверд.										

Техническое задание №2



Кинематическая схема соосного редуктора вертолѐта

Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_T , кН	9	1,1	15	16	8	9,5	13	14	9,5	1,1
F_H , кН	0,6	0,95	1,2	1,2	0,5	0,58	0,95	1,1	0,68	0,95
пвых., об/мин.	220	240	250	210	210	22-	235	210	215	240
$P_{вых.}$, кВт	125	130	135	120	128	130	135	120	140	130
пвх., об/мин	1700	1900	1900	1750	1600	1500	1700	1800	1500	1900
L , час.	1500	1500	1800	1600	1520	1700	1600	1500	1500	1500
l , мм	670	680	690	650	670	650	680	680	670	680

Сила тяги на несущем винте – F_T , кН

Несущая сила на винте – F_H , кН

Частота вращения выходного вала – пвых., об/мин.

Мощность на выходном валу – $P_{вых.}$, кВт

Частота вращения входного вала – пвх., об/мин

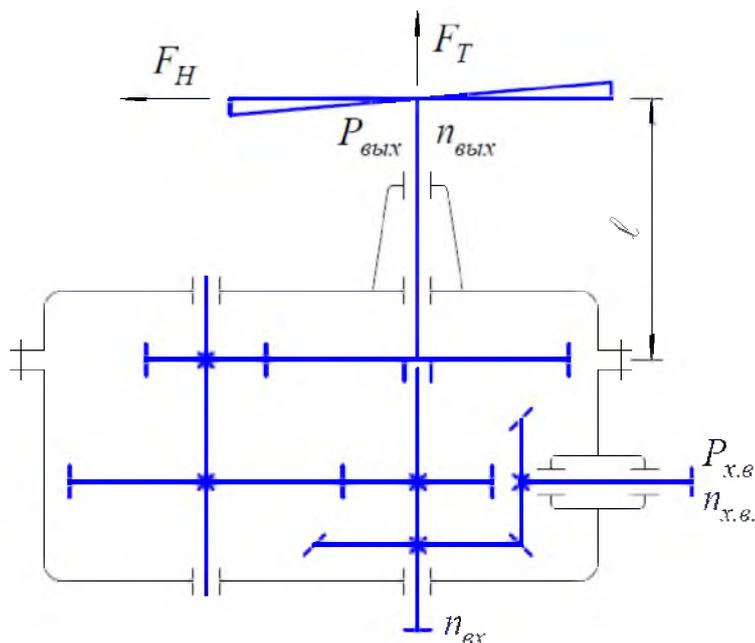
Расчетная долговечность – L , час.

Расстояние от плоскости подвески до несущего винта – l , мм

Привод работает спокойно без толчков и вибраций.

КП.ДМ. _____ . 02. _____				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.	Бронникова			
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				
Главный редуктор вертолѐта			Лит.	Лист
			224	Листов
Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве				

Техническое задание №3



Кинематическая схема редуктора вертолёта с отбором мощности на
ХВОСТОВОЙ ВИНТ

Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_T , кН	9	12	15	16	8	9,5	13	14	9,5	11
F_H , кН	0,6	0,9	1,2	1,2	0,5	0,58	0,95	1,1	0,68	0,95
$n_{вых.}$, об/мин.	220	230	250	210	210	22-	235	210	215	240
$P_{вых.}$, кВт	125	130	135	120	128	130	135	120	140	130
$n_{вх.}$, об/мин	1700	1850	1900	1750	1600	1500	1700	1800	1500	1900
L , час.	1500	1700	1800	1600	1520	1700	1600	1500	1500	1500
l , мм	670	680	690	650	670	650	680	680	670	680

Сила тяги на несущем винте – F_T , кН

Несущая сила на винте – F_H , кН

Частота вращения выходного вала – $n_{вых.}$, об/мин.

Мощность на выходном валу – $P_{вых.}$, кВт

Частота вращения входного вала – $n_{вх.}$, об/мин

Расчетная долговечность – L , час.

