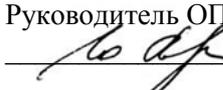




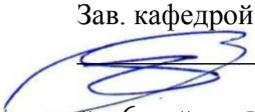
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОП
 Ю.Н. Горчаков
« 6 » июля 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой ТМиТТП
 С.М. Угаев
« 6 » июля 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Детали машин и основы конструирования

Направление подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
Профиль: «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование»
Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5,6
лекции 54 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 20 /пр. 16 /лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.
в том числе с использованием МАО 36 час.
самостоятельная работа 90 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество)
курсовой проект - **6** семестр
экзамен **5** семестр
зачет **6** семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 06.03.2015 № 162

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры транспортных машин и транспортно-технологических процессов, протокол № 11 от «05» июля 2017 г.

Заведующий (ая) кафедрой канд. тех. наук, доцент Угаев С.М.
Составитель: старш. препод. Михненко В.М.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

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

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

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

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

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

Аннотация дисциплины «Детали машин и основы конструирования»

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» разработана для студентов 3 курса направления подготовки **23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы**, профиль: «Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование».

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» входит в базовую часть блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.В.ОД.12).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часа, 5 зачетных единиц. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (54 часа), практические занятия (36 часа), самостоятельная работа студента (90 часов, включая контроль 27 часов). Форма контроля: экзамен. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5,6 семестрах, по дисциплине предусмотрен курсовой проект.

Для освоения изучаемой дисциплины необходимы знания по следующим дисциплинам: математика; физика; начертательная геометрия и инженерная графика; компьютерная графика; метрология, стандартизация и сертификация; материаловедение; теоретическая механика; сопротивление материалов; теория механизмов и машин. Изучаемая дисциплина, в свою очередь, является основой для освоения таких дисциплин, как автомобили и тракторы, самоходные строительные машины, землеройные машины, строительные и дорожные машины, эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных и дорожных машин.

Цель дисциплины состоит в том, чтобы на основе теории и методов научного познания дать будущим специалистам по наземным транспортно-технологическим машинам знания, умения, практические навыки и компетенции по исследованию, проектированию и расчетам деталей и узлов, наземных транспортно-технологических комплексов.

Задачи дисциплины:

- обеспечить необходимые знания конструирования, теории, расчётов деталей и узлов общемашиностроительного применения, которые широко используются в машинах;
- приобретение навыков разработки с использованием информационных технологий и прикладных программ для расчета узлов и агрегатов, конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых наземных транспортно-технологических комплексов.

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

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-7).

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-4 способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач;	Знает	теоретические основы расчетов деталей машин и сборочных единиц машин;
	Умеет	выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или сборочной единицы; обосновать выбор материала для той или иной детали; выбирать оптимальную форму и способ крепления детали.
	Владеет	методами математики и законами естественных и экономических наук при проектировании и расчете деталей машин и сборочных единиц транспортно-технологических машин.
ПК-1 способность в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе	Знает	основы расчета и конструирования деталей и сборочных единиц машин; типовые конструкции деталей и сборочных единиц машин; основы автоматизации расчетов и конструирование деталей и сборочных единиц машин, элементы машинной графики и оптимизации проектирования;
	Умеет	анализировать условия работы конкретных деталей, сборочных единиц и машин, и обосновать основные требования, которым должны они отвечать; выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или сборочной единицы; обосновать выбор материала для той или иной детали; выбирать оптимальную форму и способ крепления детали; определять основные размеры детали; установить степень точности изготовления детали и шероховатость поверхности;
	Владеет	умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации машины, формулировать требования, предъявляемые к деталям и машинам; методами расчета деталей машин; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей; умением оценивать целесообразность применения того

		или иного вида механических передач для заданных конкретных условий.
ПК-2 способность осуществлять информационный поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследования	Знает	основные критерии оценки работоспособности деталей и машин; современные информационные технологии по поиску отдельных агрегатов и систем транспортно-технологических машин
	Умеет	квалифицировано проводить анализ и интерпретацию результатов поиска информации по отдельным агрегатам транспортно-технологических машин
	Владеет	навыками работы на компьютерной технике и методами поиска по отдельным агрегатам наземных транспортно-технологических машин.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Детали машин и основы конструирования» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: мозговой штурм (брейнсторм, мозговая атака) и презентация на основе современных мультимедийных средств.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (54 часа)

5 семестр

МОДУЛЬ 1. Общие вопросы расчета и проектирования деталей машин, узлов и механизмов (8 час.)

Тема 1. Требования к деталям машин, классификация, базовый расчет (4 час.). Предмет и дисциплина «Детали машин и основы конструирования». Общие сведения о деталях машин. Требования к деталям машин. Общие сведения о деталях машин. Требования к деталям машин. Работоспособность и надежность изделий. Проектирование и расчет типовых изделий.

Тема 2. Кинематический расчет приводов (4 час.).

Основные понятия. Силовые и кинематические зависимости. КПД элементов привода. Выбор электродвигателя.

МОДУЛЬ 2. Соединения деталей и узлов машин.

Раздел 1. Неразъемные соединения (8 час.)

Тема 1. Соединения и их классификация. Заклёпочные соединения. Сварные соединения (4 час.).

Определения. Классификация соединений. Заклёпочные соединения и их классификация. Материалы для изготовления заклепок. Расчет на прочность. Сварные соединения. Достоинства и недостатки сварных соединений. Некоторые разновидности технологических процессов получения сварных соединений. Типы швов. Расчет сварных соединений на прочность.

Тема 2. Паяные и клеевые соединения (4 час.).

Паяные соединения. Достоинства и недостатки паяных соединений. Типы припоев. Расчет на прочность паяных соединений. Клеевые соединения. Типы клеев, область применения.

Раздел 2. Разъемные соединения (8 час.)

Тема 1. Классификация разъемных соединений. Резьбовые соединения. (4 час.).

Достоинства и недостатки резьбовых соединений. Типы резьб. Силы в резьбовом соединении. КПД винтовой пары. Стопорение резьбовых соединений. Прочностной расчет резьбовых соединений. Расчетные схемы и формулы.

Тема 2. Шпоночные соединения. Шлицевые соединения. Профильные, призматические и фрикционные соединения (4 час.).

Классификация шпоночных соединений. Достоинства и недостатки шпоночных соединений. Прочностные расчеты шпоночных соединений. Шлицевые соединения. Преимущества соединений и расчет. Расчет шлицевых соединений. Профильные, призматические и фрикционные соединения.

МОДУЛЬ 3. Механические передачи

Раздел 1. Классификация передач. Ременные и цепные передачи (12 час.)

Тема 1. Ременные передачи (6 час.).

Общие сведения о передачах и классификация механических передач вращательного движения. Классификация ременных передач. Силовые соотношения в ременной передаче. Кинематика ременной передачи. Особенности конструкции, работы и расчета клиноременных и поликлиноременных передач.

Тема 2. Цепные передачи (6 час.).

Конструктивные особенности цепных передач. Достоинства и недостатки цепных передач. Классификация цепей, применяемых в промышленности. Основные геометрические соотношения в цепной передаче. Кинематика цепной передачи. Динамика и расчет цепной передачи.

6 семестр

Раздел 2. Зубчатые и червячные передачи (4 час.)

Тема 1. Зубчатые передачи (2 час.).

Общие сведения о зубчатых передачах. Достоинства и недостатки зубчатых передач. Классификация зубчатых передач. Конструктивные (геометрические) параметры цилиндрических зубчатых передач. Передачи с эвольвентным зацеплением. Основные параметры эвольвентных конических зубчатых передач. Циклоидальное зацепление. Цевочное зацепление. Передачи Новикова.

Тема 2. Червячные передачи (2 час.)

Определение и классификация червячных передач. Геометрия, кинематика и динамика червячных передач. Материалы и изготовление червячных передач. Критерии работоспособности и допускаемые напряжения в червячных передачах. Прочностной и тепловой расчеты червячных передач.

Раздел 3. Планетарные и волновые передачи (4 час.)

Тема 1. Планетарные передачи (2 час.).

Конструктивные особенности планетарных передач. Варианты передаточных отношений простого планетарного ряда. Достоинства и недостатки планетарных передач. Особенности проектирования и расчета планетарных передач (условие соседства, условие соосности).

Тема 2. Волновые передачи (2 час.).

Виды волновых передач. Конструкция и работа. Проектный и проверочный расчеты.

МОДУЛЬ 4. Поддерживающие и несущие детали механизмов и машин

Раздел 1. Валы и оси (4 час.)

Тема 1. Назначение валов и осей, классификация, материалы (2 час.).

Основные определения. Классификация валов и осей. Конструктивные элементы валов. Материалы для изготовления валов и осей, термическая и механическая обработка.

Тема 2. Критерии работоспособности и расчет валов и осей(2 час.).

Критерии работоспособности и расчет валов и осей. Проектный и проверочный расчеты. Уточненный расчет валов. Расчет валов на колебания.

Раздел 2. Подшипники скольжения и подшипники качения (6 час.)

Тема 1. Подшипники скольжения (2 час.).

Классификация подшипников. Достоинства и недостатки подшипников скольжения. Виды трения и применяемые смазки в подшипниках скольжения (гидростатическая и гидродинамическая). Проектный расчет и выбор подшипников.

Тема 2. Подшипники качения (2 час.).

Общие сведения, условия работы и критерии работоспособности подшипников качения. Достоинства и недостатки подшипников качения. Классификация подшипников качения. Материалы для изготовления элементов подшипников качения. Подбор, посадки, крепление и смазка подшипников качения. Критерии работоспособности.

Раздел 3. Корпуса, смазка, уплотнения. Муфты (2 час.).

Тема 1. Корпусные детали. Муфты (2 час.).

Корпуса агрегатов и корпусные детали. Классификация корпусных деталей. Материалы корпусных деталей. Требования к литым деталям. Основные критерии работоспособности. Классификация муфт. Муфты постоянного соединения. Методика подбора стандартных муфт. Муфты сцепные. Муфты автоматические.

Тема 2. Смазка и уплотнения (2 час.).

Виды смазывания. Уплотняющие устройства и классификация уплотнений. Сальниковые, манжетные, бесконтактные уплотнения.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

(36 часа)

5 семестр

Занятие 1. Расчет заклепочных соединений (2 час.).

1. Знакомство с методикой расчета плотных и прочноплотных заклепочных соединений. Разбор примера решения задачи по расчету плотных заклепочных швов.
2. Определение диаметра и количества заклепок в соединении встык.

Занятие 2. Расчет сварных соединений (2 час.).

1. Проверка прочности сварного соединения.
2. Расчет длины шва сварного соединения.

Занятие 3. Расчет резьбовых соединений (2 час.).

1. Силы в резьбовом соединении.
2. Прочностной расчет резьбовых соединений.
3. Расчетные схемы и формулы.

Занятие 4. Расчет шпоночных соединений (2 час.).

1. Расчет необходимой длины шпонки.
2. Проверка штифта на срез.
3. Расчет и проверка сегментных и призматических шпонок.

Занятие 5. Кинематический расчет привода (2 час.).

1. Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями.
2. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Занятие 6, 7. Расчет ременных передач (2 час.).

1. Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями.
2. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Занятие 8, 9. Расчет цепных передач (2 час.).

1. Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями.
2. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

6 семестр

Занятие 10, 11. Расчет цилиндрических прямозубых и косозубых передач (2 час.).

1. Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями.
2. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Занятие 12, 13, 14. Расчет конических передач (2час.).

1. Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями.
2. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Занятие 15, 16, 17. Расчет червячных передач (2час.).

1. Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями.
2. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Занятие 18. Тепловой расчет редуктора (2 час.).

1. Расчет тепловой цилиндрического редуктора.
2. Расчет тепловой конического редуктора.
3. Расчет тепловой червячного редуктора.

Занятие 10, 20. Проектный и уточненный расчет валов (2 час.).

1. Проектный расчет валов.
2. Уточненный расчет валов.

Занятие 21. Выбор посадок на рабочих чертежах (2 час.).

1. Выбор посадок цилиндрических сопряжений.
2. Выбор допусков корпусных деталей.

Занятие 22, 23. Расчет корпусных деталей (2 час.).

3. Расчет корпуса редуктора
4. Расчет крышки редуктора

Занятие 24. Спецификация сборочного чертежа (2час.).

1. Порядок оформления и размещения спецификации.
2. Основы оформления спецификаций по ЕСКД

Занятие 25, 26. Защиты курсовых проектов (2 час.).

1. Порядок представления курсового проекта к защите.
2. Публичная защита проекта.

Занятие 27. Заключительное занятие (2 час.)

1. Подведение итогов балльно-рейтинговой системы в группе.
2. Оформление зачета.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

III. ТЕМАТИКА И ПЕРЕЧЕНЬ КУРСОВЫХ РАБОТ И РЕФЕРАТОВ

Тема курсового проекта: «**Проектирование одноступенчатого редуктора привода**». Выполняется в 6 семестре.

Отзывы и рецензии на курсовой проект не предусмотрены.

Объем курсовой проекта: графическая часть – 2 листа формата А1 (сборочный чертеж редуктора); 3 листа формата А3 (чертежи деталей редуктора); текстовая часть – пояснительная записка.

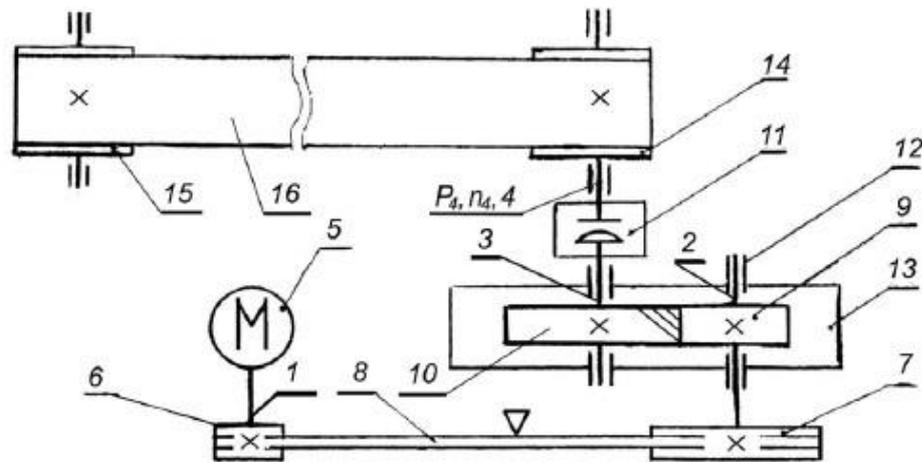
При выполнении курсовой работы используется учебное пособие: Егоров Д.К. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие / Д.К. Егоров и др. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2011. – 260 с.

Тематика курсовых проектов и типовые задания на проектирование:

Задание 1. Объект для выполнения расчётов – привод ленточного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, одноступенчатый цилиндрический редуктор с косозубыми колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 36000 часов, привод реверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя. Мощность P_4 кВт, передаваемая муфтой при частоте её вращения n_4 1/мин приводится в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,8	1,8	2,5	2,5	3,5	3,5	1,8	2,5	3,3	5,0
n_4 , 1/мин	100	80	100	80	80	90	90	70	60	70



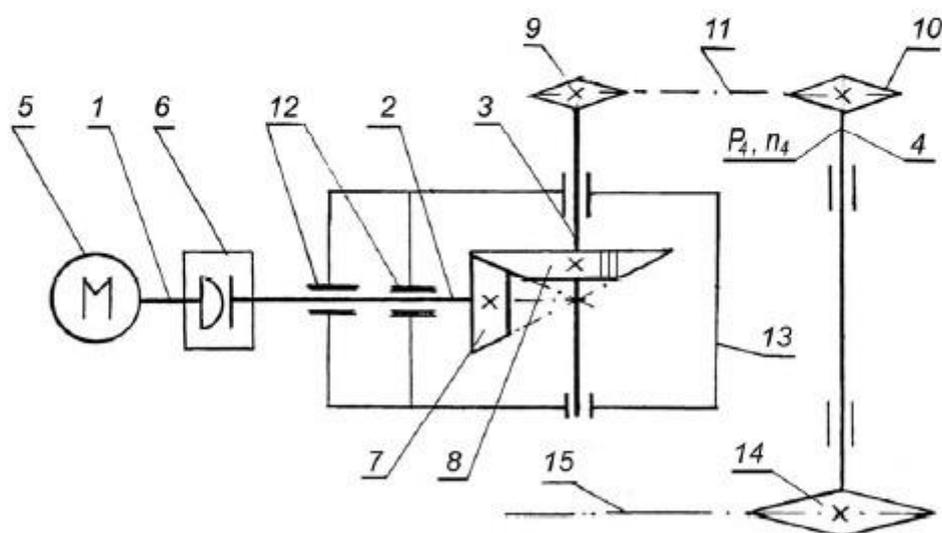
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6, 7 – соответственно ведущий и ведомый шкивы клиноременной передачи; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – соответственно ведущее и ведомое косозубые колёса редуктора; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14, 15 – барабаны конвейера соответственно ведущий и ведомый; 16 – лента конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 2. Объект для выполнения расчётов – привод подвесного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, одноступенчатый редуктор с прямыми коническими колёсами и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки не превышают двукратную номинальную нагрузку. Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин приводятся в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,9	2,5	3,5	4,8	4,8	4,8	2,5	3,4	4,5	4,8
n_4 , 1/мин	55	65	75	80	90	70	60	60	60	50



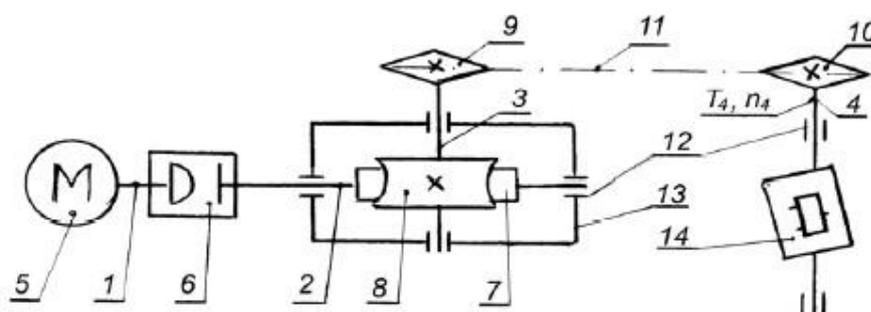
1 – вал электродвигателя; 2 – вал редуктора ведущий; 3 – вал редуктора ведомый; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – конические колёса редуктора; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14, 15 – соответственно звёздочка и цепь подвесного конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 3. Объект для выполнения расчётов – привод галтовочного барабана, содержащий асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, червячный редуктор и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 36000 часов. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя. Крутящий момент T_4 Н·м, передаваемый на вал галтовочного барабана, и частота вращения этого вала n_4 1/мин даны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_4 , Н·м	200	200	200	300	300	300	400	400	400	500
n_4 , 1/мин	30	25	20	30	25	20	30	25	20	30



1 – вал электродвигателя; 2 – вал редуктора ведущий; 3 – вал редуктора ведомый; 4 – вал галтовочного барабана; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7 – червяк; 8 – колесо червячное; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звездочки цепной передачи; 11 – цепь; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан галтовочный.

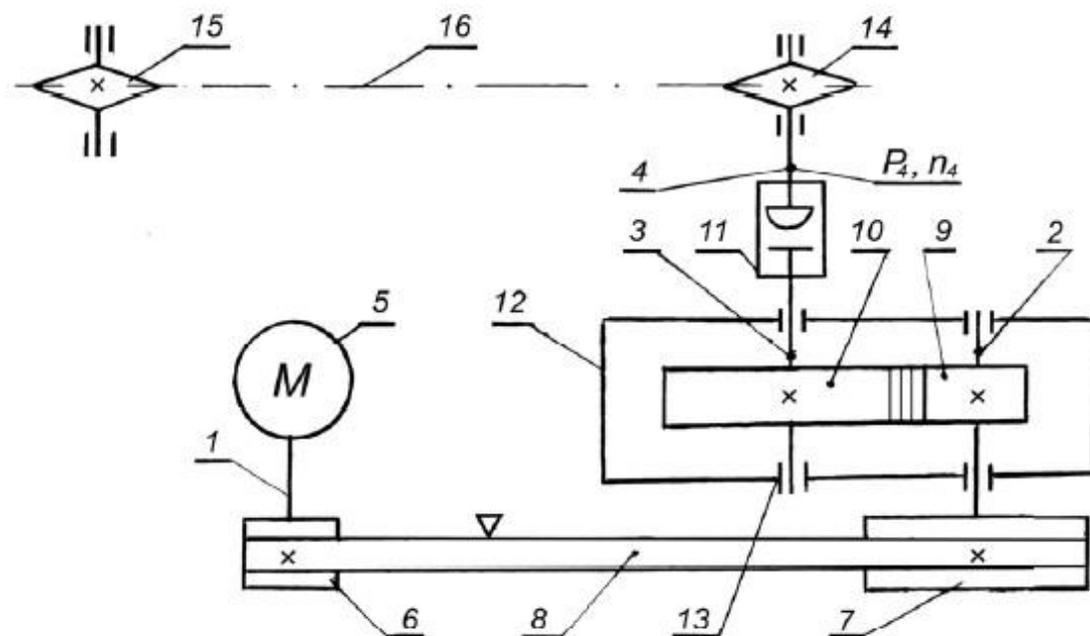
Рисунок 1 – Схема привода

Примечание – Металлические детали, изготовленные штамповкой, нуждаются в удалении заусенцев и окалины, в скруглении острых кромок. Поэтому мелкие детали, например шайбы, обрабатывают после штамповки в галтовочных барабанах, где они при медленном вращении пересыпаются, взаимно трутся и в результате приобретают нужное качество.

Задание 4. Объект для выполнения расчётов – привод цепного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, одноступенчатый редуктор с прямозубыми цилиндрическими колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки превышают номинальную нагрузку не более, чем в 2 раза. Мощность P_4 кВт, передаваемая муфтой на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин даны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	6,5	4,8	3,5	2,6	1,9	6,5	4,8	3,5	2,6	1,9
n_4 , 1/мин	90	80	70	60	50	80	70	60	50	40



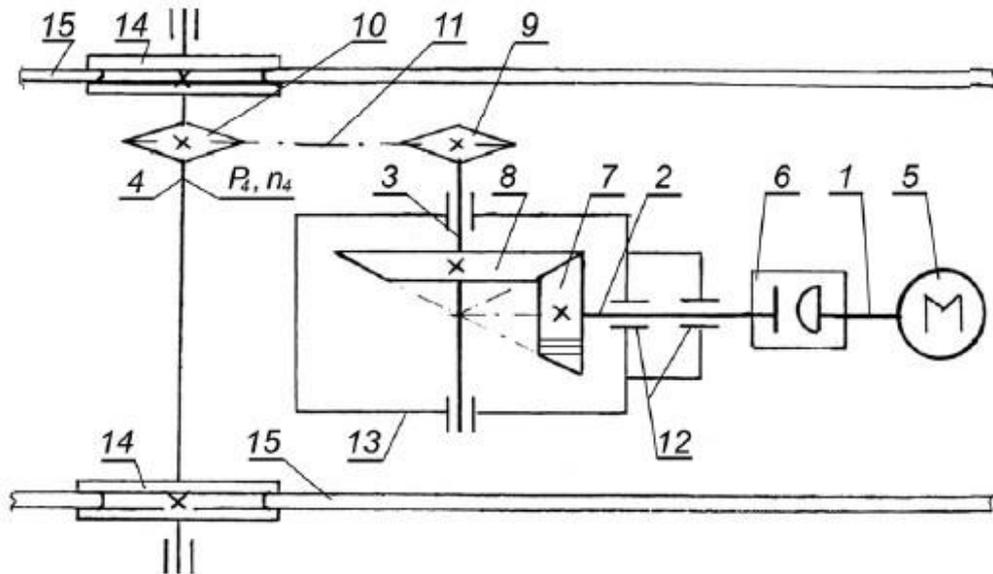
1 – вал электродвигателя; 2 – вал редуктора быстроходный; 3 – вал редуктора тихоходный; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6, 7 – шкивы клиноременной передачи; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – колёса прямозубые; 11 – муфта компенсирующая; 12 – корпус редуктора; 13 – подшипники; 14, 15 – звёздочки цепного конвейера; 16 – цепь конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 5. Объект для выполнения расчётов – привод ведущих колёс тележки мостового крана. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, конический одноступенчатый редуктор с прямозубыми колёсами и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 10 лет при двухсменной работе. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки не превышают двукратную номинальную нагрузку. Крутящий момент T_4 Н·м, передаваемый на вал ведущих колёс тележки, и угловая скорость вращения этого вала ω_4 рад/с указаны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_4 , Н·м	300	300	400	400	500	500	600	600	500	400
ω_4 , рад/с	4,18	5,23	4,18	5,76	6,80	5,23	6,80	7,33	6,80	5,23



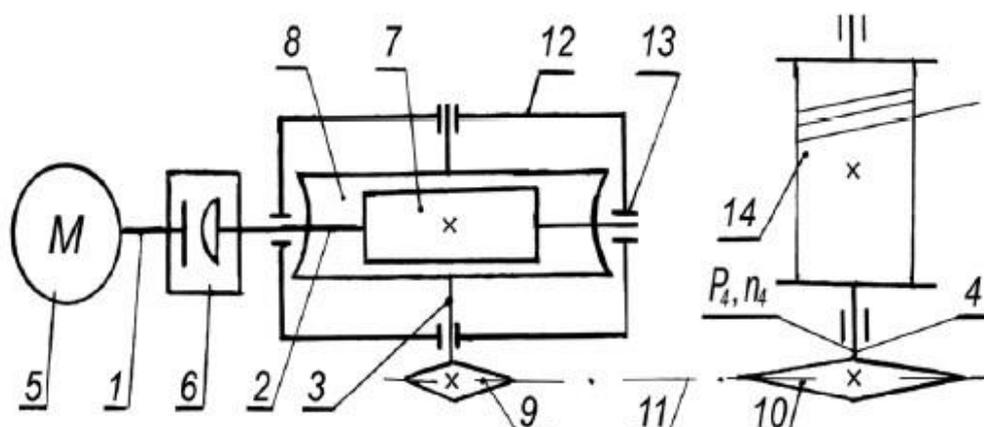
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал ведущих колёс тележки; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – соответственно ведущее и ведомое конические прямозубые колёса редуктора; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – колесо ведущее тележки; 15 – рельс.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 6. Объект для выполнения расчетов – привод барабана лебёдки. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, червячный редуктор и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 20000 часов. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки превышают номинальную нагрузку не более, чем в 2 раза. Крутящий момент T_4 Н·м, передаваемый на вал барабана лебёдки, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_4 , Н·м	1000	1000	1000	800	800	800	600	600	600	600
n_4 , 1/мин	30	25	32	30	25	20	30	25	20	40



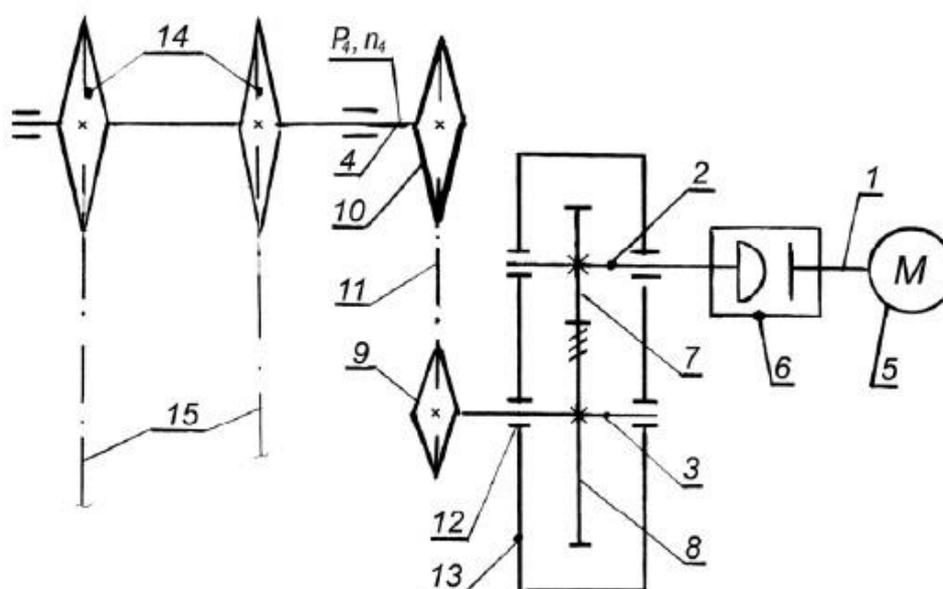
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал барабана лебёдки; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7 – червяк; 8 – колесо червячное; 9, 10 – звёздочки ведущая и ведомая соответственно; 11 – цепь; 12 – корпус редуктора; 13 – подшипник; 14 – барабан лебёдки.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 7. Объект для выполнения расчётов – привод цепного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, одноступенчатый редуктор с косозубыми цилиндрическими колёсами и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 24000 часов. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя. Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал элеватора, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,20	1,70	2,40	3,20	4,40	1,20	1,70	2,40	3,20	4,40
n_4 , 1/мин	50	60	60	70	80	60	70	80	80	90



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал ведущий цепного конвейера; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – соответственно ведущее и ведомое косозубые колёса редуктора; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь приводная; 12 – подшипник; 13 – корпус редуктора; 14 – звёздочки цепного конвейера; 15 – цепи цепного конвейера.

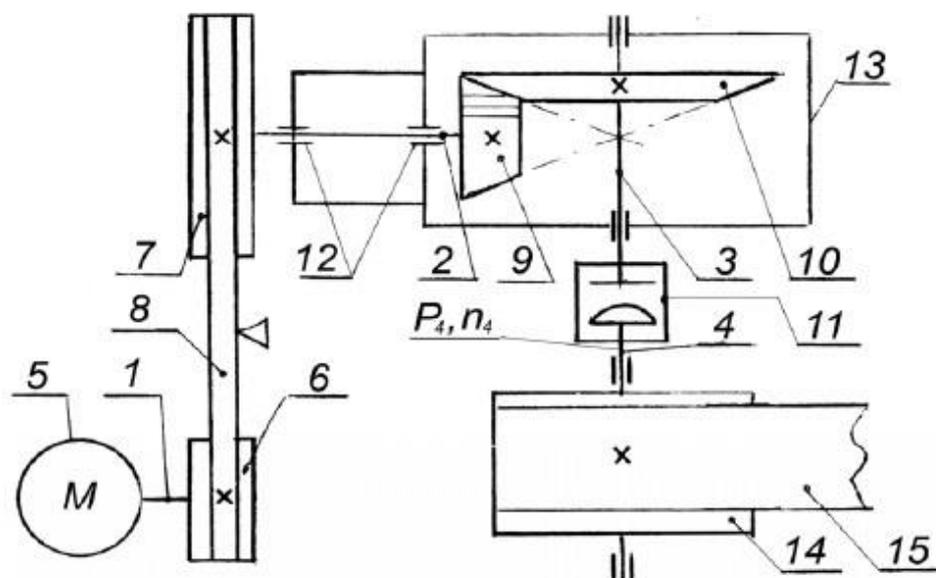
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 8. Объект для выполнения расчётов – привод ленточного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, конический редуктор с прямозубыми колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя.