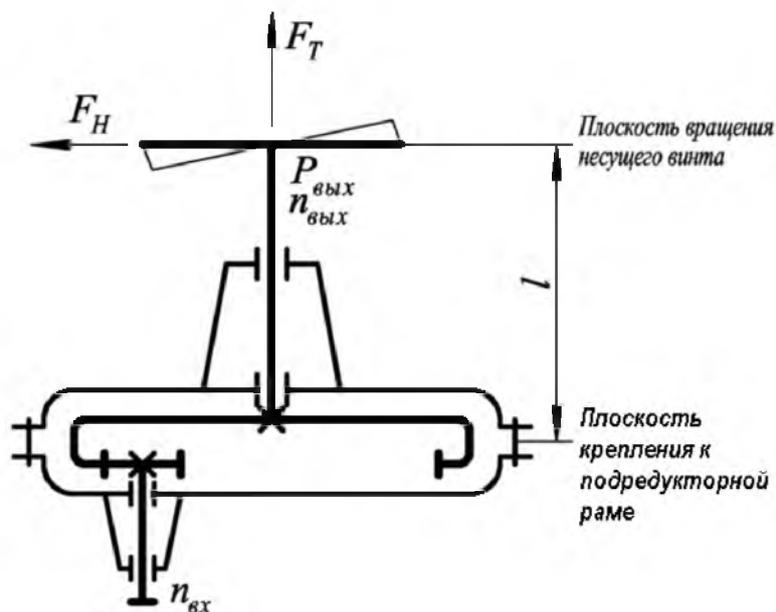
Расстояние от плоскости подвески до несущего винта – l , мм

Привод работает спокойно без толчков и вибраций.

КП.ДМ. _____ . 03. _____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Главный редуктор вертолёта					Лит.	Лист	Листов			
Разраб.												225	19		
Провер.	Бронникова									225					
Реценз.										Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве					
Н. Контр.															
Утверд.															

Техническое задание №4



Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_T , кН	0,9	1,2	1,5	1,6	0,8	0,95	1,3	1,4	0,95	1,1
F_H , кН	0,6	0,9	1,2	1,2	0,5	0,58	0,95	1,1	0,68	0,95
$n_{вых.}$, об/мин.	220	230	250	210	210	22-	235	210	215	240
$P_{вых.}$, кВт	125	130	135	120	128	130	135	120	140	130
$n_{вх.}$, об/мин	1700	1850	1900	1750	1600	1500	1700	1800	1500	1900
L , час.	1500	1700	1800	1600	1520	1700	1600	1500	1500	1500
l , мм	670	680	690	650	670	650	680	680	670	680

Сила тяги на несущем винте – F_T , кН

Несущая сила на винте – F_H , кН

Частота вращения выходного вала – $n_{вых.}$, об/мин.

Мощность на выходном валу – $P_{вых.}$, кВт

Частота вращения входного вала – $n_{вх.}$, об/мин

Расчетная долговечность – L , час.

Расстояние от плоскости подвески до несущего винта – l , мм

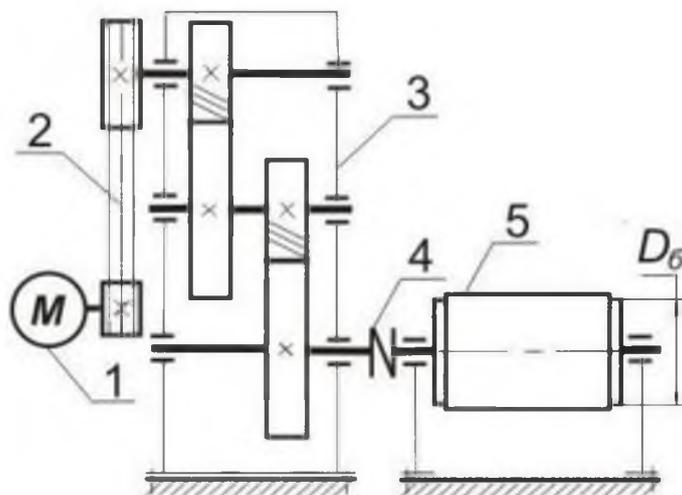
Привод работает спокойно без толчков и вибраций.

КП.ДМ. _____.04._____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Главный редуктор вертолёта			Лит.	Лист	Листов
Разраб.										
Провер.					226					
Реценз.					Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве					
Н. Контр.										
Утверд.										