Мощность P_4 кВт, передаваемая муфтой на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин приведены в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,2	1,8	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	2,4	1,8	1,2
n_4 , 1/мин	60	90	100	100	80	70	90	60	70	70



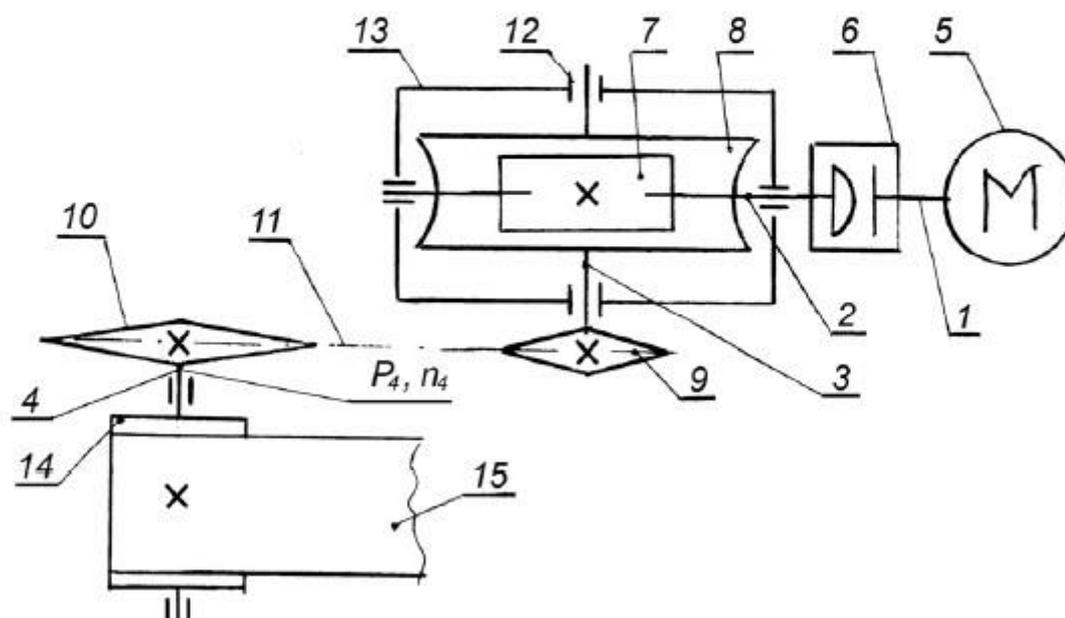
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6, 7 – соответственно ведущий и ведомый шкивы клиноременной передачи; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – соответственно ведущее и ведомое конические прямозубые колёса редуктора; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан ведущий конвейера; 15 – лента конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 9. Объект для выполнения расчётов – привод ленточного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, червячный редуктор и цепную передачу. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки не более 50% от номинальной нагрузки. Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	0,8	1,0	1,6	2,1	2,8	2,8	2,1	1,6	1,0	0,8
n_4 , 1/мин	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7 – червяк; 8 – колесо червячное; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь приводная; 12 – подшипник; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан конвейера приводной; 15 – лента конвейера.

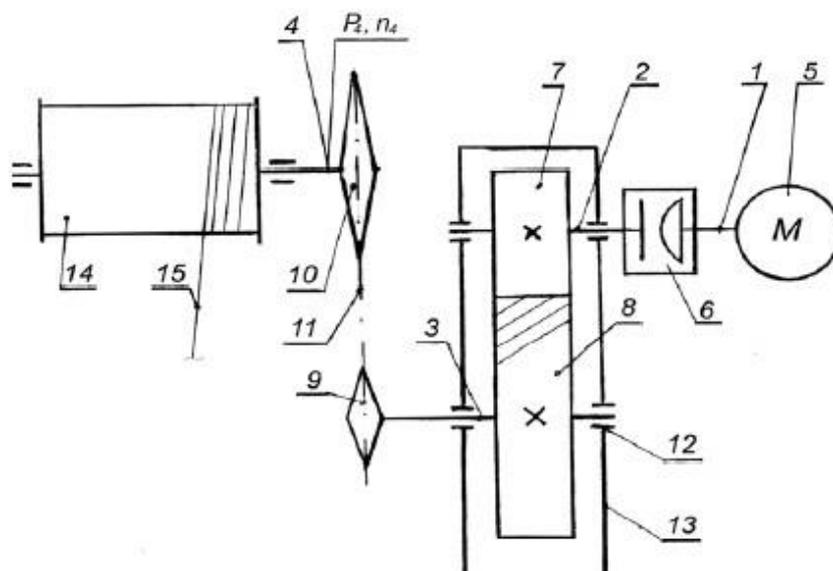
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 10. Объект для выполнения расчётов – привод барабана лебёдки. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, одноступенчатый редуктор с косозубыми цилиндрическими колёсами и цепную передачу. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Срок службы редуктора 10 лет при односменной работе. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя.

Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин приведены в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,3	1,9	2,5	3,4	4,5	4,7	3,5	2,6	1,9	1,3
n_4 , 1/мин	50	60	70	50	60	70	70	60	50	60



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал барабана лебёдки; 5 – электродвигатель асинхронный; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – колёса косозубые цилиндрические ведущее и ведомое соответственно; 9, 10 – звёздочки цепной передачи ведущая и ведомая соответственно; 11 – цепь приводная; 12 – подшипник; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан лебёдки; 15 – канат.

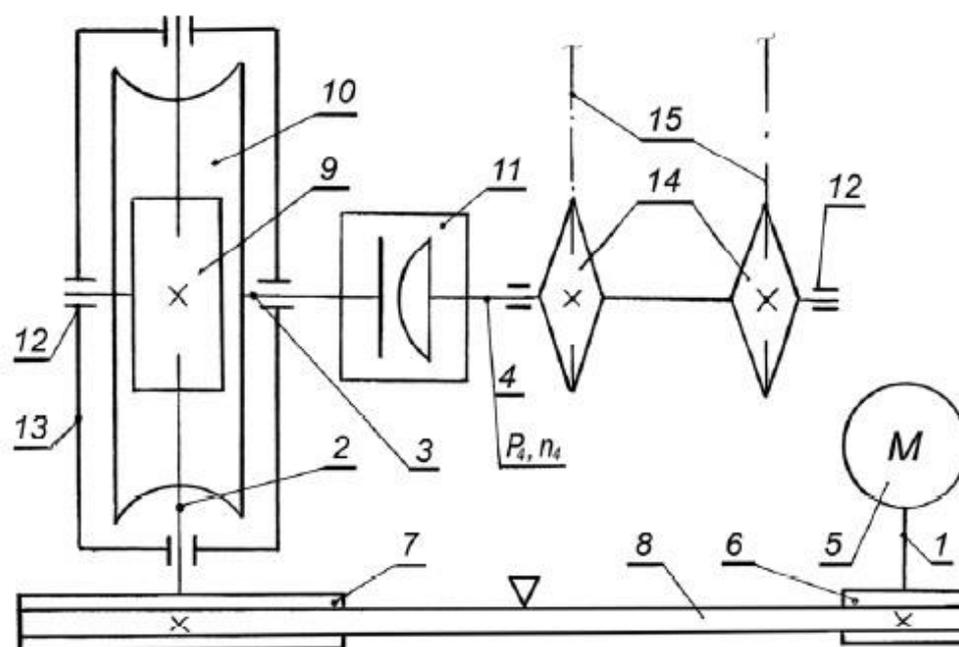
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 11. Объект для выполнения расчётов – реверсивный привод цепного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, червячный редуктор и компенсирующую муфту. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Срок службы редуктора 24000 часов. Кратковременные перегрузки не превышают двукратную номинальную нагрузку.

Крутящий момент T_4 Н·м, передаваемый на вал конвейера и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_4 , Н·м	200	200	200	300	300	300	400	400	400	500
n_4 , об/мин	30	25	20	30	25	20	30	25	20	30



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал галтовочного барабана; 5 – электродвигатель; 6, 7 – шкивы клиноременной передачи соответственно ведущий и ведомый; 8 – ремень клиновой; 9 – червяк; 10 – колесо червячное; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – звёздочки цепного конвейера; 15 – цепи.

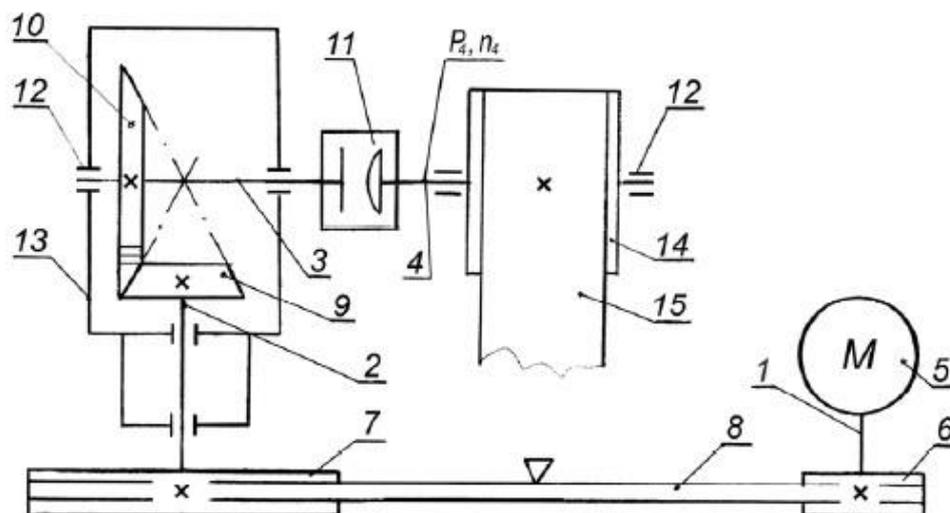
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 12. Объект для выполнения расчётов – реверсивный привод ленточного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, одноступенчатый редуктор с прямозубыми коническими колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Срок службы редуктора 24000 часов. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя.

Мощность P_4 кВт, передаваемая муфтой на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,8	1,3	1,8	2,5	3,5	3,5	2,5	1,8	1,3	1,8
n_4 , 1/мин	50	50	55	55	60	70	65	60	60	65



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель асинхронный; 6, 7 – шкивы клиноременной передачи соответственно ведущий и ведомый; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – колёса прямозубые конические ведущее и ведомое соответственно; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан ленточного конвейера; 15 – лента конвейера.

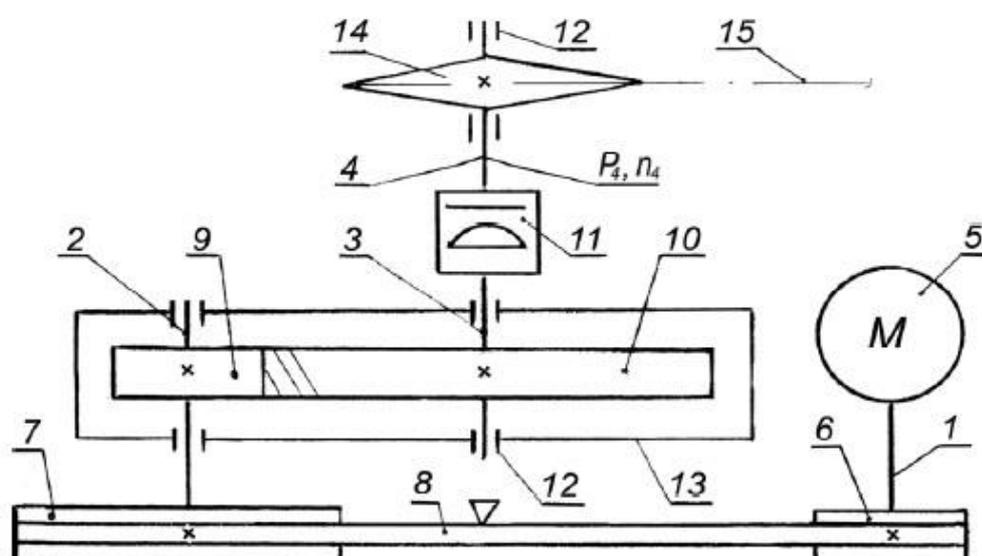
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 13. Объект для выполнения расчётов – привод цепного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, одноступенчатый цилиндрический редуктор с косозубыми колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Привод нереверсивный. Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной односменной работе. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя.

Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал цепного конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт,	1,9	2,6	3,5	4,7	1,9	2,6	3,5	4,7	1,9	2,6
n_4 , 1/мин	60	95	120	120	50	80	100	100	40	50



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал ведущий цепного конвейера; 5 – электродвигатель асинхронный; 6, 7 – шкивы клиноременной передачи ведущий и ведомый соответственно; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – соответственно ведущее и ведомое колёса редуктора; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – звёздочка цепного конвейера; 15 – цепь конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА Формы и методы для текущего контроля

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	МОДУЛЬ 1. Общие вопросы расчета и проектирования деталей машин, узлов и механизмов (8 час.)	ОПК-4	<i>знает:</i> общие сведения о деталях машин и истории развития их конструкций; порядок проектирования машин; основные критерии оценки работоспособности деталей и машин в целом	собеседование УО-1	экзамен вопросы: 1, 2, 3
			<i>умеет:</i> анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновать основные требования, которым должны они отвечать	УО-1– собеседование РГЗ	экзамен вопросы: 2, 3 Задание № 5
			<i>владеет:</i> умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации машины, формулировать требования, предъявляемые к деталям и машинам		
2	МОДУЛЬ 2. Соединения деталей и узлов машин.	ПК-1	<i>знает:</i> основы расчета и конструирования деталей и узлов машин; типовые конструкции деталей и узлов машин	собеседование УО-1	экзамен вопросы: 4-29
			<i>умеет:</i> выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или узла	УО-1– собеседование РГЗ	экзамен вопросы: 4-29
			<i>владеет:</i> методами расчета деталей машин; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей;		
3	МОДУЛЬ 3. Механические передачи	ПК-2	<i>знает:</i> основы автоматизации расчетов и конструирования деталей и узлов машин, элементы машинной графики и оптимизации проектирования;	собеседование УО-1	зачет вопросы: 4-28 Задание № 1, 2, 3, 4

			<i>умеет:</i> обосновать выбор материала для той или иной детали	УО-1– собеседо- вание РГЗ РГЗ Курсовой проект	Темы курсового проекта. Вопросы к зачету с 26 по46 Темы РГЗ Вопросы к зачету
			<i>умеет:</i> обосновать выбор материала для той или иной детали		
4	МОДУЛЬ 4. Поддержи- вающие и несущие де- тали меха- низмов и машин	ПК-2	<i>знает:</i> основы расчета и конструиро- вания деталей и узлов машин; типо- вые конструкции деталей и узлов ма- шин	собеседо- вание УО-1	экзамен вопросы: 4-28 Задание № 1, 2, 3, 4
			<i>умеет:</i> выбирать оптимальную форму и способ крепления детали; опреде- лять основные размеры детали; уста- новить степень точности изготовления детали и шероховатость поверхности	УО-1– собеседова- ние Курсовой проект	Темы курсового проекта. Вопросы к зачету с 26 по46
			умением оценивать целесообразность применения того или иного вида ме- ханических передач для заданных конкретных условий		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) 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.

VI. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Гулиа, Н.В. Детали машин [Электронный ресурс]: учебник / Н.В. Гулиа, В.Г. Клоков, С.А. Юрков. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 416 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=5705
2. Детали машин и основы конструирования: учебник для бакалавров: учебник для вузов по направлениям подготовки и специальностям высшего профессионального образования в области техники и технологии / [Г. И. Роцин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева и др.]; под ред. Г. И. Роцина, Е. А. Самойлова; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва: Юрайт, 2013, 415с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:693277>
3. Детали машин: учебник для вузов / М.Н. Иванов, В. А. Финогенов. – М.: Абрис, 2013. – 403с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:784650>

4. Детали машин. Основы теории, расчета и конструирования: Учебное пособие / В.П. Олофинская. – М.: ФОРУМ: НИЦ ИНФРА–М, 2015. – 72 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Znanium:Znanium-67542&theme=FEFU>
5. Д. К. Егоров. Курсовое проектирование деталей машин. Уч. пособие. Вл-к., изд-во ДВГТУ, 2011. - 259 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:425921&theme=FEFU>
6. Лебедев В. А. Технология машиностроения. Уч. пособие для вузов. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. - 361 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:419210&theme=FEFU>
7. Л. В. Лебедев. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Уч. пособие - Старый Оскол: ООО ТНТ, 2009. - 423 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:382526&theme=FEFU>
8. Михайлов А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств. Уч. пособие. - Ст. Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2011. - 335 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:667135&theme=FEFU>
9. Тюняев А. В. Детали машин [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Тюняев А. В., Звездаков В. П., Вагнер В. А. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 732 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5109
10. Чернилевский, Д.В. Детали машин и основы конструирования. Учебник для вузов [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — М.: Машиностроение, 2012. — 672 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5806

Дополнительная литература

1. Андреев, В.И. Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Андреев,

И.В. Павлова. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2013. — 352 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12953

2. Атлас конструкций узлов и деталей машин / под ред. О.А. Ряховского. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 400 с.

<http://elibrary.ru/item.asp?id=25070468>

3. Детали машин: Атлас конструкций/ Под ред. Д.Н. Решетова. - М.: Машиностроение, 2005.

4. Детали машин/ Под ред. О.А. Ряховского. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007.

5. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. - М.: Высшая школа, 2007

6. Егоров Д.К., Егоров К.А., Зиборов С.Н., Огнев Ю.Ф., Глушко Е.В. Проектирование деталей машин: Учеб.пособие.- Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008.-244с.

7. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин. - М.: Высшая школа, 2009.

8. Иосикевич Г.Б. Детали машин. - М.: Высшая школа, 2008.

9. Кудрявцев В.Н. Курсовое проектирование деталей машин. - М.: Машиностроение, 2007.

10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования: учебник для вузов. – СПб: Лань, 2006. - 656 с.http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=809

11. Дмитриев В.А., Немыткин С.А. Расчет приспособлений на точность: учебное пособие. - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. - 90 с. <http://window.edu.ru/resource/021/77021>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY проект РФФИ
www.elibrary.ru

2. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности
www.sci-innov.ru

3. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru
4. Полнотекстовая база данных ГОСТов, действующих на территории РФ <http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>
5. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>
6. Компания ОАО «КАМАЗ» <http://www.kamaz.ru/production/serial/>
7. Компания TOYOTA-ENGINE <http://toyota-engine.ru/>
8. Компания ОАО «МАЗ» «Минский автомобильный завод» <http://maz.by/>
9. ОАО «Завод имени И.А. Лихачева» <http://www.amo-zil.ru/>
10. Группа ГАЗ <http://www.gaz.ru/>; <http://azgaz.ru/>; <http://gazgroup.ru>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word), программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы:

1. ЭБС ДВФУ - <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>;
2. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>;
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;
4. Электронно-библиотечная система издательства "Лань" - <http://e.lanbook.com/>;
5. Электронная библиотека "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>;
6. Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/>;
7. Информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам" - <http://window.edu.ru/>;
8. Доступ к Антиплагиату в интегрированной платформе электронного обучения Blackboard ДВФУ - <https://bb.dvfu.ru/>;
9. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ - <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>;

10. Доступ к расписанию
https://www.dvfu.ru/schools/school_of_arts_culture_and_sports/student/the-schedule-of-educational-process/;

11. Рассылка писем <http://mail.dvfu.ru/>

VII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения промежуточных и итоговых контрольных испытаний студенту рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

1. Самостоятельно определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы.
2. Регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы.
3. Согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины.
4. По завершении отдельных тем передавать выполненные работы преподавателю.

При успешном прохождении рубежных контрольных испытаний студент может претендовать на сокращение программы промежуточной (итоговой) аттестации по дисциплине.

Рекомендуемая последовательность действий студента

(«сценарий изучения дисциплины»)

Сценарий изучения дисциплины «Двигатели внутреннего сгорания» строится на основе учета нескольких важных моментов:

- большой объем дополнительных источников информации;
- разброс научных концепций, точек зрения и мнений по всем вопросам содержания;
- большой объем нормативного материала, подлежащий рассмотрению;
- существенно ограниченное количество учебных часов, отведенное на изучение дисциплины.

В связи с названными проблемами обучение строится следующим образом. На лекциях преподаватель дает общую характеристику рассматриваемого вопроса, различные научные концепции или позиции, которые есть по данной теме. Во время лекции рекомендуется составлять конспект, фиксирующий основные положения лекции и ключевые определения по пройденной теме. Во время лекционного занятия необходимо фиксировать все спорные моменты и проблемы, на которых останавливается преподаватель. Потом именно эти аспекты станут предметом самого пристального внимания и изучения на практических занятиях.

При подготовке к практическому занятию обязательно требуется изучение дополнительной литературы по теме занятия. Без использования нескольких источников информации невозможно проведение дискуссии на занятиях, обоснование собственной позиции, построение аргументации. Если обсуждаемый аспект носит дискуссионный характер, следует изучить существующие точки зрения и выбрать тот подход, который вам кажется наиболее верным. При этом следует учитывать необходимость обязательной аргументации собственной позиции. Во время практических занятий рекомендуется активно участвовать в обсуждении рассматриваемой темы, выступать с подготовленными заранее докладами и презентациями, принимать участие в выполнении контрольных работ.

Работа с литературой.

Овладение методическими приемами работы с литературой - одна из важнейших задач студента. Работа с литературой включает следующие этапы:

1. Предварительное знакомство с содержанием;
2. Углубленное изучение текста с преследованием следующих целей: усвоить основные положения; усвоить фактический материал; - логическое обоснование главной мысли и выводов;
3. Составление плана прочитанного текста. Это необходимо тогда, когда работа не конспектируется, но отдельные положения могут пригодиться на занятиях, при выполнении курсовых, дипломных работ, для участия в научных исследованиях.
4. Составление тезисов.

Рекомендации по изучению разделов курса

Основное условие надлежащего усвоения материала дисциплины – самостоятельная работа с рекомендуемой литературой. Приступая к изучению каждой темы, прежде всего надо ознакомиться с ее содержанием и просмотреть соответствующие разделы учебника или учебного пособия, чтобы иметь представление о круге вопросов, подлежащих изучению, и объеме материала. Для лучшего запоминания и усвоения материала нужно составлять краткий конспект по каждой теме. Конспект должен содержать перечень вопросов по теме, основные положения, определения, выводы формул и необходимый иллюстративный материал (схемы, графики и т. п.). Краткий конспект будет полезен при повторении материала и подготовке к экзамену. После изучения темы по учебнику рекомендуется воспроизвести по памяти определения, выводы формул, схемы, последовательность расчета и т. п. Вопросы для самопроверки, приведенные по каждому разделу или теме, помогут в закреплении изученного материала. Ниже изложены рекомендации по изучению отдельных разделов программы.

1. Критерии работоспособности и расчета деталей машин

При изучении этой темы рекомендуем ознакомиться с требованиями к деталям машин, с применяемыми материалами и такими понятиями, как работоспособность, технологичность, экономичность и т. д. Затем следует изучить критерии работоспособности деталей машин, методы их оценки и расчеты деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость, теплостойкость и вибростойкость. При этом особое внимание необходимо уделить вопросам расчета пределов выносливости в зависимости от режимов и моделей нагрузок, выбору допускаемых напряжений и определению коэффициентов запаса прочности.

Вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к деталям машин?
2. Какими путями достигается снижение стоимости машин при их проектировании и изготовлении?
3. Какие основные материалы применяют в машиностроении?

4. Что представляют собой основные критерии работоспособности деталей машин и каково их значение?
5. В чем сущность расчетов деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость и теплостойкость?
6. Каковы методы определения напряжений и коэффициентов запасов прочности в машиностроении?
7. В зависимости, от каких факторов определяют допускаемые напряжения и коэффициенты запасов прочности в машиностроении?

2. Сварные, паяные и клееные соединения

При изучении сварных соединений основное внимание нужно обратить на следующее: виды соединений и швов, области их применения и расчет; преимущества и недостатки сварных конструкций по сравнению с литыми и клееными. Необходимо также ознакомиться с нормами допускаемых напряжений для сварных швов. Отметим, что, несмотря на большие преимущества, сварные конструкции, вследствие меньшей жесткости и внутренних напряжений в швах, оказываются менее качественными по сравнению с конструкциями из чугунного или стального литья. При изучении паяных и клееных соединений обратите внимание на особенности этих соединений: виды соединяемых материалов, предварительную подготовку поверхностей деталей, расчет на прочность соединений, выбор допускаемых напряжений.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы преимущества сварных соединений по сравнению с клееными?
2. Основные виды сварки и их применение в машиностроении.
3. Каковы типы сварных швов?
4. Как рассчитать стыковые сварные швы?
5. Расчет угловых, лобовых, фланговых и комбинированных сварных швов.
6. Как произвести расчет сварного шва, подверженного действию изгибающего момента?
7. Как рассчитать сварные швы соединений, работающих на сложное сопротивление?

8. Сварные швы и их расчет при переменных нагрузках.
9. Какие материалы можно соединять пайкой и склеиванием?
10. В каких случаях предпочтительнее соединение пайкой?
11. Подготовка деталей к пайке, виды припоев.
12. Расчет паяных и клееных соединений на прочность.
13. Особенности процесса склеивания.

3. Соединения с натягом

Основное внимание при изучении этой темы нужно обратить на следующие вопросы: виды соединений с натягом, особенности технологии их сборки и области применения. Это расчеты цилиндрических соединений с натягом при нагружении осевой силой и крутящим моментом, а также подбор посадки и конструирование соединений с натягом.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы виды соединений с натягом и какими способами их осуществляют?
2. Где применяют соединения с натягом?
3. Как рассчитывают цилиндрические соединения с натягом при нагружении осевой силой и крутящим моментом?
4. В чем разница между расчетным и действительным натягом?

4. Резьбовые соединения

Резьбовые соединения – наиболее распространенный вид разъемных соединений в машиностроении. По данной теме необходимо изучить следующие вопросы: резьбы и их разновидности: ГОСТы на резьбы, области применения отдельных видов резьб; расчет резьбы и подбор ее по ГОСТам; конструкция болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и гаечных замков, их материал; резьбы для болтов; области применения различных болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и гаечных замков и подбор их по ГОСТам; расчет единичных и групповых резьбовых соединений при различных способах их нагружения. Необходимо уяснить разницу в расчетах болтов в зависимости от способа их нагру-

жения при статических нагрузках. Нужно усвоить особенности расчета болтов при действии на них переменных нагрузок и высоких температур. Необходимо ознакомиться с методикой расчета групп болтов при различных видах нагружения. Следует особо обратить внимание на способы увеличения прочности болтов, винтов, шпилек и гаек.

Вопросы для самопроверки

1. Как различают резьбы по назначению и геометрической форме и какие из них стандартизованы?
2. Какие виды резьбы существуют по числу ее заходов и по направлению наклона витков и где они применяются?
3. Почему для болтов применяют треугольную резьбу?
4. Каковы виды метрической резьбы?
5. Почему резьба с крупным шагом имеет преимущественное применение?
6. Когда применяют резьбу с мелкими шагами, а когда круглую, трапецидальную и упорную резьбу?
7. Как рассчитывают резьбу?
8. Как различить болты и винты по форме головок?
9. Болты, винты и шпильки, их назначение и конструкция.

4. Шпоночные, зубчатые (шлицевые) и профильные соединения

В данной теме необходимо усвоить следующие вопросы: конструкция шпонок, шлицевых и профильных соединений; области их применения, подбор шпонок и шлицевых соединений по ГОСТу; способы центрирования шлицевых соединений; расчет шпоночных и шлицевых соединений.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите виды шпонок?
2. Где применяют различные типы шпонок? Из каких материалов их изготавливают? Как определяют их размеры?
3. Как производят проверочный расчет призматических и сегментных шпонок?

4. Каковы различия шлицевых соединений?
5. Каковы преимущества шлицевых соединений по сравнению со шпоночными?
6. Как осуществляют центрирование шлицевых соединений, как их выбирают и рассчитывают?

5. Ременные передачи

Прежде всего, ознакомьтесь с назначением, классификацией и особенностями механических передач. При изучении ременных передач необходимо рассмотреть следующие вопросы: основные виды этих передач и области их применения; материал и конструкция ремней; геометрические, кинематические и силовые зависимости в ременных передачах; расчет ремней по тяговой способности и на долговечность; материал, конструкция и расчет шкивов. Нужно ясно представлять, что между силами натяжения ремня при работе передачи, окружным усилием, коэффициентом трения и углом обхвата меньшего шкива существует взаимозависимость, как и между коэффициентом тяги, и относительным скольжением, и КПД передачи. Следует обратить внимание на определение напряжений в ремне и характер их изменения по длине ремня.

Вопросы для самопроверки

1. Виды ремней и их различия по форме поперечного сечения.
2. Из каких материалов изготавливают ремни?
3. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
4. Каковы достоинства и недостатки ременных передач по сравнению с другими передачами?
5. Определение передаточного числа ременной передачи с учетом проскальзывания ремня.
6. Как определяют силы натяжения ветвей ремня?
7. Определение силы давления на вал со стороны шкива.
8. Влияние на окружное усилие коэффициента трения, угла обхвата шкива и скорости ремня.
9. Расчет ремней на долговечность.

10. Какова методика расчета плоскоременной и клиноременной передач?
11. Как устроены шкивы, и из каких материалов их изготавливают?
12. Почему некоторые шкивы плоскоременных передач имеют выпуклый обод?
13. Каковы допуски скоростей для чугунных и стальных шкивов?

6. Цепные передачи

Данная тема требует знакомства с типами цепей и изучения следующих вопросов: виды цепных передач и области их применения; кинематические и силовые зависимости; определение диаметра звездочек, числа звеньев и длины цепи; проектировочный и проверочный расчет цепей на износостойкость шарниров; нагрузки на валы. Следует выяснить причины неравномерности движения цепи и ее влияние на работу передачи; ознакомиться со способами смазки цепных передач.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы достоинства и недостатки цепных передач и где их применяют?
2. Назовите виды приводных цепей.
3. Где и в каких случаях применяют различные виды цепей?
4. Каковы потери в цепной передаче и чему равен ее КПД?
5. Как смазывают цепные передачи?
6. Из какого материала изготавливают приводные цепи и звездочки?
7. Определение несущей способности цепей и подбор их по ГОСТам.
8. Каков расчет цепи на долговечность?
9. Как определить диаметр начальной окружности звездочки?
10. Чему равна нагрузка на вал цепной передачи?
11. В чем причина неравномерности движения цепи и как это влияет на передаточное число цепных передач?

1. Зубчатые передачи

Прежде всего, следует усвоить основную терминологию ГОСТов на зубчатые передачи. Затем изучить следующие вопросы: виды зубчатых передач и области их применения; кинематика и геометрия передач; материалы, термохимическая обработка колес; критерии работоспособности и расчет цилиндрических зубчатых передач на выносливость по контактным напряжениям и напряжениям на изгиб; особенности расчета конических передач; определение допускаемых напряжений; конструкция зубчатых колес и способы смазки передач.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
2. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
3. Каков стандартный исходный профиль рейки эвольвентного зацепления?
4. Что такое модуль зацепления? Какие модули зацепления различают для косых и шевронных зубьев?
5. Определение диаметров начальной и делительной окружностей зубчатого колеса.
6. Как вычисляют диаметры окружностей вершин и впадин зубчатого колеса?
7. По какому модулю зацепления определяют диаметры делительных окружностей колес с косыми зубьями?
8. Коэффициент перекрытия и его минимальное значение.
9. Каково минимальное число зубьев для колес различных видов зубчатых передач?
10. Понятие коэффициента смещения.
11. Каковы виды смещения эвольвентного зацепления и где они применяются?
12. Каково максимальное передаточное число для одной пары различных видов зубчатых передач?

13. Потери в зубчатой передаче и чему равен ее КПД.
14. Как определить силы давления на валы со стороны колес в различных видах зубчатых передач?
15. Из какого материала изготавливают зубчатые колеса и какие виды термохимической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
16. Какова конструкция различных зубчатых колес?
17. Какие степени точности изготовления зубчатых передач имеют преимущественное распространение в общем машиностроении?
18. Причины выхода из строя зубчатых передач и критерии их работоспособности.
19. Как произвести расчет зубьев по контактным напряжениям и напряжениям на изгиб?
20. По какому модулю зацепления производят расчет на прочность зубьев конических колес?
21. По какому зубчатому колесу производят расчет зубьев на контактную прочность и на изгиб?
22. В чем отличие мультипликатора от зубчатого редуктора?
23. Как различить зубчатые редукторы по числу пар передач, форме колес, форме зубьев и расположению валов?
24. Как производится смазка зубьев колес в редукторах?

2. Червячные передачи

При изучении червячных передач нужно усвоить следующие вопросы: устройство червячных передач; их достоинства, недостатки и области применения; конструкция червяка, червячного колеса и материалы их изготовления. Геометрические, кинематические и силовые зависимости в червячных передачах; расчет червячного колеса на контактную прочность и на изгиб; тепловой расчет червячной передачи; способы смазки и охлаждения червячных передач.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы виды червяков и червячных передач?
2. Почему наиболее распространена червячная цилиндрическая передача с архимедовым червяком?
3. Когда применяют червячную глобоидную передачу?
4. Каковы преимущества и недостатки червячной передачи по сравнению с зубчатой и когда ее применяют?
5. Как определяют КПД червячной передачи?
6. Почему происходит самоторможение червячной передачи?
7. Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса?
8. Чему равно минимальное число зубьев червячного колеса?
9. Как выбирают число заходов червяка?
10. Какие силы действуют на червяк и червячное колесо и как их определяют?
11. Расчет зубьев червячных колес на контактную прочность и изгиб.
12. Какова конструкция современных червячных передач?
13. Как производят смазку червячных передач?
14. Каков тепловой расчет червячных редукторов?

3. Фрикционные передачи и вариаторы

По этой теме нужно изучить следующие вопросы: основные виды фрикционных передач, достоинства, недостатки и области их применения; конструкция и материал колес; расчет передач; фрикционные вариаторы, их основные виды, области применения и расчет.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные виды фрикционных передач и вариаторов?
2. Каковы достоинства и недостатки фрикционных передач?
3. Где применяют фрикционные передачи и вариаторы?
4. Из каких материалов изготавливают колеса фрикционных передач?

5. Какими способами увеличивают трение между колесами фрикционных передач?
6. Как определяют передаточное отношение различных видов передач?
7. Диапазон регулирования вариатора и методы его определения.
8. Как определить силу прижатия колес цилиндрической и конической фрикционных передач?
9. Виды скольжения во фрикционных передачах.
10. Как производят расчет колес фрикционных передач по контактным напряжениям и удельным давлениям?

4. Передачи винт – гайка

По данной теме необходимо изучить особенности и области применения передач винт – гайка; резьбы для винтов и гаек; конструкцию, материал и расчет винтов и гаек.

Вопросы для самопроверки

1. Где применяют передачи винт – гайка? Каковы их достоинства и недостатки?
 2. Как устроены винты и гайки передач?
- Из каких материалов их изготавливают? 3.
- Как определяют КПД передач винт – гайка?
4. Как определить момент, необходимый для вращения винта или гайки?
 5. Как рассчитывают винты передачи?
 6. Что является основной причиной выхода из строя винтов и гаек передач?
 7. В каких случаях винты рассчитывают на устойчивость?
 8. Как определяют основные размеры гайки?

5. Оси и валы

Студенту необходимо знать назначение, конструкцию и материалы осей и валов, цапфы (шпы и шейки) и пяты осей и валов, их разновидности и области применения; расчеты осей и валов на прочность, жесткость и вибростойкость.

Вопросы для самопроверки

1. Ось и вал, в чем разница между ними?
2. Каковы виды осей и валов?
3. Что называют цапфой, шипом, шейкой и пятой?
4. Из каких материалов изготавливают оси и валы?
5. Как рассчитывают оси и валы на статическую прочность, выносливость и жесткость?
6. Случаи расчета валов только на кручение.
7. Что такое критическая частота вращения оси или вала?
8. Как рассчитать критическую частоту вращения оси или вала при поперечных колебаниях?

6. Подшипники скольжения

Прежде всего, ознакомьтесь с основными типами, конструкцией и областями применения подшипников скольжения. Затем изучите материалы вкладышей и корпусов подшипников; условия работы; виды трения и смазки подшипников; условия возникновения гидродинамического режима работы и жидкостного трения; расчеты подшипников скольжения в условиях смешанного и жидкостного трения; тепловой расчет подшипников скольжения.

Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях и где применяют подшипники скольжения?
2. Виды трения в подшипниках скольжения и в чем их особенность?
3. Почему при жидкостном трении режим работы подшипника скольжения самый благоприятный?

4. Какие условия необходимы для образования режима жидкостного трения?
5. Для чего предназначены и как устроены вкладыши подшипников?
6. Из каких материалов изготавливают вкладыши подшипников скольжения?
7. Как рассчитывают подшипники скольжения, работающие при полужидкостном трении?
8. Расчет подшипников скольжения, работающих при жидкостном трении.

13. Подшипники качения

При изучении этой темы нужно сначала ознакомиться с классификацией подшипников качения и их конструкцией, а также областями применения основных типов подшипников. Затем усвоить следующие вопросы: материалы деталей подшипников; смазка подшипников, их монтаж и регулировка; выбор подшипников по динамической и статической грузоподъемностям; расчет подшипников качения на долговечность.

Вопросы для самопроверки

1. Почему подшипники качения получили преимущество в применении?
2. В чем особенность основных типов подшипников качения и где их применяют?
3. Зачем нужен сепаратор в подшипниках?
4. Почему выгоднее вращение внутреннего кольца подшипника?
5. Динамическая и статическая грузоподъемность подшипника.
6. Эквивалентная нагрузка и ее определение.
7. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?
8. Расчет подшипника качения на долговечность.
9. Чем ограничивается предельная частота вращения подшипника?
10. Монтаж и демонтаж подшипников качения.

14. Муфты

При изучении темы следует ознакомиться с классификацией и с основными типами муфт, их конструкцией, особенностями работы и областями применения. Необходимо также научиться подбирать муфты по ГОСТу и производить их проверочные расчеты.

Вопросы для самопроверки

1. Как различают группы муфт по назначению и принципу действия?
2. На какие группы подразделяют постоянные муфты?
3. Устройство втулочной и фланцевой муфт, их применение. Как производят их проверочный расчет?
4. Как устроена кулачково-дисковая муфта, где ее применяют и как производят ее проверочный расчет?
5. Устройство и работа зубчатой муфты, ее подбор по ГОСТу.
6. В чем особенности устройства и работы упругих муфт?
7. Каковы виды упругих муфт?
8. Как устроена упругая втулочно-пальцевая муфта, где ее применяют и как производят ее проверочный расчет?
9. Различные группы сцепных муфт и особенности их работы.
10. Как устроены кулачковые и зубчатые сцепные муфты и где их применяют?
11. Виды фрикционных муфт, их устройство и работа?
12. Особенности расчета дисковых и конических фрикционных муфт.
13. Каковы различия группы автоматических муфт и в чем особенности их работы?
14. Устройство, применение и расчет предохранительных муфт.

15. Пружины

При изучении этого раздела необходимо усвоить назначение пружин, их классификацию по виду нагружения и по форме; области применения отдельных видов пружин; материал пружин; расчет витых пружин растяжения, сжатия и кручения.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего служат пружины?
2. Каковы виды пружин по конструкции?
3. Как различают пружины по виду нагрузки?
4. Где применяют отдельные виды пружин?
5. Из каких материалов изготавливают пружины?
6. Как рассчитывают витые пружины растяжения, сжатия и кручения?

Содержание и объем курсового проекта

В качестве тем для курсовых проектов приняты приводы реальных механизмов и устройств из транспортной отрасли.

Содержание и объем курсового проекта должен быть следующим:

- пояснительная записка (до 30 листов формата А4);
- спецификации (2-3 листа формата А4);
- чертеж общего вида привода (1 лист формата А1);
- сборочный чертеж редуктора (1 лист формата А1);
- рабочие чертежи трех деталей: ведомый вал; колесо, расположенное на ведомом валу; крышка редуктора (1 лист формата А1).

Процесс проектирования по “Деталям машин и ОК” проводится в соответствии со стадиями его выполнения, регламентированными ГОСТ 2.103-68, согласно которому разработку курсового проекта можно разделить на следующие пять основных этапов.

Этап 1. Разработка технического предложения на проектирование изделия при заданной кинематической схеме (ГОСТ 2.118-73). В соответствии с результатами проведенного анализа (знакомство с существующими аналогичными приводами механизмов и устройств) намечаются варианты компоновки механизма.

Этап 2. Разработка эскизного проекта привода (ГОСТ 2.119-73). На этой стадии разрабатываются конструкторские документы, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общие представления об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие его основные параметры и габаритные размеры. К ним относятся межосевые расстояния и модули зубчатых цилиндрических и червячных передач, конусное расстояние и модуль зубчатых конических передач, межосевые расстояния и параметры шкивов и звездочек передач с гибкой связью (ременные и цепные), диаметры валов, типоразмеры подшипников качения и

муфт. Приступить к вычерчиванию необходимо после того, как только предварительный расчет даст достаточно данных для чертежа. Чертеж и расчет должны производиться параллельно, таким образом, чтобы расчет лишь несколько опережал чертеж, иначе неизбежны ошибки, которые могут быть выявлены лишь в последствии, что повлечет за собой большую потерю труда и времени. По данным проектировочных и частично проверочных расчетов и на основании принятого прототипа выполняют окончательный вариант эскизной компоновки (эскизный проект), дающий достаточно полное представление о будущей конструкции.

Этап 3. Разработка технического проекта (ГОСТ 2.120-73) охватывает подробную конструктивную разработку всех элементов оптимального эскизного варианта с внесением необходимых поправок и изменений, рекомендованных при утверждении эскизного проекта. Разрабатывается сборочный чертеж редуктора на формате А1 с необходимым числом видов, разрезов, сечений. В процессе выполнения технического проекта уточняются проверочные расчеты зубчатых, червячных, цепных и ременных передач. Кроме того проводят проверочные расчеты валов, муфт, соединений, а также подшипников качения, температуры нагрева червячного редуктора, объема смазки, производят уточненные расчеты валов.

После разработки сборочного чертежа выполняют чертеж общего вида привода, который должен содержать изображение всех сборочных единиц: редуктора, двигателя, муфты, ременной или цепной передачи, рамы.

Этап 4. Разработка рабочей конструкторской документации является заключительной стадией проектирования конструкторской документации. На этой стадии выполняются рабочие чертежи деталей и составляется спецификация к сборочным единицам.

Этап 5. Оформление курсового проекта. На этом этапе оформляется расчетно-пояснительная записка.

Рекомендуемый порядок выполнения проекта

Работу над проектом рекомендуется выполнять в следующем порядке.

1. Ознакомиться с заданием. Подбор литературы, необходимой для проектирования. Изучение аналогичных конструкций по учебным пособиям, атласам, руководствам и т. п. При этом изучение данных материалов должно сопровождаться составлением эскизов отдельных участков, которые представляют определенный интерес.

2. Определяют общий КПД привода;

3. Определяют частоту вращения исполнительного механизма (если она не задана в задании на проектирование);

4. Предварительно назначают передаточные числа;

5. Определяют потребную мощность электродвигателя и выбирают его по каталогу. Сначала определяют мощность на выходном валу привода рабочей машины, затем частные значения КПД отдельных видов передач и общий КПД привода, на который нужно разделить значение выходной мощности. По каталогу чаще всего приходится выбирать электродвигатель с номинальной мощностью, превышающей расчетную. Чтобы выбрать электродвигатель по

каталогу, необходимо также предварительно определить частоту вращения вала ротора, для чего вычисленная частота вращения выходного вала привода умножается на общее ориентировочное передаточное число привода. Необходимо иметь в виду, что тихоходный электродвигатель, при равной мощности, тяжелее и больше по габаритам, чем быстроходный электродвигатель.

6. Определяют действительное передаточное число привода, разбивают его по ступеням передач и делают полный кинематический расчет привода.

7. Определение мощности, частоты вращения (угловой скорости) и крутящего момента для каждого вала с учетом КПД передачи;

8. Выбор материалов и термообработки;

9. Определение допускаемых напряжений с учетом графика нагрузки;

10. Определение расчетных нагрузок;

11. Определение межосевых (конусных) расстояний и выбор их по ГОСТ 2185-66;

12. Определение модулей зубьев и их выбор по ГОСТ 9563-60;

13. Определение размеров зубчатых и червячных колес, червяка. Выбор диаметра конических колес по ГОСТ 12289-76;

14. Эскизная компоновка редуктора (желательно на миллиметровой бумаге и в масштабе 1:1). Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения. Изменяя материал зубчатых или червячных колес и технологию их изготовления, уточняя и изменяя значения расчетных коэффициентов и передаточных чисел соответствующих ступеней, путем повторных расчетов можно добиться лучшей конструкции рассчитываемых передач.

15. После определения всех геометрических размеров рассчитываемых передач вычисляют усилия, действующие в этих передачах.

16. Производят ориентировочный расчет валов с учетом только передаваемого крутящего момента, предварительно выбирают подшипники, определяют размеров элементов корпуса (толщины стенки и пр.).

17. На первом этапе проектирования выполняют эскизную компоновку основных деталей редуктора (желательно в масштабе 1:1 и на миллиметровой бумаге). При этом вычерчивают в зацеплении все рассчитанные передачи, валы, подшипниковые узлы, размещенные в стенках корпуса, детали, необходимые для предотвращения или ограничения осевого перемещения зубчатых или червячных колес на валах, и устанавливают по рекомендациям учебных пособий или по конструктивным соображениям соответствующие зазоры между торцами передач и внутренней стенкой корпуса, а также между двумя соседними передачами, находящимися на одном валу.

18. Расчет ременной или цепной передачи;

19. Составляют расчетные схемы валов, определяют суммарные реакции их опор с построением эпюр изгибающих и вращающих моментов;

20. Расчет и подбор подшипников по динамической грузоподъемности и делают проверочный расчет валов на статическую прочность и выносливость по опасным сечениям;

21. По окончательно принятым диаметрам валов производится подбор шпонок по сечению (длина их принимается по ширине зубчатых колес) и их проверки на срез и смятие;

22. Уточненный расчет валов с определением коэффициента запаса прочности, который должен быть в пределах $1,5 \dots 2,5 < S < 8 \dots 10$;

23. Определение конструктивных размеров зубчатых и червячных колес, а также корпуса и крышки редуктора;

24. Определение посадок;

25. Производят тепловой расчет для червячных редукторов;

26. Выполняют общий вид проектируемого узла (редуктора, коробки скоростей, коробки передач и т. п.) в двух-трех проекциях с соблюдением всех требований в соответствии с ГОСТом на чертежи (завершающий этап проектирования), в котором должны быть отражены также вопросы смазки подшипников и зубьев передач.

27. Вычерчивают общий вид привода в двух или трех проекциях и другие узлы привода, если они указаны в задании.

28. Выполняют рабочие чертежи деталей проектируемого узла (редуктора, коробки скоростей и т. п.), которые указаны в задании.

29. Составляют полностью расчетно-пояснительную записку и окончательно оформляют все чертежи проекта.

Задача руководителя – направлять работу студента в соответствии с графиком выполнения проекта, рекомендовать научно-техническую литературу и нормативные документы, касающиеся данной темы.

По окончании работы студента над проектом руководитель подписывает титульный лист пояснительной записки, после чего проект может быть представлен к защите.

Подпись руководителя на документации проекта только удостоверяет, что решения, принятые в проекте принципиально правильны.

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

Основные требования к оформлению расчётно- пояснительной записки

Расчётно-пояснительная записка должна выполняться в соответствии с действующим стандартом ЕСКД 2.106. В стандарте даны все необходимые материалы по оформлению проекта, включая титульный и рабочие листы, обозначению нумерации проекта и составляющих чертежей, форм и заполнению спецификаций, форм технических заданий на проектирование, выполнению иллюстративной части расчётно-пояснительной записки. В соответствии с данным стандартом выполняются курсовые проекты по другим дисциплинам, а также дипломный проект.

Записка должна включать:

- титульный лист;
- техническое задание;
- содержание;
- введение с обзором аналогичных конструкций и их назначения;
- расчеты и обоснования выбора материалов, схем нагружения валов, схемы компоновки, построение эпюр крутящих и изгибающих моментов, выбор подшипников, шпонок, муфт и т.п.;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Расчетно-пояснительная записка начинается с титульного листа.

В начале пояснительной записки должны быть приведены: а) схема привода или схема транспортной машины с числовыми данными; б) краткое описание всего устройства; в) перечень разрабатываемых узлов.

Введение должно содержать краткую характеристику области применения привода, обзор аналогичных конструкций.

Содержание пояснительной записки излагают ясно, конкретно, в четких формулировках, технически грамотным языком. Текст должен быть кратким и логичным. *Сокращение слов* в содержании пояснительной записки и подписях под иллюстрациями не допускаются. Исключение составляют сокращения, принятые в научно-технической литературе и установленные ГОСТ 2.316-68 термины и обозначения.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка симметрично тексту с прописной буквы. Содержание включает наименование разделов и подразделов текста с указанием страниц. Запись производится чернилами или машинописным текстом на одной стороне листа. С правой стороны каждого листа оставляют поле 30 мм, на которое выносят размеры и величины, принятые для конструирования и дальнейшего расчета, а также выписывают стандарт, нормаль, ссылку на литературный источник. С левой стороны оставляют поле 25 мм для брошюровки. Для каждого этапа расчета дают четко сформулированный заголовок с указанием, какую деталь рассчитывают и на какой вид работоспособности.

После этого в записке должны быть изложены следующие вопросы: а) определение мощности электродвигателя; б) подбор электродвигателя по каталогу; в) проверка выбранного электродвигателя для транспортирующей машины по величине пускового момента; г) выбор типа передач транспортирующей машины и обоснование этого выбора; д) определение общего передаточного числа привода машины; е) разбивка общего передаточного числа привода на передаточные числа отдельных передач и обоснование выбранных передаточных чисел отдельных передач; ж) определение мощности, угловой скорости и вращающего момента для каждого вала передач привода.

Затем в разделах записки по каждому узлу должны быть указаны: а) исходные данные для проектирования узла; б) обоснование конструкции узла и выбор материалов деталей; в) исчерпывающий расчет на прочность,

жёсткость, долговечность и изнашивание всех основных элементов привода; г) размеры расчётные и конструктивно – технологические; д) описание сборки редуктора, системы смазки и эксплуатации.

Каждый студент получает и выполняет индивидуальное задание в соответствии со своим шифром. Задания приведены в настоящем разделе и содержат: наименование проекта, кинематическую схему проектируемой машины, величины заданных параметров, указания к выполнению графической части.

Расчеты деталей машин рекомендуется производить, за некоторым исключением, в единицах СИ — в м, мм, Н, кН, МН, м, Па, МПа.

Изложение расчетов должно быть достаточно подробным и ясным. Выбор расчетных коэффициентов, механических характеристик материалов, допускаемых напряжений, а также конструкций элементов узлов и механизма должны быть обоснованы указанием источника, из которого они заимствованы. Ссылка оформляется в виде [1], где число – номер источника в списке использованной литературы.

Расчеты в записке должны сопровождаться эскизами, расчетными схемами, эпюрами моментов и основными размерами. Эскизы могут быть выполнены карандашом с соблюдением ЕСКД на чертежи. Величины на эскизах должны быть обозначены теми же буквами, что и в расчетных формулах. При первом упоминании в тексте пояснительной записки какого-либо символа перед его обозначением дают пояснение, например: «... временное сопротивление разрыву σ_B ».

Расчетно-пояснительная записка оформляется на стандартных листах бумаги формата А4 (210×297) на компьютере в MICROSOFT WORD, нумеруется и сшивается.

Распечатка должна удовлетворять следующим требованиям:

- поля: правое 10 мм, левое 30 мм, верхнее и нижнее по 20 мм;
- шрифт: Times New Roman, кегль – 14, интервал полуторный. Таким образом, на странице должно располагаться 28–30 строк по 56–60 знаков;
- абзац: 12–17 мм;
- выравнивание: по ширине страницы.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами. Номера страниц ставятся снаружи в нижнем углу без точки в конце (на нечетных страницах в правом нижнем углу, на четных – в левом нижнем углу). Титульный лист и задание на выполнение работы включают в общую нумерацию страниц, но номер страницы на них не проставляется. Соответственно первая цифра нумерации – «три» указывается на третьей странице, где располагается содержание. Иллюстрации, таблицы и т.п., расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц записки.

Готовая *записка* должна быть сформирована в папке скоросшивателя.

Расчеты рекомендуется производить в единицах СИ ГОСТ 8.417-81.

Достаточная точность машиностроительных расчетов для сил — в десятых долях чисел Н, для моментов — в десятых долях чисел Н·м, для напряже-

ний — в десятых долях чисел Мпа, для углов — с точностью до минут; при этом 0,5 и больше считается за единицу, а меньшая дробь отбрасывается. Для линейных размеров в миллиметрах берут только целые числа, следовательно, при сантиметрах достаточно закончить первым десятичным знаком. Лишь в особых случаях нужна большая точность — до десятых и даже до сотых долей миллиметра, например, при конусах, винтовой нарезке и в профилировании зубьев.

В пределах всей пояснительной записки единица измерения физической величины для одного и того же параметра должна быть постоянной.

Все сказанное относится только к расчету, а не к изготовлению и обработке, где требуемая точность выражается в десятых, сотых и в тысячных долях миллиметра.

При технических расчетах следует брать $\pi = 3,14$; $\pi^2 = 10$; $g = 10$ (если ускорение силы тяжести g в м/с^2); $\pi/32 = 0,1$; $\pi/64 = 0,05$; $\pi/16 = 0,2$ и т. д.

Расчет рекомендуется писать как в целях облегчения проверки его самим автором или другим лицом, так и во избежание ошибок в такой форме: сначала должна быть написана формула в буквах; затем ту же формулу без всяких алгебраических преобразований пишут в цифрах; после этого пишется результат вычисления. Например, при определении делительного диаметра зубчатого колеса расчет следует писать так: $d = z \cdot m = 5 \cdot 20 = 100$ мм, где z — число зубьев колеса, а m — модуль зацепления. Несоблюдение указанного правила затрудняет чтение и проверку расчета и, кроме того, может привести к ошибке.

Расчетные формулы располагаются по центру страницы. Система написания формул должна быть единой по всей пояснительной записке. Размеры символов, знаков, индексов должны быть не меньше размера букв текста. Меньшего размера могут быть только надстрочные и подстрочные индексы, показатели степени. Не допускается комбинация в одной формуле символов, знаков и индексов вписанных от руки или выполненных непечатным способом. Пояснение символов и числовых коэффициентов следует производить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают словом «где» без двоеточия. Уравнения и формулы следует выделять в отдельную строку, оставляя по одной свободной строке сверху и снизу. В случае, когда в тексте встречается более одной формулы, их следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей записки арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке ($\text{№}_p, \text{№}_ф$), где №_p — номер раздела, $\text{№}_ф$ — номер формулы, разделенные точкой. Например, (1.2), (5.3) и т.д. Допускается не приводить пояснения символов и коэффициентов, поясненных ранее в других формулах, при первом их появлении. Переносить формулы на новые строчки допускается только на знаках выполняемых операций. Возможно после формулы на той же строке помещать расчеты путем подстановки в формулу необходимых численных величин. После полученного численного

значения искомой величины (рекомендуется производить расчеты с точностью до десятой доли числа) пишется единица измерения данной физической величины и ставится запятая. Пояснения символов и коэффициентов далее раскрывается обычным путем.

Расчет необходимо оформить в соответствии с требованиями СТП 2400-2004, в частности, сначала должна быть написана формула в буквенном обозначении с расшифровкой обозначений и единиц измерений, затем без всяких алгебраических преобразований подстановка численных значений и результат вычисления и его обсуждение.

Расчет следует писать с достаточно ясными заголовками, в определенном порядке, с необходимым пояснительным текстом. Если необходимо, расчет сопровождать эскизами рассчитываемых деталей, а также схемами сил и эпюрами моментов, действующих на эти детали. При необходимости к эскизам давать расчетные сечения.

Эскизы рассчитываемых деталей и расчетные сечения выполняют с соблюдением условностей ГОСТов на чертежи. На эскизах и сечениях размеры должны быть поставлены в тех же буквах, какие имеются в расчетных формулах.

При расчете все время необходимо следить за однородностью формул.

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

В тексте пояснительной записки *числа* с размерностями пишутся цифрами, а без размерностей – словами: «...зазор равен 0,2 мм...», но «...данный показатель превышает предельно допустимое значение в два раза...». Числовые интервалы записываются «от» и «до», если после чисел указана единица физической величины, или единицы измерения, числа представляют безразмерные коэффициенты. Если числа представляют собой порядковые номера, то между ними ставится тире. Например, «от 0,5 до 0,8 мм», но «рисунок 1–14».

В случае необходимости применения *таблиц*, на них должны быть ссылки в тексте пояснительной записки. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Номер следует размещать в левом верхнем углу. Далее идет заголовок таблицы. Если таблица расположена не на одной странице, пишут «Продолжение табл. А».

В конце работы приводятся выводы, заключения. На протяжении всей записки необходимо строго соблюдать единообразие терминов, обозначений, условных сокращений и символов. Весь текст в ПЗ должен быть разбит на разделы каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Разделы обозначают порядковыми номерами – арабскими цифрами без точки. Каждый раздел может состоять из нескольких подразделов. Номера подразделов со-

стоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце подраздела точка не ставится.

VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» используется:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Лаборатория, «Comatsu». ауд. L208	оснащенная 20 компьютерами HP Pro One 400Gi AiO 19,5” Intel Core i3 – 4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB) 500GB Slim Super Multi мультимедийным комплексом (ноутбук Lenovo, проектор Benq, экран, акустическая система), TV- плазма, программное обеспечение SPSS Statistics, демонстрационными стендами и методическим обеспечением фирмы «Comatsu».
Лаборатория силовых агрегатов транспортно-технологических машин ауд. L 421	Стенды силовых агрегатов: EJ 254 – Субару, 1G-тойота;12F;13B- мазда CD-17 ниссан; G20A-хонда 4G64-митсубиси; 1KR- тойота; SR-20; SR-18; VQ-25 – ниссан. Трансмиссии: АКПП; Вариатор; АКПП+ генератор – Приус.
Компьютерный класс, Ауд. E422	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.
Мультимедийная аудитория	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»

**Направление подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-
технологические комплексы**

**профиль «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и обо-
рудование»**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2016**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
5 семестр				
1	1-18 недели обучения	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	5	ПР -7 – Конспект
	1-4 недели обучения. Занятие 1.	Подготовка расчётно-графической работы	4	ПР-12 – Расчетно-графическая работа
	5-10 недели обучения. Занятие 2.	Подготовка расчётно-графической работы	4	ПР-12 – Расчетно-графическая работа
	11-18 недели обучения. Занятие 3.	Подготовка расчётно-графической работы	4	ПР-12 – Расчетно-графическая работа
	18 неделя обучения	Подготовка расчётно-графической работы	4	ПР-12 – Расчетно-графическая работа
	6,12,18 недели обучения	Подготовка к текущей аттестации	6	УО-1 – Собеседование
	18 неделя обучения	Подготовка к промежуточной аттестации	27	Экзамен
	Итого		54	
6 семестр				
	1-18 недели обучения	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе	4	ПР -7 – Конспект
	1-4 недели обучения. Занятие 1.	Разработка технического предложения по КП.	4	ПК-5 Курсовой проект
	5-10 недели обучения. Занятие 2.	Разработка эскизного проекта	4	ПК-5 Курсовой проект
	11-18 недели обучения. Занятие 3.	Разработка технического проекта	6	ПК-5 Курсовой проект
	1-17 недели обучения	Разработка конструкторской документации	6	ПК-5 Курсовой проект
	18 неделя обучения	Оформление КП	4	ПК-5 Курсовой проект
	6,12,18 недели обучения	Подготовка к текущей аттестации	4	УО-1 – Собеседование
	18 неделя обучения	Подготовка к промежуточной аттестации	8	Защита КП, зачет
	Итого		90 часа	

- УО-1 – Собеседование.
- УО-3 – Доклад, сообщение.
- ПР-5 – Курсовой проект.
- ПР-7 – Конспект.
- ПР-12 – Расчетно-графическая работа.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Подготовка к лекциям. Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. Ежедневной самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа. Следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Самостоятельная работа на лекции. Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять

для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Работа с литературными источниками. В процессе подготовки к занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

Подготовка к расчётно-графической работе. Это самостоятельная работа студента, предназначенная для более полного усвоения пройденного им материала по определенному предмету. Суть данного вида работы – предоставление не только теоретического, но и практического материала. Расчётно-графическая работа должна состоять из следующих пунктов: Оглавление. Студент подает информацию обо всех разделах своей работы. Задание. Студент предоставляет все существующие исходные данные, которые могут понадобиться для проведения расчетов. Далее следуют разделы, которые будут содержать практические решения и анализ

полученных результатов. Предоставление результатов расчетов в наиболее удобной для восприятия форме. Выводы. Список литературы. Приложения.