Техническое задание №5

Приводная станция ленточного транспортёра агрегатно-сборочного цеха



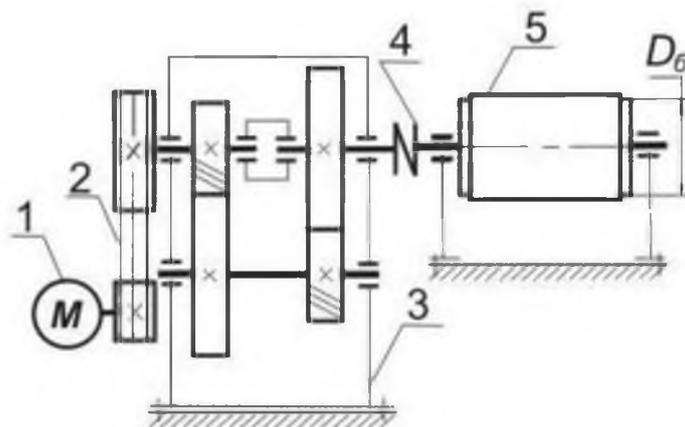
1. Электродвигатель
2. Ремённая передача
3. Редуктор
4. Муфта
5. Барабан транспортёра

Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
v , м/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,5	1,2
D , мм	350	325	300	275	250	225	200	225	250	300
δ , %	4	4	5	7	6	3	5	4	3	6
L , лет	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4

Окружное усилие на барабане – F_t
 Окружная скорость барабана – v
 Диаметр барабана – D
 Допускаемое отклонение скорости ленты, δ , %
 Срок службы привода L , лет

КП.ДМ. ____ . 05. ____				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				
Приводная станция ленточного транспортёра агрегатно- сборочного цеха			Лит.	Лист
			Листов	
			227	
			Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве	

Техническое задание №6



1. Электродвигатель
2. Ремённая передача
3. Редуктор
4. Муфта
5. Барабан

Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
v , м/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,5	1,2
D , мм	350	325	300	275	250	225	200	225	250	300
δ , %	4	4	5	7	6	3	5	4	3	6
L , лет	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4

Окружное усилие на барабане – F_t

Окружная скорость барабана – v

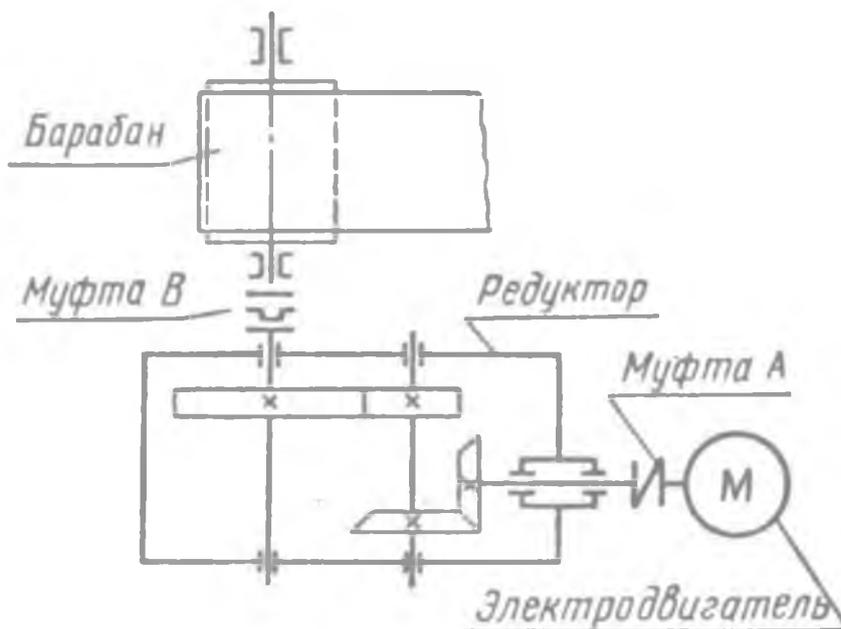
Диаметр барабана – D

Допускаемое отклонение скорости ленты, δ , %

Срок службы привода L , лет

КП.ДМ. _____ .06. _____				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				
Приводная станция ленточного конвейера заготовительно- штамповочного цеха			Лит.	Лист
			Листов	228
Фирма ДВФУ в г. Арсеньеве				