Требования по оформлению. Количество страниц может варьироваться в зависимости от темы и от требований, которые предоставляет кафедра. Студенту нужно полностью раскрыть теоретическую часть работы и максимально верно провести и предоставить все расчеты.

Страницы работы должны быть пронумерованы так, как и в реферате. Каждая глава должна начинаться с нового листа. Отступы на странице – стандартные (чаще всего это 2,5-3 см слева и по полтора сантиметра с остальных сторон). Шрифт – Times New Roman, 14. Титульный лист. РГР обязательно должен иметь титульный лист, где указывается исследуемая тема, а также ФИО студента, его группа. Оформление таблиц, рисунков.

Все иллюстрации обозначаются словом «Рисунок» или кратко «рис.». Данная надпись помещается под иллюстрацией. Каждое изображение также надо нумеровать. Если это просто единичная цифра, то это порядковый номер рисунка. Если же нумерация двойная, то первая ее часть – это будет номер раздела, где она размещена, вторая – порядковый номер иллюстраций в данном разделе. В таком случае для каждого раздела нумерация иллюстраций начинается с 1 (единицы). На все рисунки в тексте должны быть ссылки. Нумерация всего иллюстративного материала ведется арабскими цифрами. Возможна ситуация, когда таблица будет разделена (если строка или столбец выходят за рамки листа).

Весь иллюстративный материал может быть расположен как в самой работе, по тексту, так и в отдельно взятой части работы, которая называется «Приложение». Если нужно предоставить на рассмотрение формулу, использовать для этого нужно символы, предложенные государственным стандартом. В формулах каждый символ должен быть разъяснен (делается это непосредственно под формулой, разъяснение каждого отдельного символа начинается с отдельной строки).

Подготовка реферата. Реферат – письменный доклад по определенной теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. Рефераты пишутся обычно стандартным языком, с использованием типологизированных речевых оборотов вроде: «важное значение имеет», «уделяется особое внимание», «поднимается вопрос», «делаем следующие выводы», «исследуемая проблема», «освещаемый вопрос» и т.п. К языковым и стилистическим особенностям рефератов относятся слова и обороты речи, носящие обобщающий характер, словесные клише. У рефератов особая логичность подачи материала и изъяснения мысли, определенная объективность изложения материала.

Реферат не копирует дословно содержание первоисточника, а представляет собой новый вторичный текст, создаваемый в результате систематизации и обобщения материала первоисточника, его аналитико-синтетической переработки. Будучи вторичным текстом, реферат составляется в соответствии со всеми требованиями, предъявляемыми к связанному высказыванию: так ему присущи следующие категории: оптимальное соотношение и завершенность (смысловая и жанрово-композиционная). Для реферата отбирается информация, объективно-ценная для всех читающих, а не только для одного автора. Автор реферата не может пользоваться только ему понятными значками, пометами, сокращениями. Работа, проводимая автором для подготовки реферата должна обязательно включать самостоятельное мини-исследование, осуществляемое студентом на материале или художественных текстов по литературе, или архивных первоисточников по истории и т.п. Организация и описание исследования представляет собой очень сложный вид интеллектуальной деятельности, требующий культуры научного мышления, знания методики проведения исследования, навыков оформления научного труда и т.д. Мини-исследование раскрывается в реферате после глубокого, полного обзора научной литературы по проблеме исследования. В зависимости от количества реферируемых источников выделяют следующие виды рефератов:

- монографические – рефераты, написанные на основе одного источника;
- обзорные – рефераты, созданные на основе нескольких исходных текстов, объединенных общей темой и сходными проблемами исследования.

Подготовка к докладу. Составить план выступления. Попробуйте выразить мысли так, чтобы заинтересовать слушателей и сразу же завладеть их вниманием. Можно найти готовую красивую формулировку, придуманную кем-то из великих людей, не забывая упомянуть источник.

Выберите от 3 до 5 поддерживающих утверждений, относящихся к теме. Эти мысли должны быть лаконичными и ясными. Можно начать поиск подтверждающих фактов в общепринятых источниках – каком-нибудь словаре или справочнике. Ознакомившись с темой, нужно проверить правдивость информации в заинтересовавших идеях, а также просмотреть несколько более авторитетных источников. Публику может заинтересовать ваш опыт. Если вы давно знакомы с темой, можете использовать истории из практики и личного опыта. Главное правило – сжатые описания. Вовлекаясь в детали, есть риск уйти в сторону потерять внимание аудитории.

Определитесь, как вы подготовите материал. Если вы хорошо ориентируетесь в теме и можете легко импровизировать, лучше использовать тезисы: вводное предложение, утверждения и аргументы в пользу вашего сообщения, связывая выводы с главной темой выступления. Составляйте короткие предложения, фрагменты фраз или даже отдельные слов, которые должны содержать ключевые понятия, напоминающие о том, что вы хотели рассказать. Если вы недостаточно хорошо владеете темой или чувствуете неуверенность, напишите полный текст выступления.

Можно подготовить презентацию, чтобы сопровождать свое вступление наглядной информацией. Визуальные материалы можно подготовить и на бумаге (диаграммы, графики, иллюстрации и т.д.). Визуальные материалы должны помогать выступлению, а не затмевать его, поэтому нужно использовать минимум необходимых наглядных материалов. Убедитесь, что в аудитории смогут прочитать тексты на ваших визуальных пособиях. Лучше слишком большой размер, нежели недостаточно крупный.

Если у вас специфическая и конкретная тема, подготовьте раздаточные материалы. В этом случае в ходе выступления вы сможете останавливаться на ключевых моментах, отсылая слушателей к раздаточным материалам за более детальной информацией, которую они смогут внимательно изучить позже.

Подготовка к собеседованию. Приступая к работе, вдумайтесь в формулировку данного вопроса. Посмотрите на вопрос, как на задачу. Проведите анализ (какими фактами вы располагаете, к какому выводу можно прийти. Внимательно прочитайте учебник и конспект. При чтении: выделите главную мысль; разбейте прочитанное на смысловые абзацы; обратите внимание на чертежи, схемы, таблицы. Убедись, что всё понятно.

Разделите лист на две части. В левой наметьте план ответа. Следите, чтобы этапы плана не нарушали логических рассуждений. В правой части сделайте необходимые выборки к пунктам плана: примеры, правила, формулировки, схематические записи. Если какие-то вопросы забыты, повторите пункт учебника, конспекта или справочника.

Убедитесь, что каждый этап плана обоснован. Особое внимание обратите на наиболее важные факты. Повторите ответ по правой стороне листа, и придерживайтесь составленного плана. При ответе особо выделите: анализ, главную мысль, сделайте выводы.

Подготовка к экзамену. Основное в подготовке к сессии – повторение всего учебного материала дисциплины, по которому необходимо сдавать экзамен. Только тот студент успевает, кто хорошо усвоил учебный материал. Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их

невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь учебный материал. Все это зачастую невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к экзамену будет трудным, а иногда и непосильным делом, а конечный результат – возможное отчисление из учебного заведения.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

По мере освоения учебного материала по тематике дисциплины предусмотрено выполнение самостоятельной работы студентами по сбору и обработке статистического материала для написания рефератов, что позволяет углубить и закрепить конкретные знания, полученные на практических занятиях. Занятия проводятся в специализированной аудитории, оснащенной современным оборудованием и необходимыми техническими средствами обучения. Для изучения и полного освоения программного материала по дисциплине используется учебная, справочная и другая литература, рекомендуемая настоящей программой, а также профильные периодические издания.

В рамках реализации компетентностного подхода в учебном процессе с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся при проведении практических занятий широко используются активные и интерактивные формы обучения (разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Самостоятельная работа студентов (СРС) складывается из таких видов работ как работа с конспектом лекций; изучение материала по учебникам, справочникам, видеоматериалам и презентациям, а также прочим достоверным источникам информации; подготовка к экзамену.

Для закрепления материала лекций достаточно, перелистывая конспект или читая его, мысленно восстановить прослушанный материал. При необходимости обратиться к рекомендуемой учебной и справочной литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Подготовка к практическим занятиям. Этот вид самостоятельной работы состоит из нескольких этапов:

- 1) повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература;
- 2) углубление знаний по теме. Необходимо имеющийся материал в лекциях, учебных пособиях дифференцировать в соответствии с пунктами плана практического занятия. Отдельно выписать неясные вопросы, термины. Лучше

это делать на полях конспекта лекции или учебного пособия. Уточнение надо осуществить при помощи справочной литературы (словари, энциклопедические издания и т.д.);

3) составление развернутого плана выступления, или проведения расчетов, решения задач, упражнений и т.д.

Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»»

5 семестр (18 час.)

Задание 1. Расчет заклепочных соединений (2 час.).

Расчет цилиндрического соединения с натягом. Определение диаметра и количества заклепок в соединении встык.

Задание 2. Расчет сварных соединений (2 час.). Проверка прочности сварного соединения. Расчет длины шва сварного соединения.

Задание 3. Расчет резьбовых соединений (2 час.). Силы в резьбовом соединении. Прочностной расчет резьбовых соединений. Расчетные схемы и формулы.

Задание 4. Расчет шпоночных соединений (2 час.). Расчет необходимой длины шпонки. Проверка штифта на срез. Расчет и проверка сегментных и призматических шпонок.

Задание 5. Кинематический расчет привода (2 час.). Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Задание 6. Расчет ременных передач (4 час.). Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Задание 7. Расчет цепных передач (4 час.). Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

6 семестр (36 час.)

Задание 8 Расчет цилиндрических прямозубых и косозубых передач

(4 час.). Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Задание 9. Расчет конических передач (6 час.). Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Задание 10. Расчет червячных передач (6 час.). Определение передаточного отношения между входными и выходными звеньями. Определение общего коэффициента полезного действия передачи.

Задание 11. Тепловой расчет редуктора (2 час.). Расчет тепловой цилиндрического редуктора. Расчет тепловой конического редуктора. Расчет тепловой червячного редуктора.

Задание 12. Проектный и уточненный расчет валов (4 час.). Проектный расчет валов. Уточненный расчет валов.

Задание 13. Выбор посадок на рабочих чертежах (2 час.). Выбор посадок цилиндрических сопряжений. Выбор допусков корпусных деталей.

Задание 14. Расчет корпусных деталей (2 час.). Расчет корпуса редуктора
Расчет крышки редуктора

Критерии оценки расчетно-графической работы (РГЗ)

100-86 баллов – если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил варианты их решения.

85-76 баллов – если студент решил не менее 95% рекомендованных задач, правильно изложил варианты решения.

75-61 балл – если студент решил не менее 50% рекомендованных задач, правильно изложил варианты решения.

менее 60 баллов – если студент решил менее 50% рекомендованных задач, и/или неверно указал варианты решения.

Методические указания к решению практических задач по дисциплине «Детали машин и ОК»

Тема 1. Расчет заклепочных соединений

Расчет прочных заклепочных швов проводят в следующем порядке

1) Определяют диаметр заклепки d_0 и параметры шва: шаг многорядных швов r и расстояние от оси заклепок до кромок e .

2) Допускаемые напряжения. На практике при расчете прочных заклепочных швов силу трения не учитывают, используя более простой расчет по условным напряжениям среза $[\tau_{ср}]$.

Для заклепок из сталей Ст 0, Ст 2, Ст 3 принимают $[\tau_{ср}] = 140$ МПа, $[\sigma_{см}] = 280 \dots 320$ МПа при просверленных отверстиях в соединяемых листах; при изготовлении отверстий продавливанием и при холодной клепке допускаемые напряжения понижают на 20...30%.

3) Максимальную нагрузку на одну заклепку определяют из условия среза.

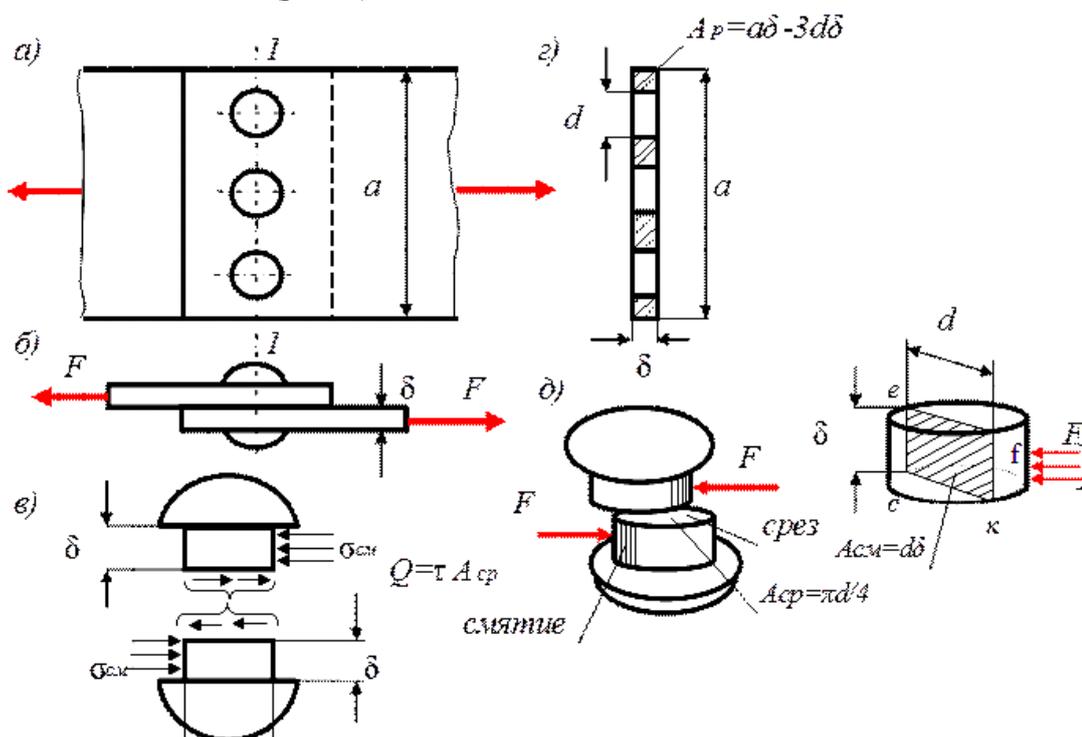
4) Количество заклепок в шве определяют исходя из приложенной нагрузки. Для исключения возможности поворота соединяемых деталей число заклепок принимают $z \geq 2$.

5) Разрабатывают конструкцию заклепочного шва (при этом уточняют параметры шва r , e).

6) Спроектированный заклепочный шов проверяют на растяжение деталей (листов) и на срез детали.

Пример решения задачи на расчет прочных заклепочных швов

Пример. Определить напряжение растяжения, вызываемое силой $F = 30$ кН в ослабленном, тремя заклепками сечении стальных полос, а также напряжения среза и смятия в заклепках. Размеры соединения: ширина полос, $a = 80$ мм, толщина листов $\delta = 6$ мм, диаметр заклепок $d = 14$ мм (рис. 1).



Решение

Максимальное напряжение растяжения возникает в полосе по сечению 1-1 (рис. 1,а) ослабленному тремя отверстиями под заклепки. В этом сечении действует внутренняя сила N , равная по величине силе F . Площадь поперечного сечения показана на (рис. 1, г) и равна $A_p = a \cdot \delta - 3 \cdot d \cdot \delta = \delta \cdot (a - 3d)$.

Напряжение в опасном сечении 1-1:

$$\sigma_p = \frac{N}{A_p} = \frac{N}{\delta(a - 3d)} = \frac{30000}{6(80 - 3 \cdot 14)} = \frac{30000}{6 \cdot 38} = 131,6 \frac{H}{мм^2} = 131,6 \text{ МПа}$$

Срез вызывается действием двух равных внутренних сил $Q = \int_{(A)} \tau_{ср} dA$, направленных в противоположные стороны, перпендикулярно оси стержня (рис. 1,в). Площадь среза одной заклепки равна площади круга $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$ (рис.1,д), площадь среза всего сечения $A_{ср} = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, где n – число заклепок, в данном случае $n = 3$.

Подсчитываем напряжение среза в заклепках:

$$\tau_{ср} = \frac{Q}{A_{ср}} = \frac{Q}{n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{F}{n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{30000}{3 \cdot 3,14 \cdot 14^2} = \frac{30000}{461,1} = 65 \frac{H}{мм^2} = 65 \text{ МПа}$$

На стержень заклепки давление со стороны отверстия в листе передается по боковой поверхности полуцилиндра (рис. 1, д), высотой, равной толщине листа δ . С целью упрощения расчета за площадь смятия вместо поверхности полуцилиндра условно принимают проекцию этой поверхности на диаметральную плоскость (рис. 1,е), т.е. площадь прямоугольника $efsk$, равную $d\delta$.

Вычисляем напряжение смятия в заклепках:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{A_{см}} = \frac{F}{n \cdot d \cdot \delta} = \frac{30000}{3 \cdot 14 \cdot 6} = 119 \frac{H}{мм^2} = 119 \text{ МПа}$$

Итак $\sigma_p = 131,6 \text{ МПа}$, $\tau_{ср} = 65 \text{ МПа}$, $\sigma_{см} = 119 \text{ МПа}$.

Расчет прочноплотных заклепочных швов производят в следующем порядке

- 1) Вычисляют толщину стенки цилиндрического сосуда (котла, автоклава и т. п.):

$$\delta = \frac{P \cdot D}{2 \cdot [\varphi] \cdot [\sigma_p]} + v$$

где P - давление на поверхность стенки сосуда; D - внутренний диаметр сосуда; $[\varphi]$ - допускаемый коэффициент прочности продольного шва (расчет стенки сосуда производят по продольному шву), таблица 1; $[\sigma_p]$ - допускаемое напряжение при растяжении для стенки сосуда; $v = 1 \dots 3 \text{ мм}$ - добавка на коррозию металла.

- 2) Допускаемые напряжения. При расчете прочноплотных заклепочных швов их проверяют на плотность, т.е. на отсутствие относительного скольжения листов. Этому скольжению препятствуют возникающие между листами силы трения. Значение этой силы трения определяют экспериментально и условно относят к поперечному сечению заклепки. Поэтому проверка заклепок по допускаемому условному напряжению $\tau_{ус} \leq [\tau_{ус}]$ одновременно является проверкой шва и на плотность. Значения $[\tau_{ус}]$ даны в таблице 1, где приведены рекомендуемые значения основных параметров прочноплотных заклепочных швов в зависимости от значения $0,5 \cdot P \cdot D$.

Допускаемые напряжения при растяжении для стенки сосуда определяют в зависимости от температуры нагрева стенки сосуда: при температуре $t < 250 \text{ }^\circ\text{C}$

$$[\sigma_p] = \sigma_B / [s_T],$$

где σ_B - предел прочности при растяжении материала листов, из которых выполнена стенка сосуда;

$[s_T]$ – коэффициент запаса прочности, $[s_T] \approx 4,5$.

Таблица 1. Основные параметры прочноплотных заклепочных швов

Тип шва	Двухрядный стыковой с двухсторонними накладками	Трехрядный стыковой с двухсторонними накладками
$0,5 \cdot P \cdot D$, МПа·м	0,45... 1,35	0,45... 2,30
Диаметр заклепок d_0 , мм	$\delta + (5... 6)$	$\delta + 5$
Шаг p , мм	$3,5 \cdot d + 15$	$6 \cdot d + 20$
Допускаемый коэффициент прочности шва $[\varphi]$	0,75	0,85
Допускаемое условное напряжение на срез $[\tau_{yc}]$, МПа	47... 57	45... 55

3) Максимальная нагрузка на одну заклепку в продольном шве

$$F = 0,5 \cdot P \cdot D \cdot p / z;$$

в поперечном шве

$$F = 0,5 \cdot P \cdot D \cdot p / z,$$

где z - число заклепок, которыми скрепляют листы на участке шва шириной p .

4) Производят проверочный расчет заклепок по допускаемому условному напряжению на срез

$$\tau_{yc} = \frac{F}{k \cdot A} = \frac{4 \cdot F}{k \cdot \pi \cdot d_0^2} \leq [\tau_{yc}],$$

где τ_{yc} - условное расчетное напряжение на срез в заклепках; k - число плоскостей среза заклепки.

5) После определения d_0 , p и проверки шва на плотность вычисляют остальные размеры шва.

Для прочноплотных швов расстояние заклепки до края листа

$$e = 1,65d_0.$$

Расстояние между рядами заклепок

$$e_1 = 0,5p.$$

Толщина накладок

$$\delta_1 = 0,85\delta.$$

Пример задачи на расчет прочноплотных заклепочных швов

Пример. Определить толщину листов, накладок и размеры продольного и поперечного заклепочных швов цилиндрического автоклава, предназначенного для испытаний деталей под давлением (рис. 2). Диаметр автоклава D и давление жидкости в автоклаве P_0 заданы в таблице 2.

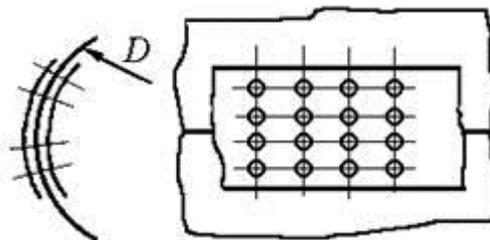


Рис.2. Заклепочные швы цилиндрического автоклава

Таблица 2. Исходные данные для задачи

	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	500	600	750	850	950	800	900	700	550	650
P_0 , МПа	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,6	1,3	1,7	1,1	1,2

Тема 2. Расчет сварных соединений

Расчет сварных соединений ведут в следующем порядке

1) Выбирают способ сварки (ручная электродуговая, автоматическая и т.д.) или назначают согласно заданию.

2) Принимают (или назначают согласно заданию) тип электрода и материал, свариваемых деталей. Для дуговой сварки применяют электроды с различной обмазкой, или покрытием, обеспечивающим устойчивое горение дуги и защиту материала шва от вредного воздействия окружающей среды. Для сварки конструкционных сталей применяют электроды: Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А и др. Число после буквы Э, умноженное на 10, обозначает минимальное значение временного сопротивления металла шва, измеряемого в МПа. Буква А обозначает повышенное качество электрода, обеспечивающее получение более высоких пластических свойств металла шва.

3) Определяют допускаемые напряжения для основного материала и материала сварного шва.

Допускаемые напряжения растяжения основного металла

$$[\sigma_P] = \sigma_T / [s],$$

где σ_T - предел текучести основного металла; $[s]$ – допускаемый коэффициент запаса прочности ($[s] = 1,2... 1,8$ для низкоуглеродистых и $[s] = 1,5... 2,2$ для низколегированных сталей) - большее значение при грубых расчетах; если разрушение сопряжено с тяжелыми последствиями, то значение $[s]$ повышают в 1,5... 2 раза.

Допускаемые напряжения для сварных швов $[\sigma]$ при статической нагрузке задают в долях от допускаемого напряжения $[\sigma_P]$ на растяжение основного металла (таблица 3).

Таблица 3. Допускаемые напряжения в сварных швах

Вид технологического процесса сварки	Допускаемые напряжения в швах при		
	растяжении $[\sigma_P]$	сжатии $[\sigma_{СЖ}]$	срезе $[\tau]$
Автоматическая под флюсом, ручная электродами Э42А и Э50А, контактная стыковая	$[\sigma_P]$	$[\sigma_P]$	$0,65[\sigma_P]$
Ручная дуговая электродами Э42, Э50, газовая сварка	$0,9[\sigma_P]$	$[\sigma_P]$	$0,6[\sigma_P]$

В случае если сваривают детали с различными механическими свойствами, то расчет допускаемых напряжений ведется для материала, обладающего наименьшим значением предела текучести.

4) Составляют расчетную схему соединения.

Внешние силы, действующие на соединение, следует перенести в центр тяжести сварного шва в соответствии с правилами теоретической механики, при этом силы, действующие под углом к плоскости сварных швов, необходимо разложить на перпендикулярные составляющие (рис.3).

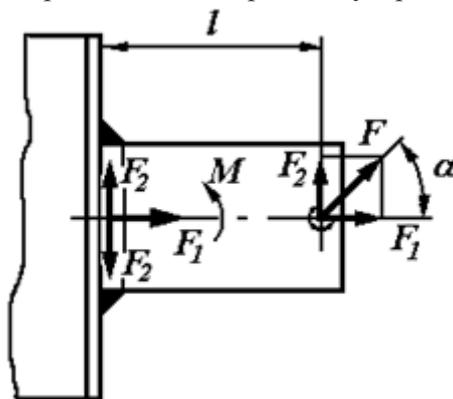


Рис. 3. Расчетная схема соединения

При переносе силы F_1 параллельно себе появляется дополнительно момент пары сил равный

$$M = F_1 \cdot l.$$

При переносе силы F_2 вдоль линии действия никаких дополнительных сил и моментов не возникает.

В случаях, когда усилия приложены несимметрично по отношению к стойкам, силы действующие на сварные швы (R_1 и R_2) будут различны. Для их определения следует составить уравнения равновесия относительно опор 1 и 2 – стоек (рис.4)

$$\Sigma M_i = 0; \quad \Sigma P_i = 0.$$

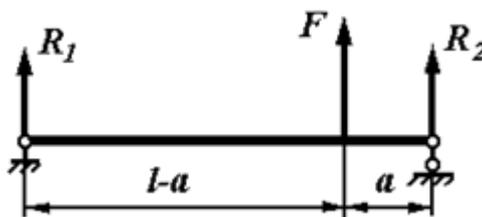


Рис. 4. Схема несимметричного приложения нагрузок

Типовые примеры расчетных схем показаны на рис. 5.

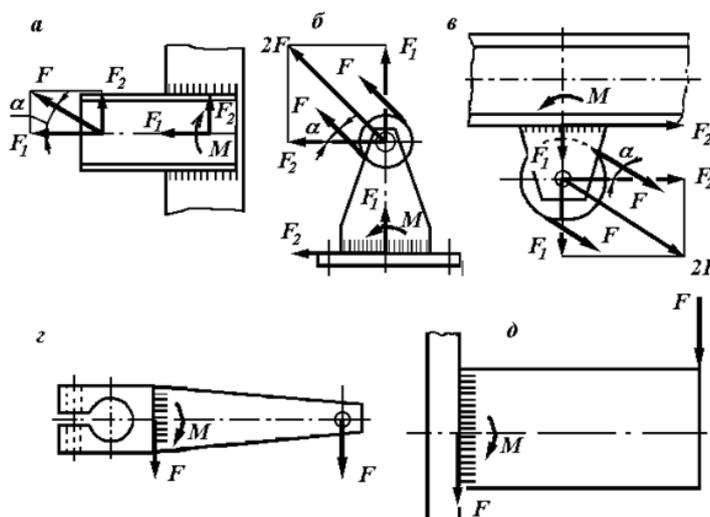


Рис. 5. Типовые примеры расчетных схем

5) Назначают катет шва. В большинстве случаев $k = \delta_{min}$, где δ_{min} - меньшая из толщин свариваемых деталей. По условиям технологии $k \geq 3$ мм, если $\delta_{min} \geq 3$ мм. Максимальная величина катета не ограничивается, однако швы с $k > 20$ мм используются редко.

6) Определяют действующие напряжения отдельно для каждого силового фактора (силы, момента). Складывая напряжения, учитывают их направление (если направление векторов совпадает, то их складывают алгебраически, если векторы перпендикулярны, то их складывают геометрически).

7) При проектировании сварных швов обычно из условия прочности определяют их длину. Принимая при этом, что длина фланговых швов обычно не больше $50k$, лобовые швы могут иметь любую длину. Минимальная длина углового шва l_{min} составляет 30 мм, что перекрывает дефекты сварных швов – непровар в начале и кратер в конце.

Примеры решения задач при расчете сварных соединений

Пример 1. Рассчитать лобовой шов (Рис. 6), соединяющий два листа толщиной $\delta = 8$ мм из стали Ст 3, если $F = 100$ кН. Сварка ручная электродом Э42.

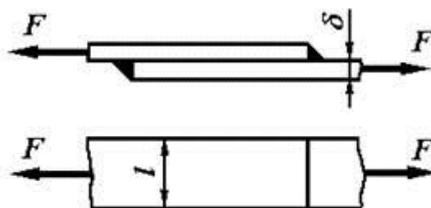


Рис. 6. Лобовой сварной шов

Решение

1. Определяем допускаемое напряжение растяжения для основного металла, принимая для стали Ст 3 $\sigma_T = 240$ МПа (см. справочные данные по материалам) и $[S] = 1,45$ (см. п. 3. порядка расчета сварных соединений)

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]} = \frac{240}{1,45} = 165 \text{ МПа.}$$

2. В соответствии с таблицей 3 вычисляем допускаемое напряжение для сварного шва при срезе

$$[\tau'] = 0,6[\sigma_p] = 0,6 \cdot 165 = 99 \text{ МПа.}$$

3. Из условия прочности определяем длину сварного шва

$$\tau = \frac{F}{0,7 \cdot k \cdot L} = \frac{F}{0,7 \cdot k \cdot 2 \cdot l} \leq [\tau']$$

принимая $k = \delta = 8$ мм, $L = 2l$ (два шва) получаем

$$l \geq \frac{F}{1,4 \cdot k \cdot [\tau']} = \frac{100 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 8 \cdot 99} = 90,2 \text{ мм.}$$

Учитывая возможность технологических дефектов сварки, принимаем $l = 100$ мм.

Пример 2. Стержень, состоящий из двух равнополочных уголков, соединенных косынкой, нагружен постоянной растягивающей силой $F = 200$ кН (рис.7). Определить номер профиля уголков и длину швов сварной конструкции соединения. Материал уголков - сталь Ст 3.

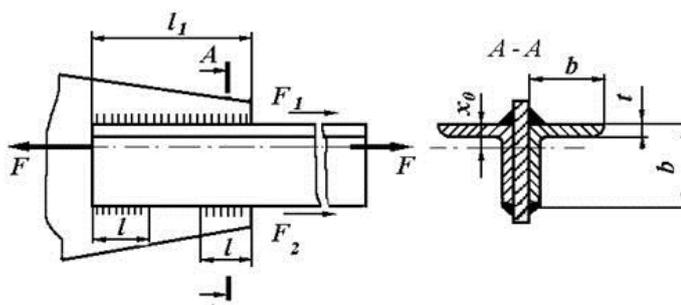


Рис. 7. Фланговые сварные швы

Решение

1. Принимаем, что сварка осуществляется вручную электродами Э42.

2. Определяем допускаемое напряжение растяжения для основного металла, принимая для Ст 3 $\sigma_T = 240$ МПа (см. справочные данные по материалам) и $[S] = 1,25$ (см. п. 3 порядка расчета сварных соединений)

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]} = \frac{240}{1,25} = 192 \text{ МПа.}$$

3. Определим допускаемое напряжение на срез для сварного шва, в соответствии с таблицей 3

$$[\tau'] = 0,6 \cdot [\sigma_p] = 0,6 \cdot 192 = 115,2 \text{ МПа.}$$

4. Из расчета на растяжение определим площадь сечения уголков

$$2A = F / [\sigma_p] = 200 \cdot 10^3 / 192 = 1042 \text{ мм}^2.$$

Для одного уголка $A = 521 \text{ мм}^2$. По ГОСТ выбираем уголок № 5,6 имеющий площадь поперечного сечения $A = 541 \text{ мм}^2$, толщину полки $t = 5 \text{ мм}$ и координату центра тяжести $x_0 = 15,7 \text{ мм}$.

5. Сварные швы располагают так, чтобы напряжения в них были одинаковыми. Поэтому при проектировании соединения уголков с косынками, т.е. при несимметричной конструкции, длину швов делают неодинаковой. Таким образом, каждый шов воспринимает только свою часть нагрузки $F - F_1$ и F_2 .

Длину фланговых швов определяют в предположении, что их длина пропорциональна этим частям силы $F - F_1$ и F_2 . Параллельные составляющие F_1 и F_2 находят по формулам:

$$F_1/F = (b - x_0)/b; F_1 + F_2 = F.$$

Решая эти уравнения, получим:

$$F_1 = F \cdot (b - x_0)/b = 200 \cdot 10^3 (56 - 15,7)/56 = 144 \cdot 10^3 \text{ Н};$$

$$F_2 = F - F_1 = 200 \cdot 10^3 - 144 \cdot 10^3 = 56 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

6. Определим длину швов, приняв катет шва $k = t = 5 \text{ мм}$:

$$l_1 = F_1 / (2 \cdot 0,7 \cdot k [\tau']) = 144 \cdot 10^3 / (2 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 115,7) = 178 \text{ мм},$$

$$2l_2 = F_2 / (2 \cdot 0,7 \cdot k [\tau']) = 56 \cdot 10^3 / (2 \cdot 0,7 \cdot 5 \cdot 115,7) = 69 \text{ мм}.$$

Округляя, принимаем $l_1 = 180 \text{ мм}$, $l_2 = 40 \text{ мм}$, добавив для коротких швов по 5 мм против расчетной длины.

Пример 3. Найти параметры сварных швов кривошипа (рис.8), нагруженного постоянной силой $F = 5 \text{ кН}$ и имеющего размеры $d = 100 \text{ мм}$; $l = 200 \text{ мм}$; $a = 300 \text{ мм}$; $\delta_{\min} = 3 \text{ мм}$ при условии, что прочность основного металла обеспечена.

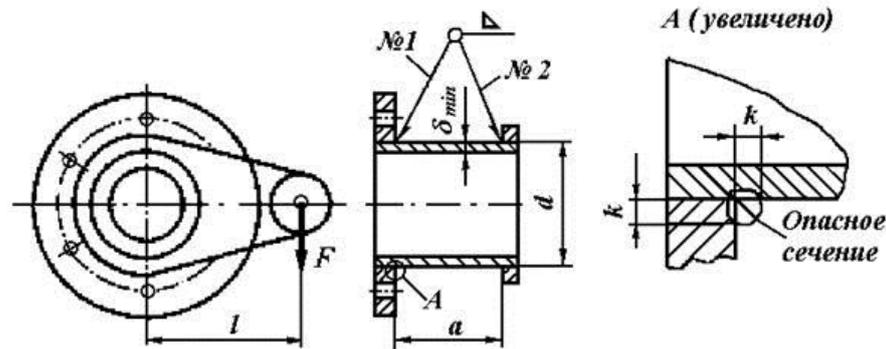


Рис 8. Сварные швы кривошипа

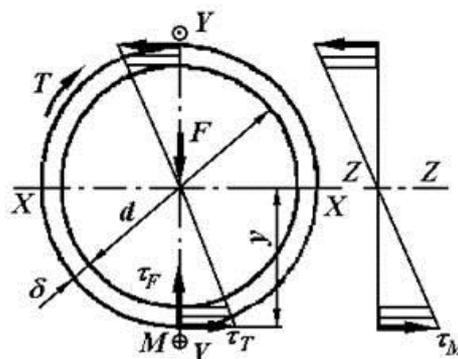


Рис. 9. Расчетная схема

Решение

1. Дополнительно принято: основной металл - сталь Ст 4 ($\sigma_T = 260 \text{ МПа}$); сварка ручная дуговая электродом Э42А; швы угловые с катетом $k = \delta_{\min} = 3 \text{ мм}$ (фрагмент А рисунок 8).

2. Определяем допускаемое напряжение растяжения для основного металла, принимая для стали Ст 4 $\sigma_T = 260 \text{ МПа}$ (см. справочные данные) и $[S] = 1,65$ (см. п. 3).

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]} = \frac{260}{1,65} = 157,6 \text{ МПа}.$$

3. Допускаемое касательное напряжение сварного шва (см. таблицу 3),

$$[\tau'] = 0,65 \cdot [\sigma_P] = 0,65 \cdot 157,6 = 102 \text{ МПа.}$$

4. Расчету подлежит шов №1, который по сравнению со швом №2 дополнительно нагружен изгибающим моментом М. Опасное сечение шва – сечение по биссектрисе прямого угла - представляет собой коническую поверхность, которую условно разворачивают на плоскость стыка свариваемых деталей. Выполняют приведение нагрузки (перенос F в центр тяжести расчетного сечения) и составляют расчетную схему (рис.9), на которой: F - центральная сила; М - изгибающий момент, Т - крутящий момент:

$$M = F \cdot l = 5000 \cdot 200 = 1 \cdot 10^6 \text{ Нмм;}$$

$$T = F \cdot a = 5000 \cdot 300 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Нмм}$$

5. В наиболее нагруженных зонах шва, удаленных от оси X-X на расстояние у, находят суммарное касательное напряжение и сравнивают с допускаемым, используя зависимость,

$$\tau_{\Sigma} = \sqrt{\tau_F^2 + \tau_T^2 + \tau_M^2} \leq [\tau']$$

где τ_F - касательное напряжение при действии центральной сдвигающей силы

$$\tau_F \cong F / (\pi \cdot d \cdot 0,7 \cdot k); \text{ при наличии центрирующего пояска } \tau_F = 0;$$

τ_T - касательное напряжение при действии вращающего момента Т,

$$\tau_T = T / W_p \cong 2 \cdot T / (\pi \cdot d^2 \cdot 0,7 \cdot k) = 2 \cdot 1,5 \cdot 10^6 / (3,14 \cdot 100^2 \cdot 0,7 \cdot 3) = 45,1 \text{ МПа;}$$

τ_M - касательное напряжение при действии изгибающего момента М,

$$\tau_M = M / W \cong 4 \cdot M / (\pi \cdot d^2 \cdot 0,7 \cdot k) = 4 \cdot 1 \cdot 10^6 / (3,14 \cdot 100^2 \cdot 0,7 \cdot 3) = 60,7 \text{ МПа.}$$

Таким образом,

$$\tau_{\Sigma} = \sqrt{45,1^2 + 60,7^2} = 76,5 \text{ МПа} < [\tau'] = 102 \text{ МПа.}$$

Статическая прочность угловых швов обеспечена.

6. Определим величину катета k проектным расчетом, преобразуя зависимость:

$$k = \frac{\sqrt{(2 \cdot T)^2 + (4 \cdot M)^2}}{0,7 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot [\tau']} = \frac{\sqrt{(2 \cdot 1,5 \cdot 10^6)^2 + (4 \cdot 10^6)^2}}{0,7 \cdot 3,14 \cdot 100^2 \cdot 102} = 2,23 \text{ мм.}$$

Принято $k = 3 \text{ мм.}$

Тема 3. Расчет резьбовых соединений

Решения задач, как правило, ведут в следующем порядке

1) Составляют расчетную схему соединения и определяют нагрузку, действующую на болт (винт, шпильку).

Внешние нагрузки, действующие на резьбовые соединения, в зависимости от условий нагружения могут быть осевыми, поперечными или комбинированными, по характеру действия - постоянными или циклическими.

При действии поперечной нагрузки применяют соединения двух видов:

- болт поставлен в отверстие с зазором;
- болт поставлен в отверстие без зазора.

а) в случае установки болтов с зазором, затяжкой должна создаваться сила трения на поверхности стыка, превышающая внешнюю сдвигающую нагрузку.

При этом сила, растягивающая болт (винт, шпильку), определяется следующим образом

$$F_B = \frac{K \cdot F}{f \cdot z \cdot i'} \quad (1)$$

где F_B - сила, действующая на болт; F - внешняя сдвигающая сила; K - коэффициент запаса: $K = 1,3 \dots 1,5$ при статической нагрузке, $K = 1,8 \dots 2,0$ при переменной нагрузке; f - коэффициент трения в стыке: $f = 0,15 \dots 0,20$ - сталь по чугуну (по стали); $f = 0,3 \dots 0,35$ - сталь (чугун) по бетону; $f = 0,25$ - сталь (чугун) по дереву; z - количество болтов; i' - число стыков в соединении.

б) при установке болтов без зазора (по переходной или посадке с натягом) силы трения в стыке не учитывают, т.к. затяжка болтов не обязательна. В этом случае стержень болта рассчитывают из условия прочности на срез и смятие.

Приступая к расчету соединений, в которых действует поперечная сила, стремящаяся сдвинуть соединяемые детали, сдвигающую силу определяют из условия равновесия деталей относительно оси вращения:

$$\sum T_i = \sum F_i \cdot \frac{D_i}{2} = 0, \quad (2)$$

здесь F_i - сдвигающая сила, действующая на диаметре расположения болтов (винтов, шпилек) D_i и окружные силы, действующие на соответствующих диаметрах; обычно это - силы сопротивления от приводимых в движение деталей.

Эту поперечную силу уравнивает сила трения в стыке соединяемых деталей, которая обеспечивается при затяжке резьбового соединения. При этом болт (винт, шпилька) подвержен растяжению.

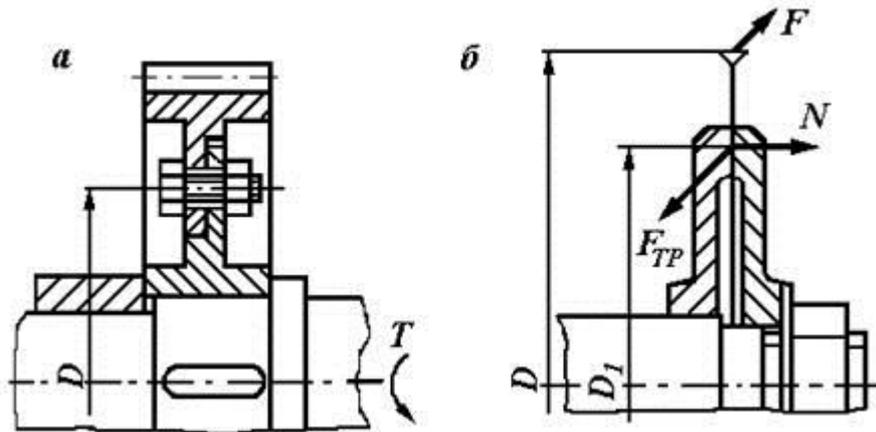


Рис. 10. Резьбовое соединение а) дисков шестерни, б) пилы

В соединении изображенном на рис. 10 для надежной передачи пиле вращения необходимо, чтобы момент сил трения был больше момента резания на 20...25%, т.е.

$$T_{TP} \geq 1,25 T_{РЕЗ} \text{ или } F_{TP} \cdot (D_1/2) \geq 1,25 F \cdot (D/2),$$

где F_{TP} - сила трения, возникающая между полотном пилы и шайбами при затяжке гайки $F_{TP} = f \cdot N$;

f - коэффициент трения между пилой и шайбами, принимаем $f = 0,12$;

N - сила давления в стыке, создаваемая усилием затяжки $F_B = N$.

В соединении (рис.11,а) сила, действующая на винт F_B определяется из условия равновесия балки (рис.11,б)

$$F \cdot (a + b) = F_B \cdot b.$$

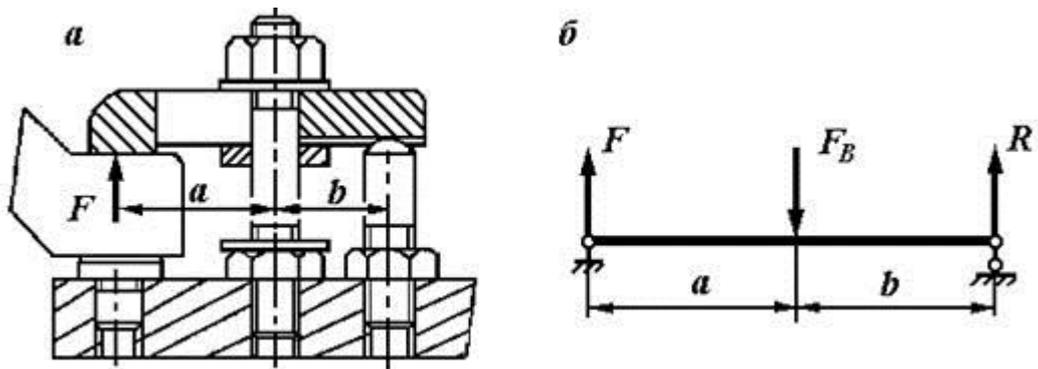


Рис. 11. Несимметричное резьбовое соединение

В случае, когда усилие приложено асимметрично, действующую нагрузку раскладывают на составляющие и приводят их к центру тяжести стыка. Если число болтов в задаче не указано, то их количеством задаются.

Рассмотрим типовые виды соединений с асимметрично приложенной нагрузкой (рис.12 и 13), которая раскрывает стык (и вызывает сдвиг деталей). Решение подобных задач является комбинированным. Действующую нагрузку раскладывают на составляющие – осевую и поперечную, а затем приводят их к центру тяжести стыка. Также можно воспользоваться рекомендациями, изложенными при решении задач первой группы.

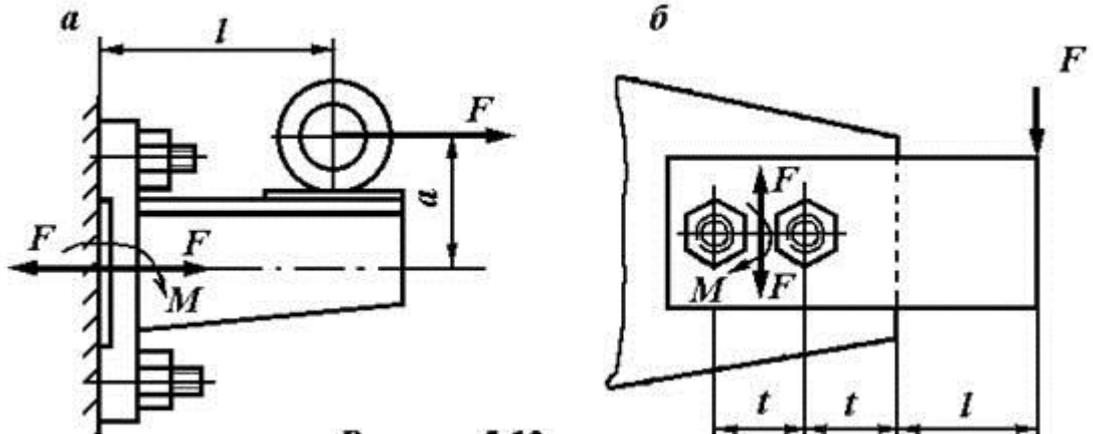


Рис. 12. Расчетные схемы задач при консольных видах соединений

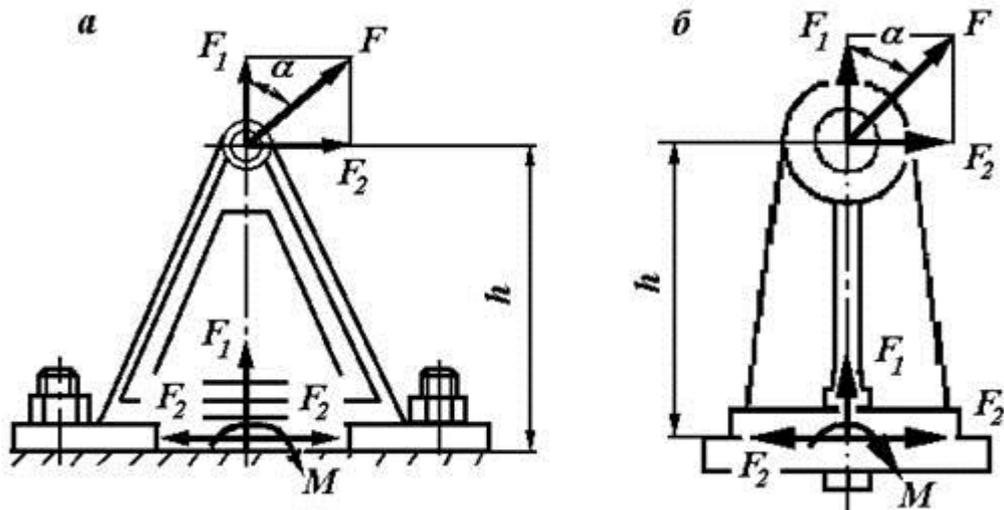


Рис. 13. Расчетные схемы задач соединений с фундаментом

В результате этого к соединению, в общем случае, приложены: осевая и поперечная силы, равномерно воспринимаемые всеми резьбовыми деталями, и опрокидывающий момент, стремящийся раскрыть стык. Из уравнения равновесия – уравнения моментов относительно центра тяжести стыка – определяются силы, дополнительно действующие на болты (винты, шпильки) в осевом направлении.

По величине наибольшей осевой (отрывающей) силы из условия прочности стержня болта (винта, шпильки) на растяжение вычисляется внутренний диаметр резьбы.

В соединении (рис.14) болты поставлены с предварительной затяжкой, обеспечивающей герметичность соединения.

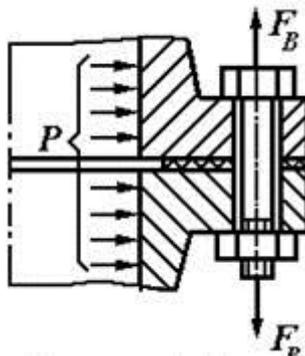


Рис. 14. Резьбовое соединение для обеспечения герметичности

- 1) Внешняя сила, действующая на болтовое соединение F_B , представляет собой силу внутреннего давления сжатого воздуха внутри емкости диаметром D

$$F_B = P \cdot (\pi \cdot D^2 / 4)$$

- 2) Выбирают материал болта (винта, шпильки), а при необходимости и материал соединяемых деталей. Крепежные детали общего назначения изготавливают из низко- и среднеуглеродистых сталей типа Сталь 10... Сталь 35.

- 3) Находят допустимые напряжения растяжения, смятия или среза в зависимости от условий работы резьбовых деталей.

Допускаемое напряжение растяжения $[\sigma_p]$ для болтового соединения находится из условия отсутствия пластических деформаций. Оно зависит от предела текучести материала винта σ_T и равно

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [s_T].$$

Здесь $[s_T]$ - коэффициент запаса прочности. Численное значение коэффициента запаса $[s_T]$ рекомендуется выбирать в зависимости от технологии сборки. Если такая сборка выполняется динамометрическим ключом, который позволяет строго контролировать усилие затяжки, то $[s_T] = 1,3 \dots 1,5$. Затяжка при таком варианте сборки называется *контролируемой*. Однако в большинстве случаев ключи для затяжки не имеют средств контроля момента завинчивания, и в результате сила затяжки оказывается неопределенной. Сборка, выполняемая таким ключом, считается *неконтролируемой*, и в этом случае целесообразно увеличить значение коэффициента запаса и принимать его равным $[s_T] = 1,5 \dots 4,0$; причем наибольшие значения из указанного интервала следует выбирать для винтов малых диаметров ($d \leq 10$ мм), у которых возможность перетяжки является более вероятной.

Допускаемое напряжение среза можно определить по зависимости

$$[\tau_{CP}] = (0,2 \dots 0,3) \sigma_T,$$

а допускаемое напряжение смятия

$$[\sigma_{CM}] = (0,35 \dots 0,45) \sigma_T.$$

- 4) Рассчитывают внутренний диаметр резьбы d_1 . Из ГОСТ подбирают болт (винт, шпильку) с ближайшим большим внутренним диаметром резьбы.

5) Проводят проверочные расчеты.

6) При необходимости можно проверить соединение на отсутствие сдвига по основанию, сравнив сдвигающую составляющую с силой трения, вызванной затяжкой болта (винта, шпильки).

Если материал основания недостаточно прочный по сравнению с материалом болтов, например: чугунный кронштейн крепится к бетонной стене (основанию), то стену проверяют по максимальным напряжениям смятия

$$\sigma_{см} = \frac{\sum F_i}{A_{ст}} \leq [\sigma_{см}],$$

где $\sum F_i$ – суммарная нагрузка на болт, сжимающая (сминающая) основание; $A_{ст}$ – площадь основания, $[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия для менее прочной детали резьбовой пары.

Допускаемое напряжение смятия в стыке для кирпичной кладки на известковом растворе - 0,7...1,0 Н/мм²; для кирпичной кладки на цементном растворе - 1,5...2,0 Н/мм²; для бетона - 2...3 Н/мм²; для дерева - 2...4 Н/мм².

Примеры решения задач при расчете резьбовых соединений

Пример 1. Стальные полосы, растянутые силой $F = 2,8$ кН, крепятся с помощью двух болтов, выполненных из стали Ст 20 (рис.15). Определить диаметр болтов. Нагрузка постоянная.

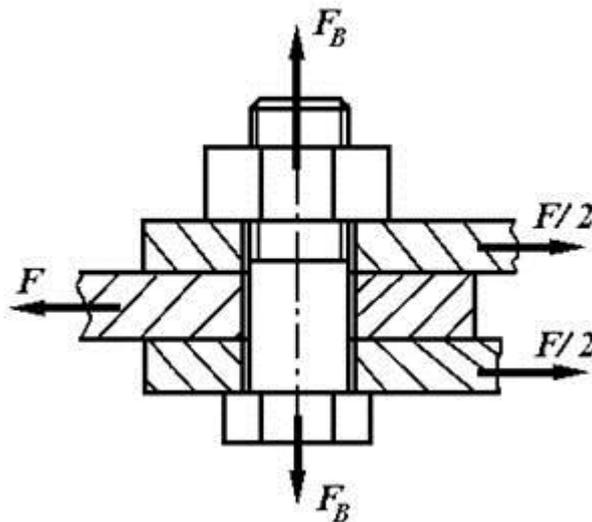


Рис. 15. Болтовое соединение

Решение

1. Для болтового соединения с неконтролируемой затяжкой принимаем $[s_T] = 3,5$ (см. п. 3). Для Ст20 предел текучести материала $\sigma_T = 245$ МПа. Допускаемое напряжение растяжения

$$[\sigma_P] = \sigma_T / [s_T] = 245 / 3,5 = 70 \text{ МПа}$$

2. Необходимая сила затяжки болта согласно (1) Принимаем: коэффициент запаса по сдвигу, листов $K = 1,6$ и коэффициент трения $f = 0,16$

$$F_B = F \cdot K / (f \cdot i \cdot z) = 2,8 \cdot 1,6 / (0,16 \cdot 2 \cdot 2) = 7 \text{ кН},$$

где $i = 2$ (см рис.15).

3. С учетом скручивания винта из-за трения в резьбе расчетная сила затяжки болта

$$F_{расч} = 1,3 F_B = 1,3 \cdot 7 = 9,1 \text{ кН}$$

4. Расчетный (внутренний) диаметр резьбы

$$d_1 \geq \sqrt{4 F_{расч} / (\pi \cdot [\sigma_P])} = \sqrt{4 \cdot 9,1 \cdot 10^3 / (\pi \cdot 70)} = 13,5 \text{ мм}.$$

Принимаем резьбу М16 с шагом $p = 2$ мм, для которой $d_p = d - 0,94 p = (16 - 0,94 \cdot 2) = 14,12$ мм.

Пример 2. Приблизительно рассчитать (рис.16): а) болты, крепящие к стене кронштейн, на котором установлен электромотор; б) удельное давление на стену.
Данные: $F = 12$ кН, $l = 1000$ мм, $a = 600$ мм, $b = 300$ мм

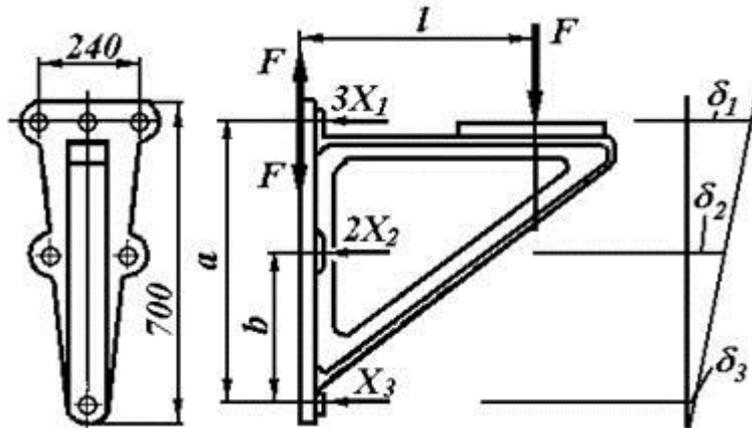


Рис. 16. Резьбовое соединение кронштейна

Решение

1. Нагрузка к соединению приложена асимметрично, поэтому выполним приведение усилия к оси симметрии соединения. Для этого силу F переносим параллельно самой себе в плоскость стыка. Прикладывая в плоскости стыка стены с кронштейном две равные и прямо противоположные силы F , получаем пару сил $M = F \cdot l$, опрокидывающую кронштейн, и силу F , стремящуюся сдвинуть его вниз.

Предполагаем, что кронштейн опрокидывается (поворачивается) вокруг оси, проходящей через центр нижнего болта.

Момент $M = F \cdot l$ должен быть уравновешен моментами от силы затяжки болтов.

Предполагая, что верхние три болта затянуты каждый с усилием X_1 , а средние - с усилием X_2 , получаем уравнение моментов относительно оси поворота кронштейна

$$3X_1 \cdot a + 2X_2 \cdot b = F \cdot l.$$

Принимая далее приближенно, что деформации болтов пропорциональны расстояниям a и b

$$\frac{X_1}{X_2} \approx \frac{a}{b}, \text{ находим } X_2 \approx X_1 \frac{b}{a}$$

и подставляем это значение в уравнение моментов

$$3X_1 \cdot a + 2X_1 \cdot \frac{b^2}{a} = F \cdot l.$$

Отсюда усилие затяжки верхнего болта

$$X_1 = \frac{Fl}{3a + 2 \cdot \frac{b^2}{a}} = \frac{12000 \cdot 1000}{3 \cdot 600 + 2 \cdot \frac{300^2}{600}} \approx 5710 \text{ Н.}$$

Так как, кроме момента, действует еще усилие $F = 1200$ Н, нагружающее поперечно все болты, последние нужно затянуть дополнительно, чтобы получить силу трения, достаточную для удержания кронштейна на месте. Пусть V_1 - дополнительная сила затяжки на каждый из шести болтов, а $f = 0,3$ - коэффициент трения между плитой кронштейна и стеной, полагая при этом, что кронштейн чугунный.

Из условия неподвижности плиты

$$6 \cdot V_1 \cdot f \geq F$$

Получим

$$V_1 = \frac{A}{6f} = \frac{12000}{6 \cdot 0,3} = 6660 \text{ Н.}$$

Таким образом, необходимая полная затяжка болта составит

$$F_B = X_1 + V_1 = 5710 + 6660 = 12370 \text{ Н.}$$

Так как при расчете не учитывалось влияние собственного веса кронштейна и вибрации, имеющей место при работе электромотора, расчетное усилие для болта верхнего ряда необходимо увеличить (обычно достаточно в 1,5 раза)

$$F_{расч} = 1,5F_B = 1,5 \cdot 12370 = 18550 \text{ Н.}$$

Хотя болты среднего и нижнего рядов несут меньшую нагрузку, чем верхнего ряда, все болты делаем одинаковыми.

2. Принимаем, что материал кронштейна - сталь Ст 5. Крепление кронштейна осуществляется к кирпичной стене, выполненной на цементном растворе.

3. Для болтового соединения с неконтролируемой затяжкой принимаем $[s_T] = 2,5$ (см. п. 3). Для стали Ст 5 предел текучести материала $\sigma_T = 280$ МПа.

Допускаемое напряжение растяжения по (3)

$$[\sigma_P] = \sigma_T / [s_T] = 280 / 2,5 = 112 \text{ МПа.}$$

4. Расчетный внутренний диаметр резьбы болта

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{расч}}{\pi \cdot [\sigma_P]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18550}{\pi \cdot 112}} = 14,252 \text{ мм.}$$

Принимаем болт с метрической резьбой. По таблице внутренний диаметр резьбы $d_1 = 15,294$ ($d = 18$ мм, $P = 2,5$ мм). Обозначение резьбы М18×2,5 ГОСТ 9150- 81.