Техническое задание №7



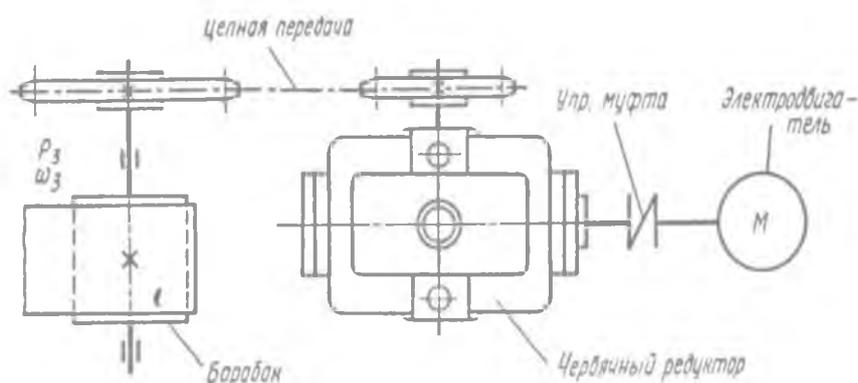
Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
v , м/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,5	1,2
D , мм	350	325	300	275	250	225	200	225	250	300
δ , %	4	4	5	7	6	3	5	4	3	6
L , лет	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4

Окружное усилие на барабане – F_t
 Окружная скорость барабана – v
 Диаметр барабана – D
 Допускаемое отклонение скорости ленты, δ , %
 Срок службы привода L , лет

					КП.ДМ. _____ 07. _____			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Приводная станция ленточного конвейера механо-сборногосоцеха	Лит.	Лист	Листов
Разраб.								
Провер.								
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.								
						229 Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве		

Техническое задание № 9

Приводная станция ленточного конвейера цеха по ремонту оборудования



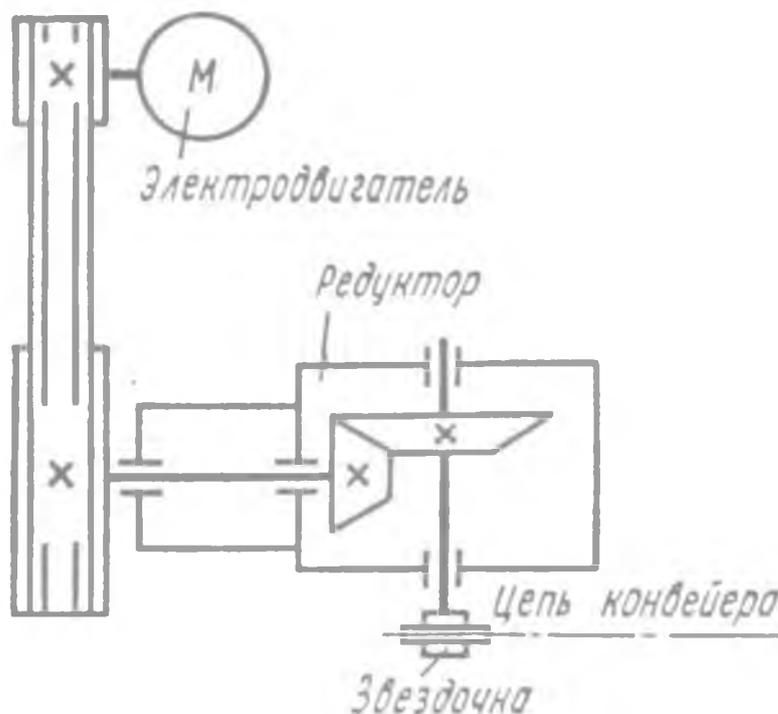
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , кВт	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ω_3 , рад/с	$1,8\pi$	$1,5\pi$	$1,3\pi$	$1,2\pi$	π	$0,8\pi$	$0,7\pi$	$0,8\pi$	π	$1,2\pi$
δ , %	4	4	5	7	6	3	5	4	3	6
L, лет	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4

Мощность на ведомой звездочке цепной передачи P_3
 Угловая скорость вращения ведомого колеса ω_3
 Допускаемое отклонение скорости ленты, δ , %
 Срок службы привода L, лет

					КП.ДМ. ____ .09. ____		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Провер.							
Реценз.					230		
Н. Контр.					Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве		
Утверд.							
Приводная станция ленточного конвейера цеха по ремонту оборудования							

Техническое задание № 10

Приводная станция цепного конвейера цеха изготовления деталей и агрегатов из ПКМ



Исходные данные

Варианты

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , кВт	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
ω_3 , рад/с	3 π	4 π								
δ , %	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
L, лет	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3