5. Общая затяжка шести болтов прижимает плиту кронштейна к стене с усилием

$$Q = 6F_{расч} = 6 \cdot 18550 = 111,3 \text{ кН.}$$

6. Площадь плиты кронштейна составляет примерно (размеры кронштейна см. на рис.16)

$$A \approx \frac{240 + 80}{2} \cdot 700 = 112000 \text{ мм}^2.$$

7. Если основание (опорная поверхность) выполнено из материала (бетон, кирпичная кладка, дерево) менее прочного, чем кронштейн, производят проверку прочности основания по напряжениям смятия

$$\sigma_{см} = \frac{Q}{A} = \frac{111300}{112000} \approx 1 \text{ МПа.}$$

Полученное напряжение смятия равно $\sigma_{см} = 1$ МПа допустимо, если выполнить стену кирпичной на цементном растворе для которой $[\sigma_{см}] = 1,5 \dots 2,0$ МПа (см. п. 6).

Тема 4. Расчет посадок с натягом

Исходные данные: T - вращающий момент на колесе, Нм; F_a - осевая сила, Н; d - диаметр соединения, мм; d_1 - диаметр отверстия пустотелого вала, мм; d_2 - условный наружный диаметр втулки (ступицы колеса, внешний диаметр банджа и др.), мм; l - длина сопряжения, мм; материалы соединяемых деталей и шероховатость поверхностей. При одновременном нагружении соединения вращающим моментом T и осевой силой F_a расчет условно ведут по равнодействующей силе F_Σ , составляющими которой являются окружная сила T и осевая сила F_a

$$F_\Sigma = \sqrt{\left(\frac{2T}{d}\right)^2 + F_a^2}. \quad (1)$$

Осевую силу F_a , действующую в зацеплении, в расчет не принимают: как показывает анализ, после приведения сил F_t и F_a к диаметру d соединения, влияние осевой силы оказывается незначительным (с учетом силы F_a давление увеличивается для цилиндрических и червячных колес в 1,005 раза, а для конических колес с круговым зубом в 1,02 раза).

Подбор посадок производят в следующем порядке.

1) Среднее контактное давление (МПа)

$$P = 2 \cdot 10^3 \cdot K \cdot F_Z / (\pi \cdot d \cdot l \cdot f), \quad (2)$$

где K - коэффициент запаса сцепления; f - коэффициент трения.

При действии на соединение изгибающего момента $M_{из}$ требуемое давление определяют по выражению

$$P = \frac{K \cdot 12 \cdot M_{из}}{\pi \cdot d \cdot l^2}. \quad (3)$$

Для предупреждения снижения несущей способности вследствие нестабильности коэффициента трения и контактной коррозии (изнашивания посадочных поверхностей вследствие их микроскольжения при действии переменных напряжений, пиковых нагрузок, особенно в период пуска и останова) или для уменьшения ее влияния в соединениях с натягом следует предусматривать определенный запас сцепления K , который принимают $K = 2,0 \dots 4,5$.

Для определения числовых значений коэффициента трения f можно воспользоваться данными таблицы 4, в которой приведены значения коэффициента трения в случае соединения с валом, изготовленным из стали.

Таблица 4. Коэффициенты трения при различных способах сборки

Способ сборки соединения	Сталь	Чугун	Алюминиевые и магниевые сплавы	Латунь	Пластмассы
Механический	0,06...0,13	0,07... 0,12	0,02... 0,06	0,05... 0,10	0,6... 0,5
Тепловой	0,14... 0,16	0,07... 0,09	0,05... 0,06	0,05... 0,14	-

2) Расчетный теоретический натяг (мкм):

$$\delta = 10^3 \cdot p \cdot d (C_1/E_1 + C_2/E_2), \quad (4)$$

где C_1, C_2 - коэффициенты жесткости:

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^2} \cdot \mu; \quad (5)$$

$$C_2 = \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} - \mu_2; \quad (6)$$

здесь E - модуль упругости, МПа: для стали - $2,1 \cdot 10^5$; чугуна - $0,9 \cdot 10^5$; оловянной бронзы - $0,8 \cdot 10^5$; безоловянной бронзы и латуни - 10^5 ;

μ - коэффициент Пуассона: для стали - 0,3; чугуна - 0,25; бронзы, латуни - 0,35.

Индекс «1» для охватываемой детали (вала), индекс «2» для охватывающей детали (штулки).

В задачах о посадке подшипника качения (задача 9) диаметры d_1 и d_2 необходимо определить по следующим зависимостям.

Диаметр по дну желоба (d_0)

$$d_0 = 0,5 \cdot (D + d) - d_w, \quad (7)$$

диаметр борта (d_1)

$$d_2 = d_0 + 2 \cdot 0,2 \cdot d_w, \quad (8)$$

где соответствующие размеры подшипника приведены в таблице.

3) Поправка на обмятие микронеровностей (мкм)

$$u = 5,5 \cdot (Ra_1 + Ra_2), \quad (9)$$

где Ra_1 и Ra_2 - средние арифметические отклонения профиля поверхностей. Значения Ra , мкм принимают согласно чертежу детали или по таблице 5, где приведены рекомендуемые значения параметра шероховатости Ra для посадочных поверхностей отверстий и валов.

Таблица 5. Параметры шероховатости Ra для посадочных отверстий и валов

Интервалы размеров, мм	Отверстие			Вал		
	Квалитет					
	6,7	8	9	6,7	8	9
	Ra, мкм					
Свыше 18 до 50	0,8	1,6	3,2	0,8	0,8	1,6
Свыше 50 до 120	1,6		3,2	0,8	1,6	
Свыше 120 до 500	1,6	3,2		1,6	3,2	

4) *Поправка на температурную деформацию (мкм).* При подборе посадки зубчатых венцов червячных колес, которые нагреваются при работе передачи до относительно высоких температур, учитывают температурные деформации центра и венца колеса, ослабляющие натяг

$$\delta_t = 10^3 \cdot d \cdot [(t_2 - 20^\circ) \cdot \alpha_2 - (t_1 - 20^\circ) \cdot \alpha_1]. \quad (10)$$

Здесь t_1 и t_2 - средняя объемная температура соответственно обода центра и венца колеса. Значения коэффициентов α , $1/^\circ\text{C}$: для стали - $12 \cdot 10^{-6}$; чугуна - $10 \cdot 10^{-6}$; бронзы, латуни - $19 \cdot 10^{-6}$.

5) *Минимальный натяг* (мкм), необходимый для передачи вращающего момента,

$$[N]_{\min} \geq \delta + u + \delta_t. \quad (11)$$

6) *Максимальный натяг* (мкм), допускаемый прочностью охватывающей детали (ступицы, венца и др.),

$$[N]_{\max} \leq [\delta]_{\max} + u. \quad (12)$$

7) *Максимальная деформация* (мкм), допускаемая прочностью охватывающей детали,

$$[\delta]_{\max} = \delta \cdot [P]_{\max} / P. \quad (13)$$

$$\text{где } [P]_{\max} = 0,5 \cdot \sigma_T \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)^2 \right]; \quad (14)$$

максимальное давление, допускаемое прочностью охватывающей детали (σ_T - предел текучести материала охватывающей детали, МПа).

8) *Выбор посадки*. По значениям $[N]_{\min}$ и $[N]_{\max}$ выбирают по таблице одну из посадок, удовлетворяющих условиям (11) и (12).

Приводимые в таблице значения минимального N_{\min} и максимального N_{\max} вероятностных натягов подсчитаны по формулам, учитывающим рассеивание размеров вала и отверстия и, как следствие, рассеивание величины натяга.

9) Для выбранной посадки определяют силу запрессовки или температуру нагрева детали.

Сила запрессовки, Н

$$F_{\Pi} = \pi \cdot d \cdot l \cdot P_{\max} \cdot f_{\Pi}. \quad (15)$$

$$\text{где } P_{\max} = N_{\max} - u \cdot P / \delta, \text{ МПа} \quad (16)$$

P_{\max} - давление от натяга N_{\max} выбранной посадки;

f_{Π} - коэффициент сцепления (трения) при прессовании (таблица 6).

Таблица 6. Коэффициенты сцепления при прессовании

Материал деталей соединения	Сталь - сталь	Сталь - чугун	Сталь - бронза, латунь	Чугун - бронза, латунь
f_{Π}	0,20	0,14	0,10	0,08

10) Температура нагрева охватывающей детали, $^\circ\text{C}$ для обеспечения зазора при сборке

$$t = 20^\circ + \frac{N_{\max} + Z_{сб}}{10^3 \cdot d \cdot \alpha_2}, \quad (17)$$

где $Z_{сб}$ - зазор для удобства сборки, мкм; этот зазор принимают в зависимости от диаметра вала d по таблице 7:

Таблица 7. Зазоры при сборке

d, мм	св. 30 до 80	св. 80 до 180	св. 180 до 400
$Z_{сб}$, мкм	10	15	20

Температура нагрева должна быть такой, чтобы не происходило структурных изменений в материале. Для стали $[t] = 230... 240^{\circ}\text{C}$, для бронзы $[t] = 150... 200^{\circ}\text{C}$.

Пример решения задачи при соединении запрессовкой

Пример. Косозубое цилиндрическое колесо передает на вал номинальный вращающий момент $T = 400$ Нм. На зубья колеса действуют силы: окружная $F_t = 4000$ Н; радиальная $F_r = 1500$ Н и осевая $F_a = 1000$ Н; точка приложения этих сил расположена в середине зубчатого венца колеса на диаметре d_w . Размеры деталей соединения даны на рис.33. Материал колеса и вала: сталь 40Х, термообработка - улучшение, твердость поверхности 240... 260 НВ, пределы текучести $\sigma_{T1} = \sigma_{T2} = 650$ МПа. Сборка осуществляется запрессовкой. Требуется подобрать стандартную посадку для передачи заданной нагрузки.

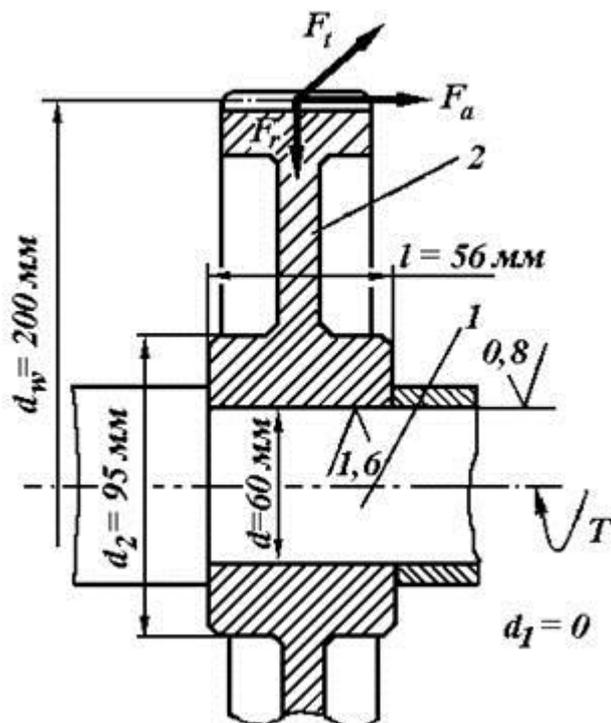


Рис. 17. Зубчатое колесо, установленное на вал запрессовкой

Решение

1. Коэффициент запаса сцепления принимаем $K = 3$, так как на соединение действуют циклические напряжения изгиба. Напряжения изменяются потому, что силы F_t , F_r и F_a в пространстве неподвижны, а соединение вал-колесо вращается.

2. Коэффициент трения $f = 0,08$ (см. таблица 4), так как детали соединения стальные без покрытий и сборка осуществляется под прессом (запрессовка).

3. Действующий на соединение изгибающий момент от осевой силы F_a на колесе равен

$$M_{II} = F_a \cdot d_w / 2 = 1000 \cdot 200 / 2 = 100 \text{ Нм} = 100000 \text{ Нмм.}$$

4. Потребное давление для передачи вращающего момента T и осевой силы F_a определяем по формулам (1) и (2)

$$P_1 = \frac{K \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot T}{d}\right)^2 + F_a^2}}{\pi \cdot f \cdot d \cdot l} = \frac{3 \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 100}{0,06}\right)^2 + 1000^2}}{3,14 \cdot 0,08 \cdot 60 \cdot 56} = 47,5 \text{ МПа.}$$

5. Потребное давление для восприятия изгибающего момента M_{II} из условия нераскрытия стыка находим по формуле (3)

$$P_2 \geq \frac{k \cdot 12 \cdot M_{II}}{\pi \cdot d \cdot l^2} = \frac{3 \cdot 12 \cdot 100000}{3,14 \cdot 60 \cdot 56^2} = 6,09 \text{ МПа.}$$

Для дальнейшего расчета в качестве потребного давления P выбираем большее значение, т. е. $P = P_1 = 47,5 \text{ МПа}$.

6. Расчетный теоретический натяг определяем по формуле Ляме (4)

$$\delta = 10^3 \cdot P \cdot d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right).$$

Посадочный диаметр соединения $d = 60 \text{ мм}$ (см. рис.17), вал сплошной стальной с параметрами: $d = 60 \text{ мм}$; $d_1 = 0$; $\mu_1 = 0,3$; $E_1 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; ступица (зубчатое колесо) стальная с параметрами: $d_2 = 95 \text{ мм}$; $d = 60 \text{ мм}$; $\mu_2 = 0,3$; $E_2 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, здесь условно принимают наружный диаметр d_2 охватывающей детали равным диаметру ступицы зубчатого колеса.

Тогда по формулам (5), (6) коэффициенты

$$C_1 = \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^2} - \mu_1 = \frac{1 + \left(\frac{0}{60}\right)^2}{1 - \left(\frac{0}{60}\right)^2} - 0,3 = 1 - 0,3 = 0,7;$$

$$C_2 = \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} + \mu_2 = \frac{1 + \left(\frac{60}{95}\right)^2}{1 - \left(\frac{60}{95}\right)^2} + 0,3 = 2,63.$$

При этих параметрах потребный расчетный теоретический натяг равен (4)

$$\delta = 10^3 \cdot 47,5 \cdot 60 \cdot \left(\frac{0,7}{2,1 \cdot 10^5} + \frac{2,63}{2,1 \cdot 10^5} \right) = 45,2 \text{ мкм.}$$

6. Поправка на обмятие микронеровностей (4.9) составляет

$$u = 5,5 \cdot (Ra_1 + Ra_2) = 5,5 \cdot (0,8 + 1,6) = 13,2 \text{ мкм,}$$

где $Ra_1 = 0,8$, $Ra_2 = 1,6$ согласно рис.17.

7. Температурную поправку δ_t принимаем равной нулю. Минимальный натяг, требуемый для передачи заданной нагрузки, равен (11)

$$N_{max} = \delta + u + \delta_t = 45,2 + 13,2 + 0 = 58,4 \text{ мкм.}$$

8. Давление на поверхности контакта, при котором эквивалентные напряжения в ступице колеса достигают значения предела текучести материала ступицы $\sigma_{T2} = 650$ МПа, находим по формуле (14)

$$[p]_{max} = 0,5 \cdot \sigma_T \left[1 - \left(\frac{d}{d_2} \right)^2 \right] = 0,5 \cdot 650 \left[1 - \left(\frac{60}{95} \right)^2 \right] = 195,4 \text{ МПа.}$$

9. Расчетный натяг, соответствующий давлению $[P]_{max}$, т. е. натяг, при котором эквивалентные напряжения у внутренней поверхности ступицы достигнут предела текучести материала ступицы, составляет (13)

$$[\delta_{max}] = [P_{max}] \frac{\delta}{P} = 195,4 \frac{45,2}{47,5} = 185,9 \text{ мкм.}$$

10. Максимально допустимый натяг (12) по условию отсутствия зон пластических деформаций у охватываемой детали (ступице зубчатого колеса) равен

$$N_{max} = [\delta_{max}] + u = 185,9 + 13,2 = 199,1 \text{ мкм}$$

11. Для образования посадок принимаем систему отверстия. Допускаем вероятность появления (риск появления) больших и меньших натягов 0,14%, т.е. принимаем надежность $P(t) = 0,9986$. Условия пригодности посадки

$$N_{min} \geq N_{Pmin}; N_{Pmax} \leq N_{max}.$$

12. Из числа рекомендуемых стандартных посадок пригодна посадка $\text{Ø } 60 \text{ H7/u7}$, для которой вероятностный минимальный натяг $N_{Pmin} = 66$ мкм больше минимального натяга, требуемого для передачи заданной нагрузки, $N_{min} = 58,4$ мкм, а максимальный вероятностный натяг $N_{Pmax} = 108$ мкм меньше максимального натяга по условию отсутствия пластических деформаций у ступицы колеса $N_{max} = 199,1$ мкм.

Прочность деталей соединения, в частности ступицы зубчатого колеса, проверять не надо, так как у выбранной посадки максимальный вероятностный натяг $N_{Иmin} = 108$ мкм. При таком натяге эквивалентные напряжения в ступице будут меньше предела текучести, поскольку эквивалентные напряжения в ступице достигают предела текучести при натяге 199,1 мкм.

Тема 5. Расчет шпоночных и шлицевых соединений

Решение задач производится в следующем порядке.

1) По диаметру вала d определить размеры поперечного сечения шпонок или размеры и число зубьев шлицевого соединения.

2) Допускаемое напряжение смятия $[\sigma_{см}]$ определяется пределом текучести σ_T и зависит от вида приложенной нагрузки и характеристик материалов контактирующих деталей. Значение $[\sigma_{см}]$ выбирается в расчете на **наименее прочный материал** их тех, что находятся в контакте.

Тогда

$$[\sigma_{см}] = \sigma_T / [s], \quad (1)$$

где σ_T - предел текучести, МПа; $[s]$ - коэффициент запаса.

При нереверсивной нагрузке, мало изменяющейся по величине, принимают коэффициент запаса $[s] = 1,9 \dots 2,3$, а при частых пусках и остановках - $[s] = 2,9 \dots 3,5$; при реверсивной нагрузке коэффициент запаса повышают на 30%.

Допускаемые напряжения на срез для шпонок обычно принимают $[\tau_{ср}] = 60 \dots 100$ МПа (меньшее значение принимают при динамических нагрузках).

Для *шлицевых соединений* фактические напряжения сильно зависят от координаты рассматриваемой точки на шлице и поэтому они оказываются значительно больше средних. Это обстоятельство можно учесть, если уменьшать допускаемые напряжения, увеличивая при этом коэффициенты запаса. При статической нагрузке допускаемые напряжения смятия можно принимать $[\sigma_{см}] = 80 \dots 120$ МПа при твердости поверхности шлицев $HВ \leq 350$ и $[\sigma_{см}] = 120 \dots 200$ МПа при твердости поверхности шлицев $HВ > 350$. В случае подвижного соединения допускаемые напряжения уменьшают в два раза.

3) *Проверить прочность* элементов соединения в соответствии с видами разрушения.

а) *Призматические шпонки* имеют прямоугольное сечение. Стандарт предусматривает для каждого диаметра вала определенные размеры поперечного сечения шпонки. Поэтому при проектных расчетах размеры b и h принимают из таблицы Б4 и определяют расчетную длину l_p шпонки

$$l_p \geq \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T}{d \cdot [\sigma_{см}] \cdot (h - t_1)}. \quad (2)$$

Длину шпонки $l = l_p + b$ выбирают из стандартного ряда. Длину ступицы $l_{см}$ назначают на 8...10 мм больше длины шпонки. Если по результатам расчета шпоночного соединения получают длину ступицы $l_{см} \geq 1,5d$, то вместо шпоночного целесообразнее применить шлицевое соединение или соединение с натягом.

Причиной разрушения шпоночного соединения, помимо нормальных пластических деформаций, может быть пластический сдвиг (срез), вызванный наибольшими касательными напряжениями.

И тогда шпонки проверяют на срез

$$\tau_{ср} = \frac{F_t}{A} = \frac{2 \cdot T / d}{l_p \cdot b} \leq [\tau_{ср}]. \quad (3)$$

Однако если размеры поперечного сечения шпонки в зависимости от диаметра вала выбираются из нормального ряда, то выполнять такой расчет нет необходимости, так как условие прочности на срез выполняется автоматически.

б) *Сегментные шпонки*. Размеры сегментных шпонок рекомендуется выбирать в соответствии с данными таблицы. Расчет сегментных шпонок проводится в форме проверочного и выполняется по той же методике и по тем же формулам, что и расчет на сопротивление смятию для призматических шпоночных соединений.

Тогда

$$\sigma_{ссм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma_{ссм}]. \quad (4)$$

Проверка соединения на срез осуществляется по формуле (3), принимая при этом $l_p = l$.

в) *Штифтовые соединения.*

Диаметр $d_{ш}$ и расчетную длину штифта (цилиндрической шпонки) l_p в первом приближении принимают по соотношениям в зависимости от диаметра вала d :

$$d_{ш} \approx (0,13 \dots 0,16)d; \quad l_p \approx (3 \dots 4)d_{ш} \quad (5)$$

и уточняют по ГОСТ.

- *штифт расположен параллельно оси вращения* соединение при этом обеспечивает передачу момента вращения T .

При нагружении внешним моментом в продольном сечении штифта появляются касательные напряжения, которые не могут превышать предела текучести при сдвиге.

Условие прочности на сопротивление срезу для осевого штифтового соединения можно записать как

$$\tau_{ср} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot d_{ш} \cdot l_p} \leq [\tau_{ср}]. \quad (6)$$

Условие отсутствия на поверхности контакта пластических деформаций (смятия), вызванных нормальными напряжениями, записывается в виде

$$\sigma_{ссм} = \frac{F}{A_{ссм}} = \frac{\frac{2 \cdot T}{d}}{l_{ш} \cdot \frac{1}{2} \cdot d_{ш}} = \frac{4 \cdot T}{d \cdot l_{ш} \cdot d_{ш}} \leq [\sigma_{ссм}] \quad (7)$$

По указанным формулам можно определить длину шпонки, задавшись ее диаметром, или задавшись ее длиной, найти диаметр шпонки.

- *штифт установлен в радиальном направлении.*

Здесь каждая поверхность среза представляет собой круг. Как уже было сказано выше, в момент среза на этих поверхностях действуют касательные напряжения, равные пределу текучести при сдвиге. Тогда условие прочности на сопротивление срезу имеет вид

$$\tau_{ср} = \frac{8 \cdot T}{\pi \cdot d \cdot d_{ш}^2 \cdot i} \leq [\tau_{ср}]. \quad (8)$$

где i - число поверхностей среза.

в) *Шлицевые соединения.*

Смятие и износ рабочих поверхностей зубьев связаны с одним и тем же параметром – напряжением смятия $\sigma_{ссм}$. Это позволяет рассматривать $\sigma_{ссм}$ как обобщенный критерий расчета и на смятие и на износ, принимая при этом $[\sigma_{ссм}]$ на основе опыта экс-

плутации подобных конструкций. Такой расчет будет называться упрощенным расчетом по обобщенному критерию.

При проектировочном расчете шлицевых соединений после выбора размеров сечения зубьев по стандарту определяют длину зубьев l из условия прочности по напряжениям смятия

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T \cdot K_3}{z \cdot h \cdot d_m \cdot l} \leq [\sigma_{см}], \quad (9)$$

где K_3 – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между зубьями (зависит от точности изготовления и условий работы), $K_3 = 1,1 \dots 1,5$.

Геометрические размеры шлица вычисляют в зависимости от шлицевого соединения. Так для прямоугольных шлицев

$$d_m = \frac{D + d}{2}, \quad h = \frac{D - d}{2} - 2 \cdot f; \quad (10)$$

для эвольвентных

$$d_m = m \cdot z, \quad h = m. \quad (11)$$

Если получается, что $l > 1,5d$, то изменяют размеры, термообработку или принимают другой вид соединения.

Длину ступицы принимают $l_{ст} = l + 4 \dots 6$ мм и более в зависимости от конструкции соединения.

Примеры решения задач при расчете шпоночных и шлицевых соединений

Пример 1. Выбрать по стандарту призматическую шпонку для соединения шестерни с валом $d = 55$ мм (рис.18). Материал шестерни - Сталь 40Х, материал шпонки - Сталь 45, длина ступицы $l_{ст} = 72$ мм, передаваемый момент $T = 500$ Нм при постоянной реверсивной нагрузке.

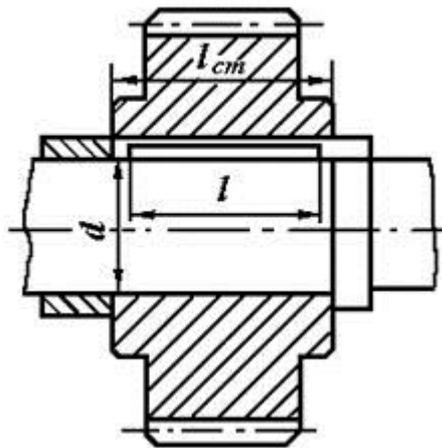


Рис. 18. Шестерня, закрепленная на валу призматической шпонкой

Решение

1. Согласно стандарту, на призматические шпонки выбираем шпонку со следующими размерами: $b = 16$ мм, $h = 10$ мм, $t_1 = 6$ мм. Учитывая длину ступицы определяем длину шпонки (см. п. 2, а) $l = l_{ст} - 10$ мм = 62 мм, затем из стандартного ряда выбираем длину шпонки $l = 63$ мм; расчетная длина

$$l_p = l_p - b = 63 - 16 = 47 \text{ мм.}$$

Принята «Шпонка 16×10×63 ГОСТ 23360 – 78».

2. Находим допускаемое напряжение смятия. Для материала шпонки – Сталь 45 (по заданию) $\sigma_T = 290$ МПа допускаемый коэффициент запаса прочности $[s] = 2,5$

$$[\sigma_{см}] = \sigma_T / [s] = 290 / 2,5 = 116 \text{ МПа.}$$

3. Проверяем соединение на смятие

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot l_p} = \frac{2 \cdot 500 \cdot 10^3}{55 \cdot (10 - 6) \cdot 47} = 96,7 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] = 116 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполнено.

Пример 2. Подобрать шлицевое соединение для блока шестерен с валом коробки передач (рис.18). Расчетный диаметр вала $d = 35$ мм, рабочая длина ступицы блока $l_p = 65$ мм. Соединение передает $T = 200$ Нм при спокойной нагрузке. Материал вала - Сталь 45 ($\sigma_T = 290$ МПа), материал блока зубчатых колес – Сталь 40Х ($\sigma_T = 600$ МПа). Рабочие поверхности зубьев закалены ($HV \geq 350$). Блок шестерен переключается не под нагрузкой.

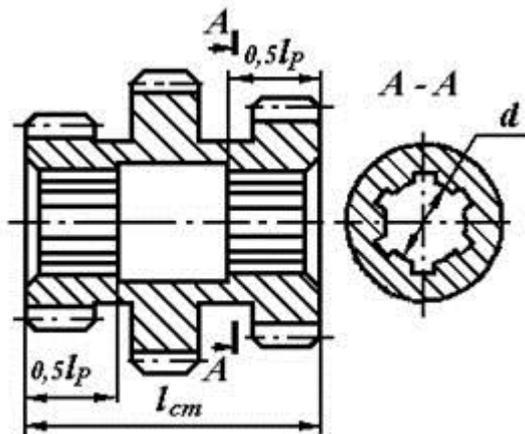


Рис. 19. Шлицевое соединение блока шестерен с валом коробки передач

Решение.

1. Выбираем прямоугольное шлицевое соединение как наиболее распространенное. Для закаленных зубьев принимаем центрирование по внутреннему диаметру.

2. По таблице находим размеры соединения по средней серии, которая рекомендуется при перемещении ступиц не под нагрузкой. Для диаметра вала $d = 35$ мм, $z \times d \times D = 8 \times 36 \times 42$ мм; $f = 0,4$ мм.

3. Для подвижного соединения при спокойной нагрузке принимаем $[\sigma_{см}] = 80$ МПа (см. п. 2).

4. Геометрические размеры шлица вычисляют по формуле (10)

$$d_m = (D - d)/2 = (42 - 36)/2 = 39 \text{ мм,}$$

$$h = \frac{D - d}{2} - 2 \cdot f = \frac{42 - 36}{2} - 2 \cdot 0,4 = 2,2 \text{ мм.}$$

По формуле (9) расчетное условное напряжение смятия

$$\sigma_{сж} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T \cdot K_3}{z \cdot h \cdot d_m \cdot l} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 1,3}{8 \cdot 2,2 \cdot 39 \cdot 65} = 11,65 \text{ МПа},$$

что удовлетворяет условию $\sigma_{сж} < [\sigma_{сж}]$.

Тема 6. Расчет силовых винтов

При расчете силовых винтов необходимо обратить внимание на то, что усилие на винт F_B в явном виде не задано, а его необходимо определить из уравнения равновесия клина $\Sigma X=0$ (рис.20).

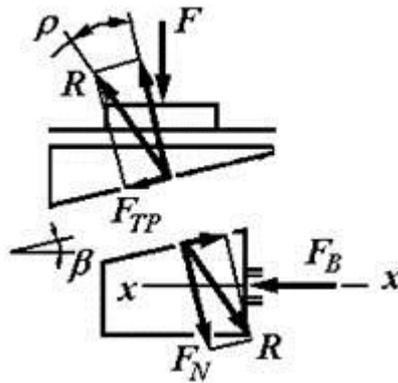


Рис. 20. Схема нагрузки на винт

Сила F , действующая со стороны груза, уравновешивается силой нормального давления F_N и силой трения $F_{тр}$. Равнодействующая реакция R на стыке ползунов отклонена от нормали на угол трения ρ . Проецируя равнодействующую R на направление $x-x$ получим силу, которая приложена к винту

$$F_B = R \cdot \sin(\beta + \rho) = F \cdot \sin(\beta + \rho) / \cos(\beta + \rho) = F \cdot \operatorname{tg}(\beta + \rho)$$

Теперь можно перейти к расчету передачи винт-гайка по стандартной методике

1) Назначают материалы для изготовления винта и гайки или принимают в соответствие с заданием. Механические характеристики материалов приведены в справочных данных.

2) Определяют допустимые напряжения $[\sigma_p]$, $[\sigma_{сж}]$ для материала винта, $[\sigma_p]$, $[\sigma_{сж}]$, $[\tau_c]$ - для материала гайки,

Допускаемое напряжение $[\sigma_p]$ на растяжение или сжатие стальных винтов вычисляют, назначая коэффициент запаса $[s] = 2,5 \dots 3,0$.

$$[\sigma_p] = \sigma_T / [s], \quad (1)$$

где σ_T - предел текучести основного металла.

Допускаемые напряжения для материала гайки обычно принимают следующими:

- на смятие бронзовой (чугунной) гайки по чугуну или стали $[\sigma_{сж}] = 42 \dots 55 \text{ МПа}$;

- на растяжение: для бронзы $[\sigma_p] = 34 \dots 44$ МПа, для чугуна $[\sigma_p] = 20 \dots 24$ МПа.

3) Принимают допускаемое давление $[q]$ между витками резьбы винта и гайки. Для пар трения: сталь по чугуну $[q] = 5 \dots 6$ МПа, сталь по бронзе $[q] = 8 \dots 10$ МПа, закаленная сталь по бронзе $[q] = 10 \dots 12$ МПа.

4) Задаем (или задано в условии задачи) профилем резьбы и относительной рабочей высотой профиля ψ_h , учитывая величину и направление осевой нагрузки. Так для прямоугольной и трапецидальной резьбы $\psi_h = 0,5$; для упорной $\psi_h = 0,75$; для треугольной $\psi_h = 0,541$.

5) Выбираем конструкцию гайки - цельная, разъемная - и принимаем коэффициент высоты гайки: для цельных гаек $\psi_H = 1,2 \dots 2,5$; для разъемных - $\psi_H = 2,5 \dots 3,5$ (большие значения для резьб меньших диаметров).

6) Определяем средний диаметр резьбы из условия износостойкости

$$d_2 \geq \sqrt{F / (\pi \cdot \psi_H \cdot \psi_h \cdot [q])}, \quad (2)$$

по которому подбирают ближайшие стандартные значения параметров резьбы – диаметры: внутренний d_1 , средний d_2 , наружный d , шаг P .

Резьба, параметры которой определены из расчета на износостойкость, обычно имеет избыточный запас прочности на срез, поэтому резьбу винта и гайки на срез обычно не проверяют.

7) Определяется угол подъема винтовой линии ψ и проверяется условие самоторможения

$$\operatorname{tg} \psi = n \cdot P / (\pi \cdot d_2), \quad (3)$$

$$\psi < \rho, \quad (4)$$

где n – число заходов резьбы; $\rho = \operatorname{arctg} f$ - угол трения; f - коэффициент трения скольжения (таблица 8)

Таблица 8. Коэффициенты трения скольжения

Сталь по стали (в масле)	0,04... 0,05
Сталь по стали или чугуну (всухую)	0,15... 0,18
Текстолит, ретинакс по чугуну или стали (всухую)	0,30... 0,35
Металлокерамика по стали (всухую)	0,30... 0,35
Сталь по бронзе (периодическое смазывание)	0,08... 0,10

8) Определяются расчетные и конструктивные размеры гайки.

а) Высота гайки

$$H_G = \psi_H \cdot d_2. \quad (5)$$

б) Число витков гайки определяют, учитывая неравномерность распределения осевой нагрузки по виткам резьбы, выдерживая условие

$$z = \frac{H_G}{P} \leq 10 \dots 12. \quad (6)$$

в) Наружный диаметр D определяется из условия ее прочности на растяжение и кручение:

$$\sigma_{ЭКВ} = \frac{4 \cdot F_{РАСЧ}}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \leq [\sigma_p], \quad (7)$$

где $F_{РАСЧ} = 1,3 \cdot F$; d - наружный диаметр резьбы.

Отсюда

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot F}{\pi \cdot [\sigma_p]} + d^2}, \quad (8)$$

г) Диаметр бурта гайки

$$D_B = (1,25 \dots 1,35) \cdot D. \quad (9)$$

9) *Винт проверяется на прочность.* Этот расчет выполняется как проверочный. Так как тело винта одновременно подвергается сжатию (или растяжению) и кручению, то, согласно энергетической теории, условие прочности винта записывается так:

$$\sigma_{ЭКВ} = \sqrt{\sigma_{СЖ}^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq [\sigma_p] \quad (10)$$

Здесь

$$\sigma_{СЖ} = \frac{4F}{\pi \cdot d_1^2}, \quad (11)$$

где F - осевая сила; d_1 - внутренний диаметр резьбы;

$$\tau = T_P / (0,2d_1^3); \quad (12)$$

где T_P - момент сил в резьбе.

Приближенно можно провести проверочный расчет винта на прочность по расчетной осевой силе $F_{РАСЧ} = 1,3F$ (см. расчет затянутых болтов) по условию

$$\sigma_{ЭКВ} = \frac{4 \cdot F_{РАСЧ}}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma_p]. \quad (13)$$

10) *Проводится расчет винта на устойчивость.* Этот расчет также выполняется как проверочный для работающих на сжатие длинных винтов. Условие устойчивости имеет вид

$$\sigma_{СЖ} = \frac{4F}{\pi \cdot d_1^2} \leq \varphi \cdot [\sigma_{СЖ}]. \quad (14)$$

Здесь φ - коэффициент продольного изгиба, зависящий от материала винта и гибкости λ стержня (таблица 9). Гибкость стержня можно определить по формуле

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i}, \quad (15)$$

где μ - коэффициент приведения длины (для двухопорных винтов $\mu = 1$; если опорной является гайка, то $\mu = 2$); l - расчетная длина винта (для двухопорных винтов - расстояние между опорами; если опорой является гайка, то расстояние от середины гайки до свободного конца $l = l_0 - H_T/2$); i - радиус инерции сечения (для винта $i = d_1/4$).

Таблица 9. Значения коэффициента продольного изгиба

μ_P / i	0	30	50	60	70	80	90	100	120	140	160
φ	1,00	0,91	0,86	0,82	0,76	0,70	0,62	0,51	0,37	0,29	0,24
	1,00	0,91	0,83	0,79	0,72	0,65	0,55	0,43	0,30	0,23	0,19

Нижние значения φ относятся к сталям повышенного качества.

11) *Определяется длина рукоятки.* Усилие, прикладываемое на рукоятке винтового механизма, должно обеспечивать преодоление момента сил трения в резьбе

$$T_p = F \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho) \frac{d_2}{2}. \quad (16)$$

Длину рукоятки определим из равенства моментов силы трения в резьбе и усилия, приложенного к рукоятке, приняв при этом усилие рабочего на рукоятку $F_P = 200$ Н, тогда

$$T_p = l_p \cdot F_P, \text{ откуда } l_p = T_p / F_P. \quad (17)$$

Примеры решения задач на расчет силовых винтов

Пример 1. Рассчитать основные параметры ручного домкрата (рис.21) грузоподъемностью $Q = 50$ кН. Длина винта $l_0 = 500$ мм, его материал - сталь 45, материал гайки - серый чугун СЧ18. Резьба трапецеидальная.

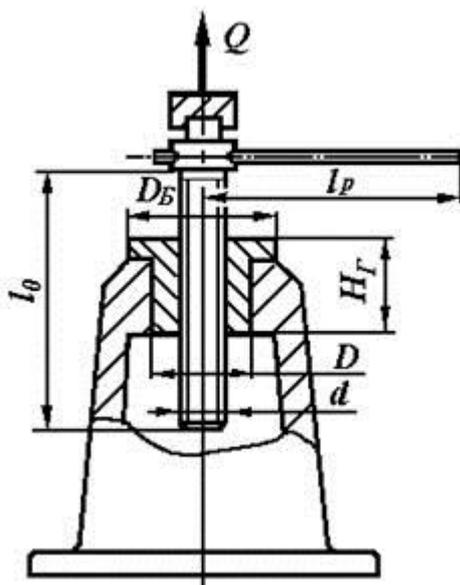


Рис. 21. Ручной домкрат

Решение

1. Расчет винта

1.1. Вес груза Q сжимает винт таким же по величине усилием, т.е. $F = Q$. Для обеспечения самоторможения принимаем однозаходную резьбу.

1.2. По условию износостойкости (2) резьбы определяем ее средний диаметр d_2 , приняв $\psi_n = 0,5$, $\psi_n = 2,5$; допускаемое давление в резьбе $[q] = 6$ МПа (см. п.п. 3, 4, 5)

$$d_2 = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \psi_H \cdot \psi_h \cdot [q]}} = \sqrt{\frac{50 \cdot 10^3}{\pi \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot 6}} = 46 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартную трапецеидальную (по заданию) резьбу винта с параметрами: наружный диаметр $d = 50$ мм, внутренний диаметр $d_1 = 41$ мм, средний диаметр $d_2 = 46$ мм, шаг резьбы $p = 8$ мм.

1.3. Определяем угол подъема резьбы ψ на среднем диаметре (3) и проверяем наличие самоторможения (4), приняв по таблице 21 коэффициент трения $f = 0,15$ (угол трения $\rho = 8,53^\circ$)

$$\tan \psi = n \cdot p / (\pi \cdot d_2) = 1 \cdot 8 / (\pi \cdot 46) = 0,0546; \text{ тогда } \psi \approx 3,17^\circ.$$

Условие самоторможения соблюдено, так как $\rho > \psi$.

1.4. Проверка винта на прочность. Принимая допускаемое напряжение на растяжение $[\sigma_p] = 90$ МПа, определяем напряжение (7)

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{4 \cdot F_{\text{РАСЧ}}}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot 50 \cdot 10^3}{\pi \cdot 41^2} = 48,6 \text{ МПа} < [\sigma_p] = 90 \text{ МПа.}$$

Прочность винта обеспечена.

1.5. Проверка винта на устойчивость. Расчетная длина винта l_p (при высоте гайки (5) $H_{\Gamma} = \psi_H \cdot D_2 = 2,5 \cdot 46 = 115$ мм) равна

$$l_p = l_0 - \frac{H_{\Gamma}}{2} = 500 - \frac{115}{2} \approx 443 \text{ мм.}$$

Тогда гибкость винта (при $\mu = 2$; $i = d_1/4 = 41 / 4 = 10,25$ мм) будет равна (15)

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l_p}{i} = \frac{2 \cdot 443}{10,25} \approx 85.$$

1.6. По таблице 28 находим коэффициент продольного изгиба $\varphi = 0,6$.

Тогда, приняв по (1)

$$[\sigma_{\text{СЖ}}] = \frac{\sigma_T}{S} = \frac{360}{3} = 120 \text{ МПа,}$$

будем иметь по (14)

$$\sigma_{\text{СЖ}} = \frac{4F}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{\pi \cdot 41^2} = 37,4 \text{ МПа} < \varphi [\sigma_{\text{СЖ}}] = 0,6 \cdot 120 = 72 \text{ МПа.}$$

Устойчивость винта обеспечена.

2. Расчет гайки

2.1. Определим ее наружный диаметр D гайки по формуле (8), приняв $[\sigma_p] = 22$ МПа, тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot F}{\pi \cdot [\sigma_p]} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 50 \cdot 10^3}{\pi \cdot 22} + 50^2} = 79,1 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 80$ мм.

2.2. Диаметр бурта D_B определяем по эмпирической зависимости (9)

$$D_B = 1,35 D = 1,35 \cdot 80 = 108 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_B = 110$ мм.

2.3. Выполним проверку бурта на смятие

$$\sigma_{см} = \frac{F}{\pi/4 (D_B^2 - D^2)} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 10^3}{\pi \cdot (110^2 - 80^2)} = 11,17 \text{ МПа,}$$

что значительно меньше допускаемого напряжения $[\sigma_{см}] = 90$ МПа.

3. Расчет рукоятки

3.1. Момент сил трения в резьбе по формуле (16)

$$T_p = F \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho) \frac{d_2}{2} = 50 \cdot 10^3 \operatorname{tg}(3,17^\circ + 8,53^\circ) \frac{46}{2} = 238153 \text{ Нмм.}$$

3.2. Длина рукоятки по формуле (17)

$$l_p = \frac{T_p}{F_p} = \frac{238153}{200} = 1191 \text{ мм.}$$

Примем длину рукоятки равной 1190 мм.

Пример 2. Рассчитать винт и гайку домкрата (рис.22) грузоподъемностью $Q = 1 \cdot 10^3$ Н с высотой подъема $l_o = 0,5$ м.

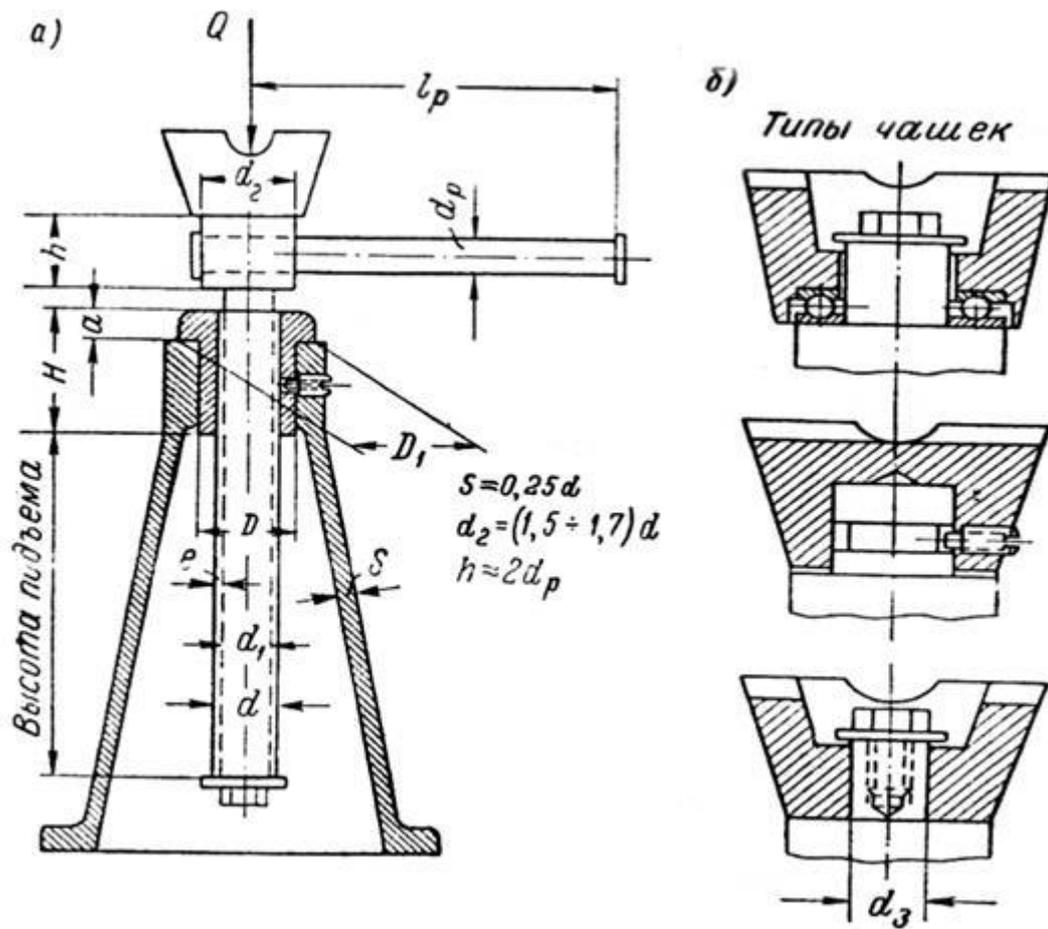


Рис. 22. Винтовой домкрат

Решение

Предварительное определение внутреннего диаметра винта из условия прочности

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot \beta \cdot Q}{\pi [\sigma]}}$$

Для стали Ст.5 можно принять $[\sigma] = 80$ МПа, тогда при $\beta = 1,3$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 100 \cdot 10^3}{3,14}} = 45,5 \text{ мм.}$$

Выбор резьбы винта.

По ГОСТ 9484-80 принимаем резьбу с ближайшим большим d : $d = 60$ мм; $d_1 = 51$ мм; $S = 8$ мм.

Резьба с $d_1 = 46$ мм и $d = 55$ мм не рекомендована к применению (размер 55 поставлен в скобках).

- Проверка винта на совместное действие сжатия и кручения:

а) Максимальное касательное напряжение в поперечном винте при действии момента

$$M_p = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\lambda + \rho')$$

Средний диаметр винта

$$d_2 = \frac{d + d_1}{2} = \frac{60 + 51}{2} = 55,5 \text{ мм.}$$

Угол подъема резьбы

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{S}{\pi d_{cp}} = \frac{8}{3,14 \cdot 55,5} = 0,0465; \quad \lambda = 2^\circ 40'.$$

Принимая далее в запас прочности наибольшее возможное значение коэффициента трения $f=0,18$, находим приведенный угол трения ρ' :

$$\rho' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \alpha/2} = \operatorname{arctg} \frac{0,18}{\cos 15^\circ} = \operatorname{arctg} 0,187 = 10^\circ 40'$$

и тогда

$$M_p = 100 \cdot 10^3 \frac{55,5}{2} \operatorname{tg}(2^\circ 40' + 10^\circ 40') = 655 \cdot 10^3 \text{ Нмм.}$$

Максимальное касательное напряжение

$$\tau_k \approx \frac{M_p}{0,2 \cdot d_1^2} = \frac{655 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 0,051^3} = 24,8 \text{ МПа.}$$

б) Напряжение сжатия

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,051^2} = 49 \text{ МПа.}$$

в) Эквивалентное напряжение

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_k^2} = \sqrt{49^2 + 3 \cdot 24,8^2} = 65 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 65 \text{ МПа} < [\sigma] = 80 \text{ МПа.}$$

- Расчет резьбы на износ и определение необходимой высоты гайки

$$z \geq \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (d^2 - d_1^2) [\rho]}$$

Примем для пары стальной винт–гайка из бронзы ОЦС-5-5-5, допускаемое давление $[\rho]=10$ МПа.

Тогда

$$z = \frac{4 \cdot 100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot (60^2 - 51^2) 10} = 12,7.$$

Однако вследствие неравномерности распределения нагрузки между витками, не рекомендуется $Z > 10$. Поэтому для уменьшения требуемого числа витков переходим к следующему большему размеру резьбы:

$$d = 70 \text{ мм}; \quad d_1 = 59 \text{ мм}; \quad S = 10 \text{ мм.}$$

Тогда

$$z = \frac{4 \cdot 100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot (70^2 - 59^2)10} = 9,1.$$

Принимаем $z = 10$ витков.

Пересчитываем также величину M_p :

$$d_2 = \frac{70 + 59}{2} = 64,5 \text{ мм}$$

$$tg\lambda = \frac{10}{3,14 \cdot 64,5} = 0,0495; \quad \lambda = 2^\circ 50';$$

$$M_p = 100 \cdot 10^3 \frac{64,5}{2} tg(2^\circ 50' + 10^\circ 40') = 770 \cdot 10^3 \text{ Нмм.}$$

Высота гайки

$$H = S_z = 10 \cdot 10 = 100 \text{ мм.}$$

- Проверка винта на устойчивость.

Определяем гибкость винта при его расчетной длине

$$l = l_0 + \frac{H}{2} = 500 + \frac{100}{2} = 550 \text{ мм;}$$

$$\lambda = \frac{4 \cdot \mu \cdot l}{d_1} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 550}{59} = 74,4 < \lambda_{\text{пред.}}$$

Определяем критическую силу по формуле Тетмайера – Ясинского

$$Q_{KP} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (a - b\lambda) = \frac{3,14 \cdot 59^2}{4} (350 - 1,15 \cdot 74,4) = 720 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Коэффициент запаса устойчивости

$$n_y = \frac{Q_{KP}}{Q} = \frac{720}{100} = 7,2 > [n_y].$$

- Наружный диаметр тела гайки D находим из условия прочности на растяжение, принимая $[\sigma_p] = 40$ МПа,

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot \beta \cdot Q}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \leq [\sigma_p],$$

Откуда

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot \beta \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,25 \cdot 100 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 40} + 70^2} = 100 \text{ мм.}$$

- Определение размеров рукоятки домкрата.

Найдем сначала величину момента $M_{вр}$, который требуется для подъема груза, преодоления трения в резьбе и на опорной поверхности чашки:

$$M_{\text{вп}} = M_p + M_{\text{он}},$$

где $M_{\text{вп}}$ - момент на рукоятке домкрата; M_p - момент в резьбе (в данном случае $M_p = 770 \cdot 10^3$ Нмм); $M_{\text{он}}$ - момент, необходимый для преодоления трения на опорной поверхности:

$$M_{\text{он}} \approx Q \cdot f \frac{d_2 + d_3}{4},$$

f - коэффициент трения стали по стали; $\frac{(d_2 + d_3)}{4}$ - средний радиус кольцевой поверхности трения между винтом и чашкой.

Принимаем

$$f = 0,2; \quad d_3 = \frac{d_2}{2} = 0,8d; \quad d_2 = 1,6d.$$

Получаем

$$M_{\text{он}} \approx Qf \frac{d_2 + d_3}{4} = 100 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot \frac{0,8d + 1,6d}{4} = 100 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot \frac{2,4 \cdot 70}{4} = 680 \cdot 10^3 \text{ Нмм.}$$

Тогда

$$M_{\text{вп}} = M_p + M_{\text{он}} = 770 \cdot 10^3 + 680 \cdot 10^3 = 1450 \cdot 10^3 \text{ Нмм.}$$

Этот момент должен быть создан усилием рабочего

$$M_{\text{вп}} = P \cdot l_p.$$

Усилие одного рабочего не должно превышать 200-400 Н (меньшая величина – при продолжительной работе); тогда

$$l_p = \frac{M_{\text{вп}}}{P} = \frac{1450 \cdot 10^3}{400} = 3600 \text{ мм.}$$

Это недопустимо много. Принимаем, что подъем груза производят двое рабочих

$$l_p = \frac{1450 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 2 \cdot 400} = 2000 \text{ мм} > l_{\text{max}} = 1500 \text{ мм}$$

(коэффициент 0,9 учитывает уменьшение усилия из-за неудобства совместной работы).

Следовательно, нужно изменить конструкцию чашки, установив её на упорный подшипник. Тогда величина $M_{\text{он}}$ будет пренебрежительно мала и l_p получит значение

$$l_p = \frac{770 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 2 \cdot 400} = 1070 \text{ мм.}$$

Диаметр рукоятки определяем из расчета на изгиб при $[\sigma_u] = 160 \text{ Н/мм}^2$.

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,1 \cdot [\sigma_u]}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 0,9 \cdot 400 \cdot 1,07 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 160}} = 36 \text{ мм.}$$

Тема 7. Кинематический и силовой расчет передаточного механизма

Решение задач можно вести в следующем порядке.

1) *Определяют передаточные отношения передач*; под **передаточным отношением** и понимается отношение угловых скоростей на ведущем и ведомом колесах (валах) передачи. Помимо этого передаточное отношение передачи можно определить

$$u_{1-2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} \quad (1)$$

2) *Вычисляют частоту вращения и угловую скорость на всех валах привода*; зная передаточное отношение и опираясь на (1), можно вычислить угловую скорость

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_{1-2}}, \quad (2)$$

и так далее для каждого вала привода.

Угловую скорость ω , рад/с, не всегда удобно использовать как характеристику скорости вращательного движения. Многие каталоги и рекомендации в технике для этого применяют частоту вращения n , об/мин. Угловая скорость и частота вращения связаны соотношением

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}; \quad (3)$$

3) *Вычисляют мощность на валах привода*;

мощность вращательного движения P , Вт, уменьшается пропорционально к.п.д. механических устройств, служащих для передачи движения с вала на вал

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_n, \quad (4)$$

здесь η_1 - к.п.д. передачи;

η_n - к.п.д. пары подшипников (опор) вала.

4) *Определяют величину вращающего момента на валах привода*; момент вращения - T , Нм. Если мощность P выражается в киловаттах, кВт, то

$$T = \frac{P \cdot 10^3}{\omega}, \quad (5)$$

или

$$T = 9550 \frac{P}{n}. \quad (6)$$

5) *Определяют общий к.п.д. и общее передаточное отношение привода*.

Как известно, передаточное отношение кинематической цепи, состоящей из N последовательно установленных пар, равно произведению передаточных отношений этих пар

$$u = u_{1-2} \cdot u_{2-3} \cdot u_{3-4} \cdot u_N. \quad (7)$$

Общий к.п.д. привода при последовательном соединении механизмов и устройств также определяется произведением частных к.п.д.

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_n \cdot \dots \cdot \eta_N. \quad (8)$$

Пример выполнения кинематического и силового расчета

Пример. 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 двухступенчатой передачи, изображенной на рис.23.

Числа зубьев колес соответствующих передач: $z_1 = 20$; $z_2 = 100$; $z_3 = 24$; $z_4 = 96$; к.п.д. зубчатой цилиндрической передачи $\eta_u = 0,97$; к.п.д., учитывающий потери в опорах одного вала, $\eta_n = 0,99$; полезная мощность, подводимая к первому валу $P = 10 \text{ кВт}$; скорость вращения первого вала $\omega_1 = 100 \text{ с}^{-1}$.

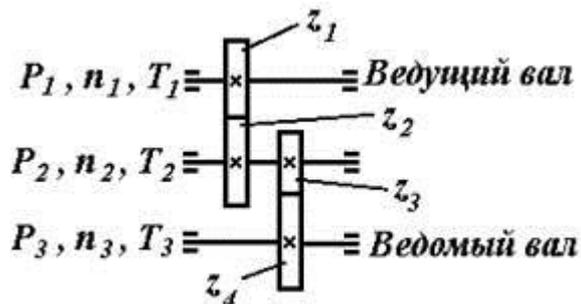


Рис. 23. Передаточный механизм

Решение

1. Передаточные отношения передач по формуле (1)

$$u_1 = z_2 / z_1 = 100 / 20 = 5;$$

$$u_2 = z_4 / z_3 = 96 / 24 = 4,$$

тогда общее передаточное отношение двухступенчатой передачи согласно формуле (7)

$$u = u_1 \cdot u_2 = 5 \cdot 4 = 20.$$

2. Определяем угловые скорости и частоты вращения валов по формулам (2) и (3)

$$\omega_1 = 100 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \omega_1 / u_1 = 100 / 5 = 20 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \omega_2 / u_2 = 20 / 4 = 5 \text{ с}^{-1};$$

$$n_1 = (30 \cdot \omega_1) / \pi = (30 \cdot 100) / 3,14 = 955,414 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = (30 \cdot \omega_2) / \pi = (30 \cdot 20) / 3,14 = 191,08 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = (30 \cdot \omega_3) / \pi = (30 \cdot 5) / 3,14 = 47,77 \text{ об/мин}.$$

3. Мощности на валах передаточного механизма согласно формуле (4)

$$P_1 = 10 \cdot \eta_n = 10 \cdot 0,99 = 9,9 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_u \cdot \eta_n = 9,9 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 9,507 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_u \cdot \eta_n = 9,507 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 9,13 \text{ кВт}.$$

4. Моменты на валах передаточного механизма по (5) или (6)

$$T_1 = P_1 / \omega_1 = 9,9 \cdot 10^3 / 100 = 99 \text{ Нм};$$

$$T_2 = P_2 / \omega_2 = 9,507 \cdot 10^3 / 20 = 475,35 \text{ Нм};$$

$$T_3 = P_3 / \omega_3 = 9,13 \cdot 10^3 / 5 = 1826 \text{ Нм}.$$

5. Общий к.п.д. передаточного механизма согласно формуле (8)

$$\eta = \eta_{\text{п}}^3 \cdot \eta_{\text{ц}}^2 = 0,99^3 \cdot 0,97^2 = 0,913.$$

Составитель: к.т.н., доцент

Михненко В.М.

« 29 » июня 2015 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ДЕТАЛИ МАШИН
И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ» НА ТЕМУ**

_____ (название темы)

Студенту _____ группы _____
(фамилия, имя, отчество)

Объем курсового проектирования _____

Исходные данные _____

Стадии проектирования, наименование задачи	Продолжительность (или срок) выполнения	Вид задачи (расч., граф.)	% выполнения	
			по задаче	по проекту

Техническое предложение				
1. Разработка кинематической схемы привода	1 неделя	граф.	1	1
2. Предварительный расчет привода	1 неделя	расч.	5	6
Эскизный проект				
3. Расчет закрытой передачи редуктора	2 недели	расч.	12	18
4. Расчет открытой передачи	1 неделя	расч.	6	24
5. Разработка чертежей общего вида валов привода	1 неделя	расч-граф.	10	34
6. Выбор муфт	параллельно с п.5	расч.		
7. Расчетные схемы валов привода	1 неделя	расч-граф.	1	35
Технический проект				
8. Конструирование валов привода. Проверочные расчеты валов.	1 неделя	расч-граф.	5	40
9. Проверочный расчет подшипников	1 неделя	расч.	10	50
10. Разработка сборочного чертежа приводного вала (вала исполнительного механизма).	2 недели	расч-граф.	5	55
11. Разработка сборочного чертежа редуктора	3 недели	расч-граф.	15	70
12. Компоновка привода, проектирование рам	1 неделя		20	90
Рабочая документация	параллельно с п/п	граф.	10	100
13. Оформление рабочей документации	1-12			

Дата выдачи задания _____

Дата представления проекта к защите _____

Руководитель проекта _____

(Ф.И.О., должность, звание, подпись)

Задание получил _____

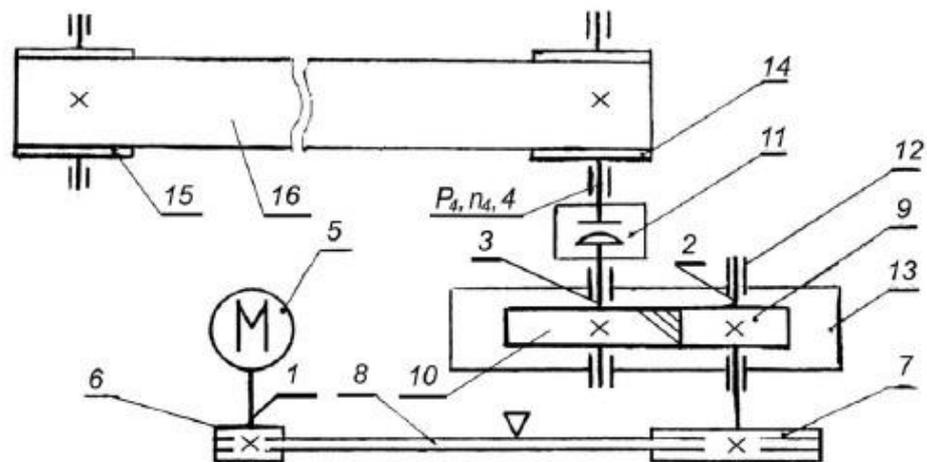
(Ф.И.О., подпись)

**Темы курсовых проектов по дисциплине
«Детали машин и основы конструирования»**

Задание 1. Объект для выполнения расчётов – привод ленточного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, одноступенчатый цилиндрический редуктор с косозубыми колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 36000 часов, привод реверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя. Мощность P_4 кВт, передаваемая муфтой при частоте её вращения n_4 1/мин приводится в таблице.