Мощность на ведомом колесе зубчатой передачи P_3

Угловая скорость вращения ведомого колеса зубчатой передачи ω_3

Допускаемое отклонение скорости цепи, δ , %

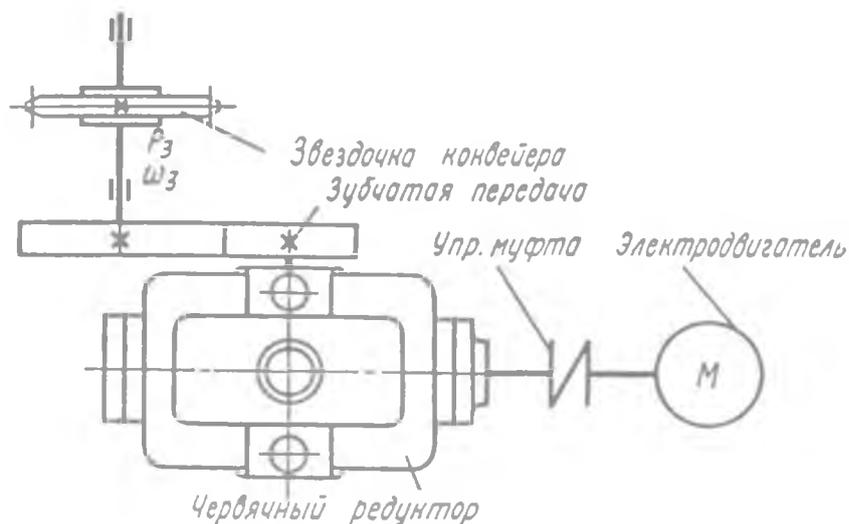
Срок службы привода L, лет

КП.ДМ. ____ .10. ____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					Приводная станция к цепному конвейеру цеха изготовления деталей и агрегатов из ПКМ	Лит.	Лист	Листов
Провер.							231	19
Реценз.						231		
Н. Контр.						Филиал ДВФУ в г.Арсеньеве		
Утверд.								

Техническое задание № 11

Приводная станция к цепному конвейеру механического цеха



Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_3 , кВт	10	9,5	9	8,5	8	8	8,5	9	9,5	10
ω_3 , рад/с	$1,1\pi$	$1,2\pi$	$1,3\pi$	$1,4\pi$	$1,5\pi$	$1,6\pi$	$1,7\pi$	$1,8\pi$	$1,9\pi$	2π
δ , %	6	5	4	7	8	5	4	6	4	7
L, лет	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4

Мощность на ведомом колесе P_3

Угловая скорость вращения ведомого колеса зубчатой передачи ω_3

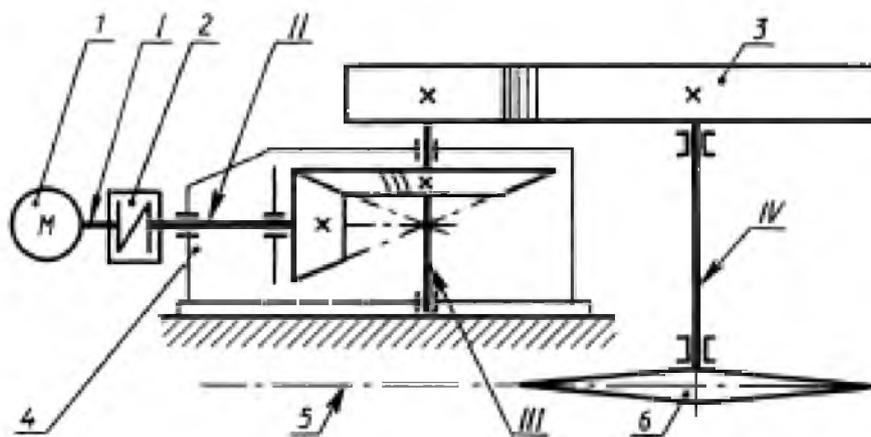
Допускаемое отклонение скорости цепи, δ , %

Срок службы привода L, лет

КП.ДМ. ____ .11. ____				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				
Приводная станция к цепному конвейеру механического цеха			Лит.	Лист
			Листов	
			232	
			Филиал ДВФУ в г.Арсеньеве	

Техническое задание № 12

Приводная станция подвешенного цепного конвейера цеха защитных покрытий и термообработки



1. Электродвигатель
 2. Упругая муфта со звёздочкой
 3. Цилиндрическая зубчатая передача
 4. Конический редуктор
 5. Грузовая цепь
 6. Звёздочка грузовой цепи
- I, II, III, IV – валы соответственно: двигателя, быстроходный, тихоходный вал редуктора, вал рабочей машины

Исходные данные										
Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
v , м/с	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7
t , мм	80	80	80	80	80	100	100	100	100	100
z	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8
δ , %	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4
L , лет	6	5	5	6	6	5	6	7	5	6

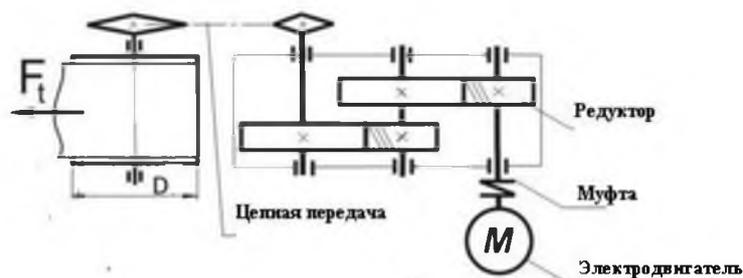
Окружное усилие на тяговой звёздочке – F_t
 Окружная скорость звёздочки – v
 Шаг цепи – t
 Число зубьев звёздочки – z
 Допускаемое отклонение скорости цепи. δ , %
 Срок службы привода L , лет

КП.ДМ. ____ .12. ____				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				

Лит.	Лист	Листов
	233	19
233 Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве		

Техническое задание № 13

Приводная станция ленточного конвейера заготовительно-штамповочного цеха



Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	5	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
v , м/с	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1	1,05	1,1	1,5	1,2
D , мм	350	325	300	275	250	225	200	225	250	300
δ , %	4	4	5	7	6	3	5	4	3	6
L , лет	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4

Окружное усилие на барабане – F_t

Окружная скорость барабана – v

Диаметр барабана – D

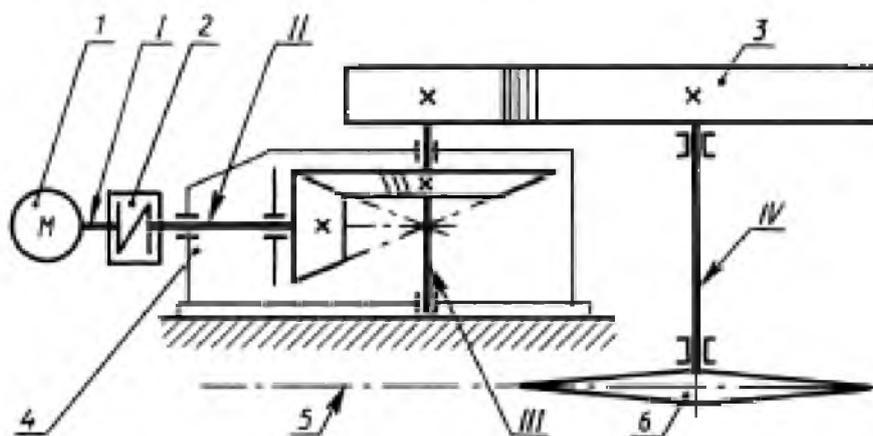
Допускаемое отклонение скорости ленты, δ , %

Срок службы привода L , лет

КП.ДМ. _____ .13. _____				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				
Приводная станция ленточного конвейера заготовительно- штамповочного цеха			Лит. Лист Листов	Лит. Лист Листов
			234	19
			234 Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве	

Техническое задание № 14

Приводная станция подвешенного цепного конвейера литейного цеха участка литья по выплавляемым моделям



1. Электродвигатель
 2. Упругая муфта со звёздочкой
 3. Цилиндрическая зубчатая передача
 4. Конический редуктор
 5. Грузовая цепь
 6. Звёздочка грузовой цепи
- I, II, III, IV – валы соответственно: двигателя, быстроходный, тихоходный вал редуктора, вал рабочей машины

Исходные данные										
Варианты										
Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9
v , м/с	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7
t , мм	80	80	80	80	80	100	100	100	100	100
z	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8
δ , %	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4
L , лет	6	5	5	6	6	5	6	7	5	6

Окружное усилие на тяговой звёздочке – F_t
 Окружная скорость звёздочки – v
 Шаг цепи – t
 Число зубьев звёздочки – z
 Допускаемое отклонение скорости цепи, δ , %
 Срок службы привода L , лет

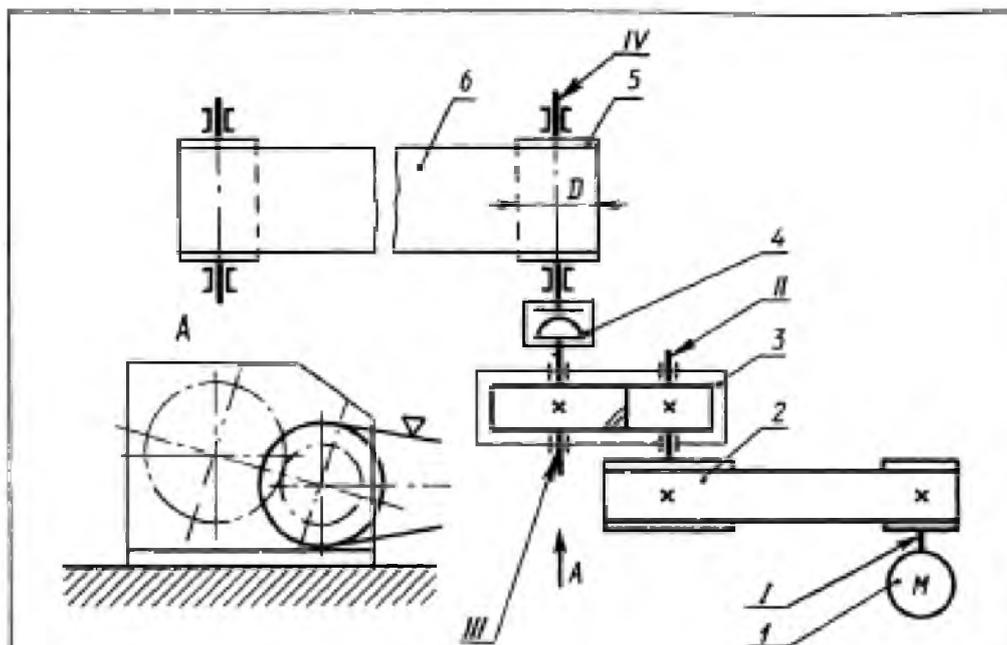
КП.ДМ. _____ .14. _____				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				

**Приводная станция подвешенного
цепного конвейера литейного цеха
участка литья по выплавляемым
моделям**

Лит.	Лист	Листов
	235	19
235 Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве		

Техническое задание № 15

Приводная станция ленточного конвейера механо-сборочного цеха



1 — двигатель, 2 — клиноременная передача; 3 — цилиндрический редуктор; 4 — упругая муфта с торцеобразной оболочкой; 5 — барабан; 6 — ленты конвейера, I, II, III, IV — валы, соответственно, — двигателя, быстроходный и тихоходный редуктора, рабочей машины

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тяговая сила ленты F , кН	1,2	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
Скорость ленты v , м/с	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5
Диаметр барабана D , мм	200	200	225	225	250	250	275	275	250	250
Допускаемое отклонение скорости ленты δ , %	4	4	5	7	6	3	5	4	3	6
Срок службы привода L_p , лет	5	6	7	4	6	7	5	6	3	4

КП.ДМ. _____ .15. _____

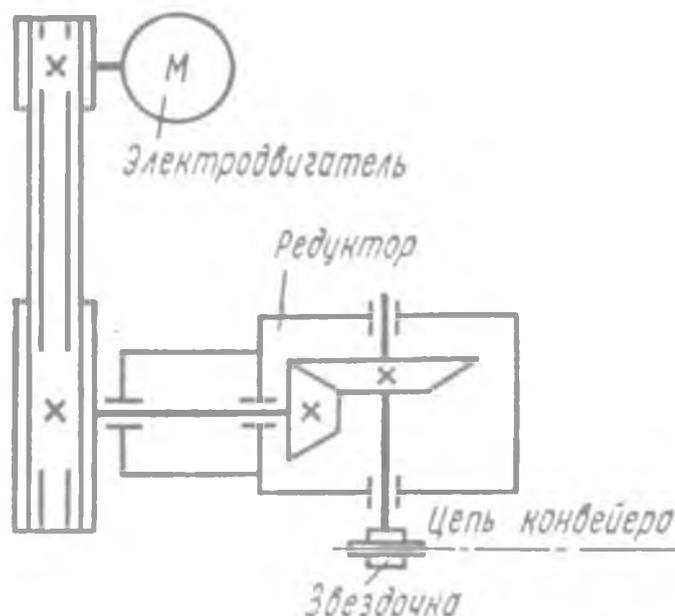
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.				
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				

**Приводная станция
ленточного конвейера
механо-сборочного цеха**

Лит.	Лист	Листов
	236	19
236 Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве		

Техническое задание №17

Приводная станция участка изготовления легкоплавких моделей литейного цеха



Варианты

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_t , кН	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3	3,9	3,8	3,7	3,6
v , м/с	0,7	0,8	0,9	1	0,7	0,8	0,8	1	0,7	0,8
t , мм	160	160	125	125	125	100	100	100	80	80
z	13	12	10	9	8	12	13	10	9	8
δ , %	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
L, лет	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3

Окружное усилие на тяговых звездочках- F_t

Окружная скорость тяговых звездочек- v

Шаг тяговых цепей t

Число зубьев звездочки z

Допускаемое отклонение скорости цепи, δ , %

Срок службы привода L, лет

КП.ДМ. ____ .17. ____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					Приводная станция участка изготовления легкоплавких моделей литейного цеха	Лит.	Лист	Листов
Провер.							238	19
Реценз.						238		
Н. Контр.						Филиал ДВФУ в г. Арсеньеве		
Утверд.								

Курсовой проект состоит из расчётно-пояснительной записки и чертежей. Расчётно-пояснительная записка выполняется согласно ЕСКД и ГОСТ 2.105-95 на писчей нелинованной бумаге формата А4 и содержит:

Техническое предложение

Введение.

Основные требования, предъявляемые к механизмам приводной станции, критерии работоспособности и расчёта деталей механизмов.

Технический уровень редуктора. Критерий технического уровня. Пути повышения технического уровня, их использование в проектируемом редукторе.

1. Анализ кинематической схемы приводной станции: назначение каждого механизма, его описание, достоинства и недостатки, условия эксплуатации.
2. Расчёт срока службы приводной станции
3. Выбор электродвигателя (кроме технических заданий №1...№4)
4. Кинематический расчёт приводной станции
5. Силовой расчёт приводной станции

Эскизный проект

10. Выбор материалов зубчатой (червячной) передачи. Определение допускаемых напряжений
11. Расчёт зубчатых (червячных) передач редукторов
12. Расчет открытой передачи
13. Расчёт нагрузки валов редуктора
14. Разработка чертежа общего вида редуктора.
15. Проектный расчет валов
16. Предварительный выбор подшипников
17. Расчётная схема валов редуктора
18. Проверочный расчет подшипников

Технический проект

5. Проверочные расчёты:

5.1. Расчет шпоночных соединений

5.2. Проверочный расчет валов

6. Тепловой расчёт редуктора (для червячных редукторов)

7. Разработка сборочного чертежа редуктора

8. Расчёт критерия технического уровня редуктора и вывод о совершенстве конструкции разработанного редуктора.

Чертежи: сборочный чертеж приводной станции, сборочный чертёж редуктора и рабочие чертежи одного из валов, зубчатого (червячного) колеса. литой корпусной детали

Курсовой проект должен быть выполнен студентом только самостоятельно, в противном случае он к его защите не допускается и студенту выдают другой вариант работы для самостоятельного выполнения.

Защита курсового проекта проводится публично перед комиссией, в состав которой обязательно входит преподаватель-руководитель курсового проекта.

Критерии оценки:

100...86 баллов – оценка «отлично» выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по теме курсового проекта, представлены грамотные расчёты, мнение аргументировано, точно определены содержание и составляющие работы. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы. Студент знает и владеет навыком самостоятельной работы по теме работы; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно в соответствии с ЕСКД.

85...76 баллов – оценка «хорошо» выставляется, если проект характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при расчётах объяснении смысла и содержания работы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов.

Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических

ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

75...61 балл – оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих работы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой работе. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании работы, оформлении работы. Допущены отклонения от требований ЕСКД при оформлении чертежей.

60..50 баллов – оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если проект представляет собой пересказанную или полностью переписанную исходную работу без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая проекта. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой работы, в оформлении проекта. Допущены отклонения от требований ЕСКД при оформлении чертежей.

Составитель _____ Е.С. Бронникова

« ____ » _____ 201_ г.