<i>Выходные параметры привода</i>	<i>Варианты числовых значений выходных параметров</i>									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,8	1,8	2,5	2,5	3,5	3,5	1,8	2,5	3,3	5,0
n_4 , 1/мин	100	80	100	80	80	90	90	70	60	70



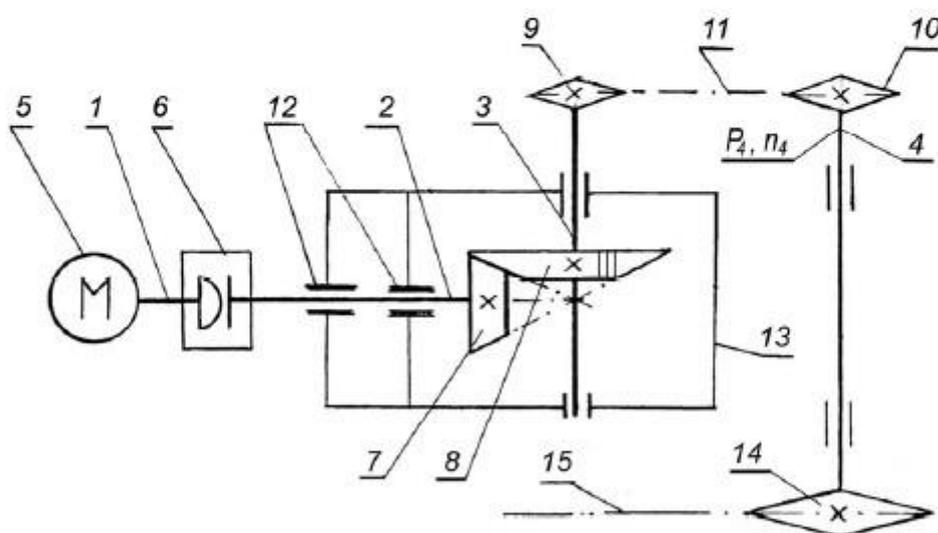
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6, 7 – соответственно ведущий и ведомый шкивы клиноременной передачи; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – соответственно ведущее и ведомое косозубые колёса редуктора; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14, 15 – барабаны конвейера соответственно ведущий и ведомый; 16 – лента конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 2. Объект для выполнения расчётов – привод подвесного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, одноступенчатый редуктор с прямозубыми коническими колёсами и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки не превышают двукратную номинальную нагрузку. Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин приводятся в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,9	2,5	3,5	4,8	4,8	4,8	2,5	3,4	4,5	4,8
n_4 , 1/мин	55	65	75	80	90	70	60	60	60	50



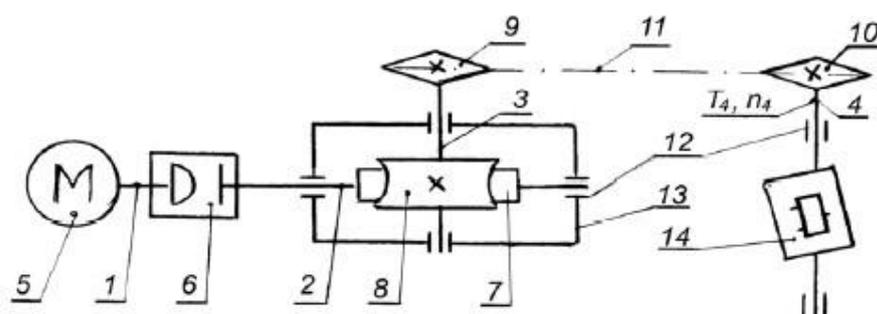
1 – вал электродвигателя; 2 – вал редуктора ведущий; 3 – вал редуктора ведомый; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – конические колёса редуктора; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14, 15 – соответственно звёздочка и цепь подвесного конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 3. Объект для выполнения расчётов – привод галтовочного барабана, содержащий асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, червячный редуктор и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 36000 часов. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя. Крутящий момент T_4 Н·м, передаваемый на вал галтовочного барабана, и частота вращения этого вала n_4 1/мин даны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_4 , Н·м	200	200	200	300	300	300	400	400	400	500
n_4 , 1/мин	30	25	20	30	25	20	30	25	20	30



1 – вал электродвигателя; 2 – вал редуктора ведущий; 3 – вал редуктора ведомый; 4 – вал галтовочного барабана; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7 – червяк; 8 – колесо червячное; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звездочки цепной передачи; 11 – цепь; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан галтовочный.

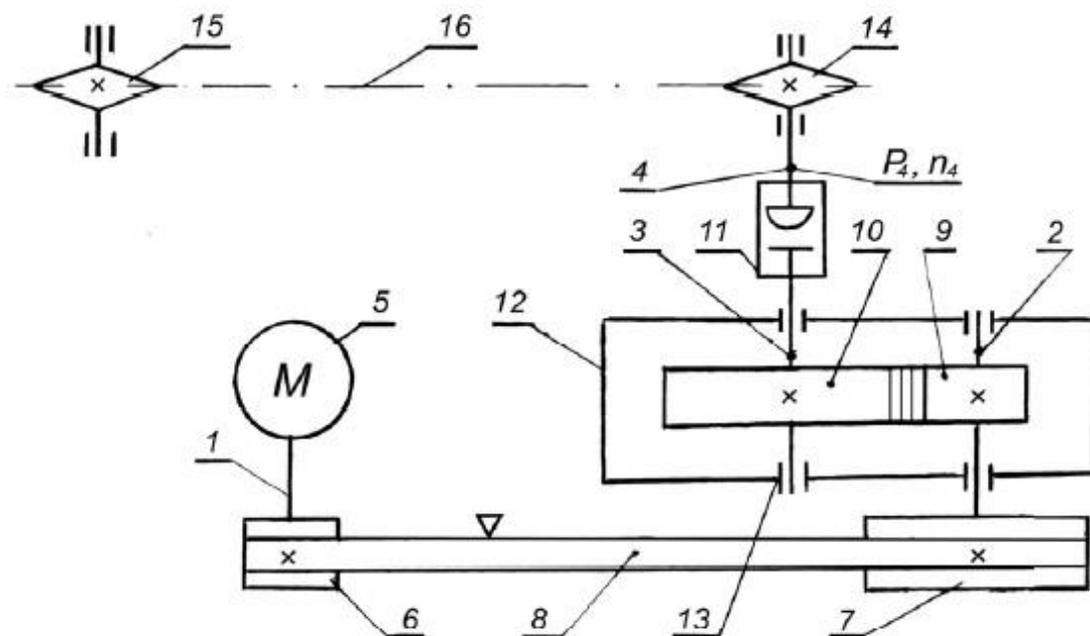
Рисунок 1 – Схема привода

Примечание – Металлические детали, изготовленные штамповкой, нуждаются в удалении заусенцев и окалины, в скруглении острых кромок. Поэтому мелкие детали, например шайбы, обрабатывают после штамповки в галтовочных барабанах, где они при медленном вращении пересыпаются, взаимно трутся и в результате приобретают нужное качество.

Задание 4. Объект для выполнения расчётов – привод цепного конвейера, содержащий асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, одноступенчатый редуктор с прямозубыми цилиндрическими колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки превышают номинальную нагрузку не более, чем в 2 раза. Мощность P_4 кВт, передаваемая муфтой на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин даны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	6,5	4,8	3,5	2,6	1,9	6,5	4,8	3,5	2,6	1,9
n_4 , 1/мин	90	80	70	60	50	80	70	60	50	40



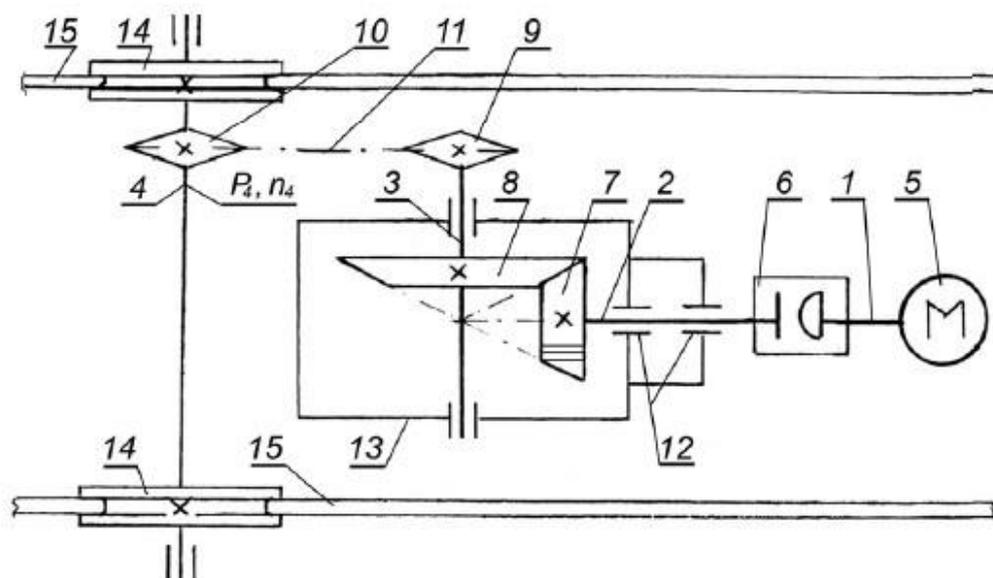
1 – вал электродвигателя; 2 – вал редуктора быстроходный; 3 – вал редуктора тихоходный; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6, 7 – шкивы клиноременной передачи; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – колёса прямозубые; 11 – муфта компенсирующая; 12 – корпус редуктора; 13 – подшипники; 14, 15 – звёздочки цепного конвейера; 16 – цепь конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 5. Объект для выполнения расчётов – привод ведущих колёс тележки мостового крана. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, конический одноступенчатый редуктор с прямозубыми колёсами и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 10 лет при двухсменной работе. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки не превышают двукратную номинальную нагрузку. Крутящий момент T_4 Н·м, передаваемый на вал ведущих колёс тележки, и угловая скорость вращения этого вала ω_4 рад/с указаны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_4 , Н·м	300	300	400	400	500	500	600	600	500	400
ω_4 , рад/с	4,18	5,23	4,18	5,76	6,80	5,23	6,80	7,33	6,80	5,23



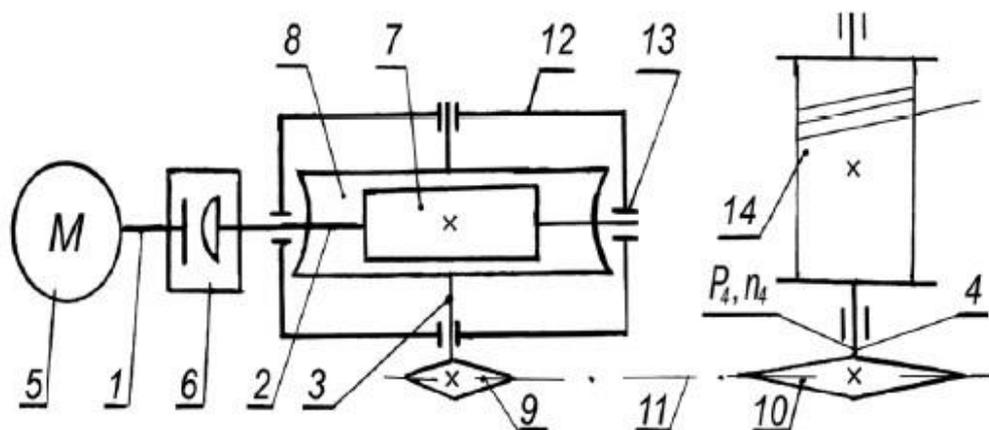
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал ведущих колёс тележки; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – соответственно ведущее и ведомое конические прямозубые колёса редуктора; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – колесо ведущее тележки; 15 – рельс.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 6. Объект для выполнения расчетов – привод барабана лебёдки. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, червячный редуктор и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 20000 часов. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки превышают номинальную нагрузку не более, чем в 2 раза. Крутящий момент T_4 Н·м, передаваемый на вал барабана лебёдки, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_4 , Н·м	1000	1000	1000	800	800	800	600	600	600	600
n_4 , 1/мин	30	25	32	30	25	20	30	25	20	40



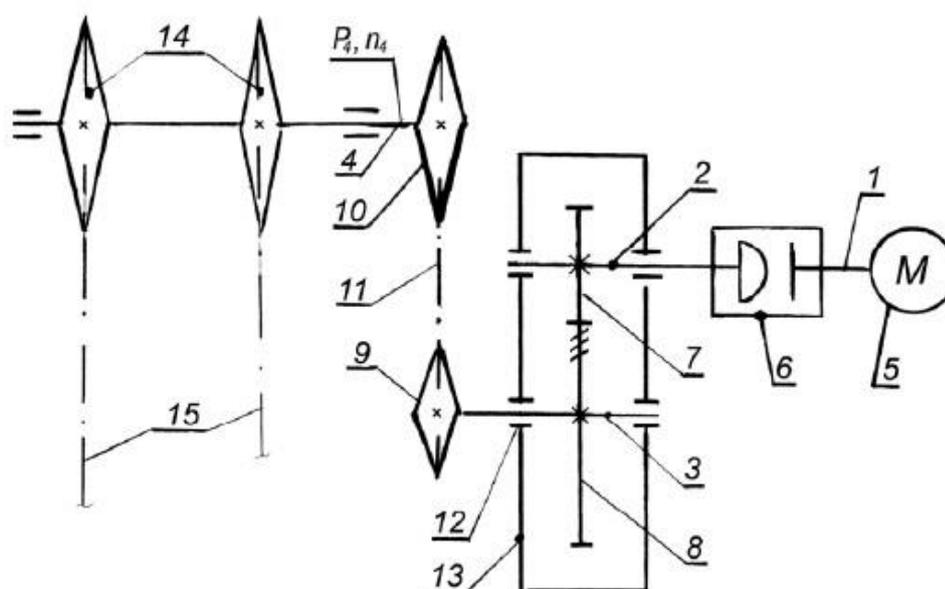
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал барабана лебёдки; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7 – червяк; 8 – колесо червячное; 9, 10 – звёздочки ведущая и ведомая соответственно; 11 – цепь; 12 – корпус редуктора; 13 – подшипник; 14 – барабан лебёдки.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 7. Объект для выполнения расчётов – привод цепного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, одноступенчатый редуктор с косозубыми цилиндрическими колёсами и цепную передачу. Схема привода представлена на рисунке 1.

Срок службы редуктора 24000 часов. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя. Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал элеватора, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в нижеследующей таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,20	1,70	2,40	3,20	4,40	1,20	1,70	2,40	3,20	4,40
n_4 , 1/мин	50	60	60	70	80	60	70	80	80	90



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал ведущий цепного конвейера; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – соответственно ведущее и ведомое косозубые колёса редуктора; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь приводная; 12 – подшипник; 13 – корпус редуктора; 14 – звёздочки цепного конвейера; 15 – цепи цепного конвейера.

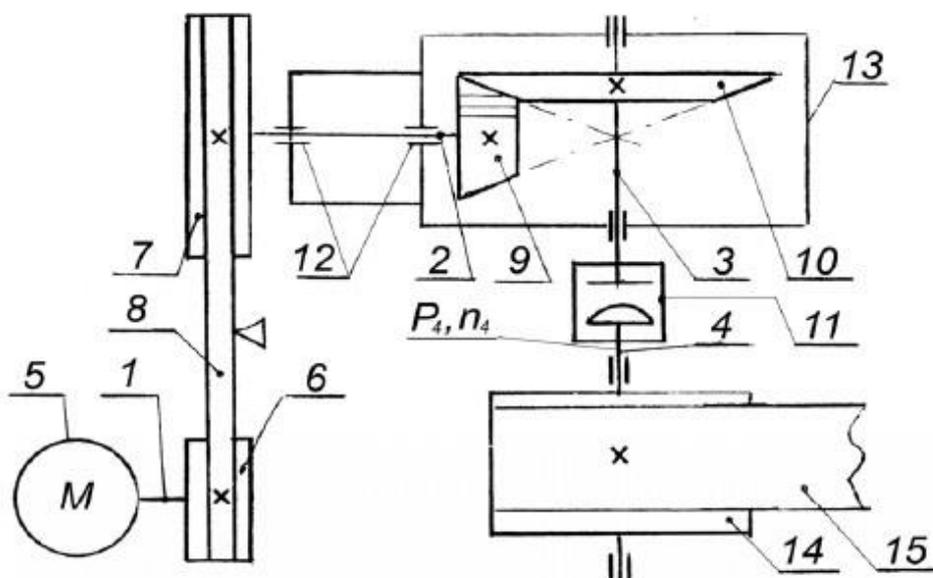
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 8. Объект для выполнения расчётов – привод ленточного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, конический редуктор с прямыми зубчатыми колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя.

Мощность P_4 кВт, передаваемая муфтой на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин приведены в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,2	1,8	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	2,4	1,8	1,2
n_4 , 1/мин	60	90	100	100	80	70	90	60	70	70



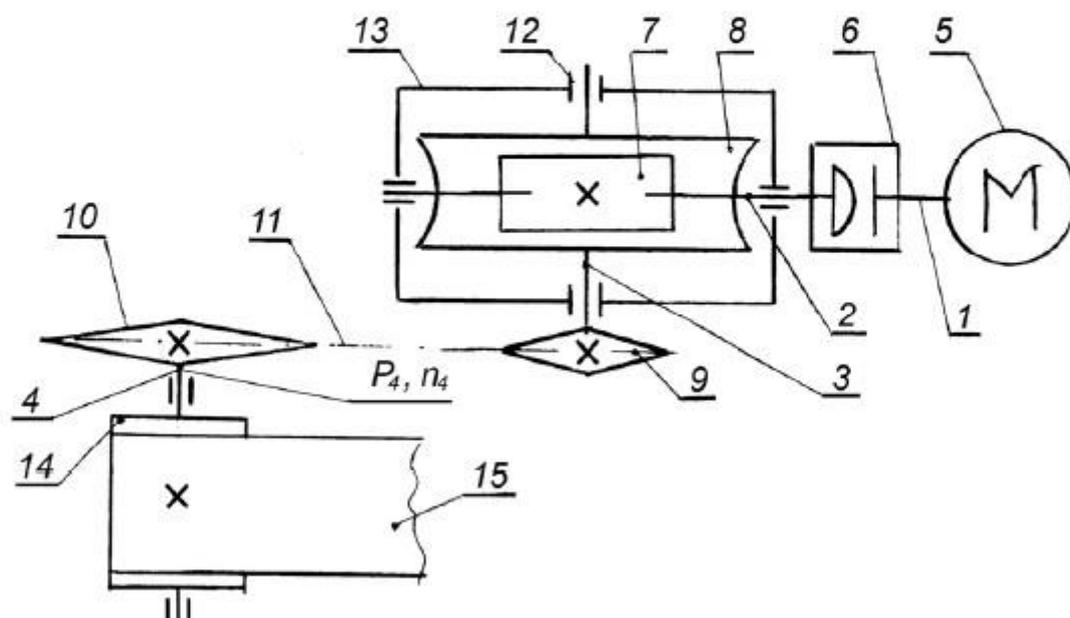
1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6, 7 – соответственно ведущий и ведомый шкивы клиноременной передачи; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – соответственно ведущее и ведомое конические прямозубые колёса редуктора; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан ведущий конвейера; 15 – лента конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Задание 9. Объект для выполнения расчётов – привод ленточного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, червячный редуктор и цепную передачу. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной двухсменной работе. Привод нереверсивный. Кратковременные перегрузки не более 50% от номинальной нагрузки. Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	0,8	1,0	1,6	2,1	2,8	2,8	2,1	1,6	1,0	0,8
n_4 , 1/мин	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал конвейера; 5 – электродвигатель; 6 – муфта компенсирующая; 7 – червяк; 8 – колесо червячное; 9, 10 – соответственно ведущая и ведомая звёздочки цепной передачи; 11 – цепь приводная; 12 – подшипник; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан конвейера приводной; 15 – лента конвейера.

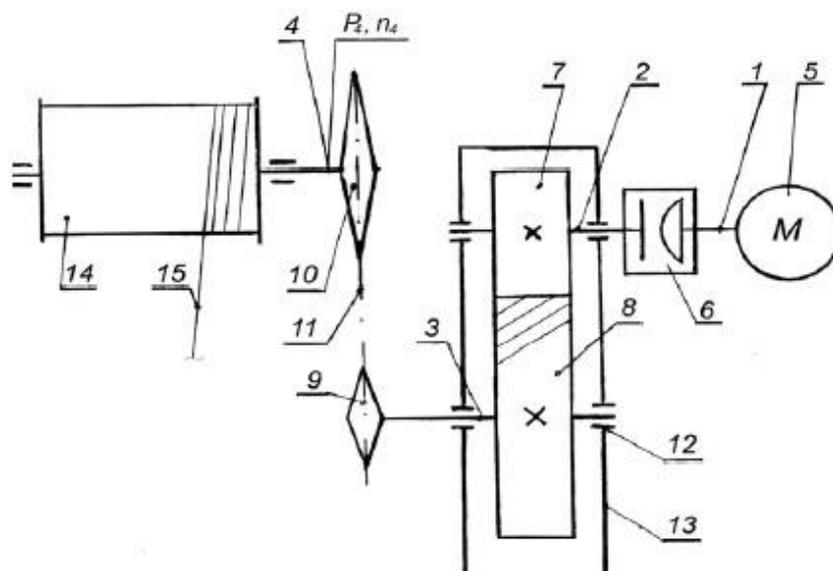
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 10. Объект для выполнения расчётов – привод барабана лебёдки. Привод содержит асинхронный электродвигатель, компенсирующую муфту, одноступенчатый редуктор с косозубыми цилиндрическими колёсами и цепную передачу. Схема привода иллюстрирована на рисунком 1.

Срок службы редуктора 10 лет при односменной работе. Привод реверсивный. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя.

Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин приведены в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт	1,3	1,9	2,5	3,4	4,5	4,7	3,5	2,6	1,9	1,3
n_4 , 1/мин	50	60	70	50	60	70	70	60	50	60



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал барабана лебёдки; 5 – электродвигатель асинхронный; 6 – муфта компенсирующая; 7, 8 – колёса косозубые цилиндрические ведущее и ведомое соответственно; 9, 10 – звёздочки цепной передачи ведущая и ведомая соответственно; 11 – цепь приводная; 12 – подшипник; 13 – корпус редуктора; 14 – барабан лебёдки; 15 – канат.

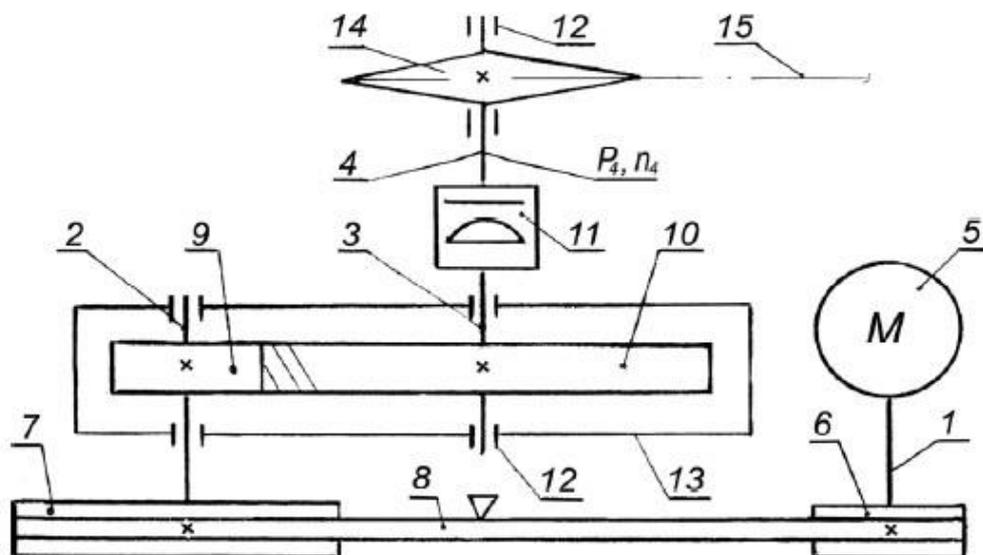
Рисунок 1 – Схема привода

Задание 13. Объект для выполнения расчётов – привод цепного конвейера. Привод содержит асинхронный электродвигатель, клиноременную передачу, одноступенчатый цилиндрический редуктор с косозубыми колёсами и компенсирующую муфту. Схема привода иллюстрирована рисунком 1.

Привод нереверсивный. Срок службы редуктора 10 лет при непрерывной односменной работе. Кратковременные перегрузки соответствуют максимальному пусковому моменту выбранного электродвигателя.

Мощность P_4 кВт, передаваемая на вал цепного конвейера, и частота вращения этого вала n_4 1/мин указаны в таблице.

Выходные параметры привода	Варианты числовых значений выходных параметров									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_4 , кВт,	1,9	2,6	3,5	4,7	1,9	2,6	3,5	4,7	1,9	2,6
n_4 , 1/мин	60	95	120	120	50	80	100	100	40	50



1 – вал электродвигателя; 2 – вал ведущий редуктора; 3 – вал ведомый редуктора; 4 – вал ведущий цепного конвейера; 5 – электродвигатель асинхронный; 6, 7 – шкивы клиноременной передачи ведущий и ведомый соответственно; 8 – ремень клиновой; 9, 10 – соответственно ведущее и ведомое колёса редуктора; 11 – муфта компенсирующая; 12 – подшипники; 13 – корпус редуктора; 14 – звёздочка цепного конвейера; 15 – цепь конвейера.

Рисунок 1 – Схема привода

Содержание и объем курсового проекта

В качестве тем для курсовых проектов приняты приводы реальных механизмов и устройств из транспортной отрасли.

Содержание и объем курсового проекта должен быть следующим:

- пояснительная записка (до 30 листов формата А4);
- спецификации (2-3 листа формата А4);
- чертеж общего вида привода (1 лист формата А1);
- сборочный чертеж редуктора (1 лист формата А1);
- рабочие чертежи трех деталей: ведомый вал; колесо, расположенное на ведомом валу; крышка редуктора (1 лист формата А1).

Процесс проектирования по “Деталям машин и ОК” проводится в соответствии со стадиями его выполнения, регламентированными ГОСТ 2.103-68, согласно которому разработку курсового проекта можно разделить на следующие пять основных этапов.

Этап 1. Разработка технического предложения на проектирование изделия при заданной кинематической схеме (ГОСТ 2.118-73). В соответствии с результатами проведенного анализа (знакомство с существующими аналогичными приводами механизмов и устройств) намечаются варианты компоновки механизма.

Этап 2. Разработка эскизного проекта привода (ГОСТ 2.119-73). На этой стадии разрабатываются конструкторские документы, которые должны содержать принципиальные конструктивные решения, дающие общие представления об устройстве и принципе работы изделия, а также данные, определяющие его основные параметры и габаритные размеры. К ним относятся межосевые расстояния и модули зубчатых цилиндрических и червячных передач, конусное расстояние и модуль зубчатых конических передач, межосевые расстояния и параметры шкивов и звездочек передач с гибкой связью (ременные и цепные), диаметры валов, типоразмеры подшипников качения и муфт. Приступить к вычерчиванию необходимо после того, как только предварительный расчет даст достаточно данных для чертежа. Чертеж и расчет должны производиться параллельно, таким образом, чтобы расчет лишь несколько опережал чертеж, иначе неизбежны ошибки, которые могут быть выявлены лишь в последствии, что повлечет за собой большую потерю труда и времени. По данным проектировочных и частично проверочных расчетов и на основании принятого прототипа выполняют окончательный вариант эскизной компоновки (эскизный проект), дающий достаточно полное представление о будущей конструкции.

Этап 3. Разработка технического проекта (ГОСТ 2.120-73) охватывает подробную конструктивную разработку всех элементов оптимального эскизного варианта с внесением необходимых поправок и изменений, рекомендованных при утверждении эскизного проекта. Разрабатывается сборочный чертеж редуктора на формате А1 с необходимым числом видов, разрезов, сечений. В процессе выполнения технического проекта уточняются проверочные расчеты зубчатых, червячных, цепных и ременных передач. Кроме того проводят проверочные расчеты валов, муфт, соединений, а также подшипников качения, температуры нагрева червячного редуктора, объема смазки, производят уточненные расчеты валов.

После разработки сборочного чертежа выполняют чертеж общего вида привода, который должен содержать изображение всех сборочных единиц: редуктора, двигателя, муфты, ременной или цепной передачи, рамы.

Этап 4. Разработка рабочей конструкторской документации является заключительной стадией проектирования конструкторской документации. На этой стадии выполняются рабочие чертежи деталей и составляется спецификация к сборочным единицам.

Этап 5. Оформление курсового проекта. На этом этапе оформляется расчетно-пояснительная записка.

Рекомендуемый порядок выполнения проекта

Работу над проектом рекомендуется выполнять в следующем порядке.

1. Ознакомиться с заданием. Подбор литературы, необходимой для проектирования. Изучение аналогичных конструкций по учебным пособиям, атласам, руководствам и т. п. При этом изучение данных материалов должно сопровождаться составлением эскизов отдельных участков, которые представляют определенный интерес.

2. Определяют общий КПД привода;

3. Определяют частоту вращения исполнительного механизма (если она не задана в задании на проектирование);

4. Предварительно назначают передаточные числа;

5. Определяют потребную мощность электродвигателя и выбирают его по каталогу. Сначала определяют мощность на выходном валу привода рабочей машины, затем частные значения КПД отдельных видов передач и общий КПД привода, на который нужно разделить значение выходной мощности. По каталогу чаще всего приходится выбирать электродвигатель с номинальной мощностью, превышающей расчетную. Чтобы выбрать электродвигатель по каталогу, необходимо также предварительно определить частоту вращения вала ротора, для чего вычисленная частота вращения выходного вала привода умножается на общее ориентировочное передаточное число привода. Необходимо иметь в виду, что тихоходный электродвигатель, при равной мощности, тяжелее и больше по габаритам, чем быстроходный электродвигатель.

6. Определяют действительное передаточное число привода, разбивают его по ступеням передач и делают полный кинематический расчет привода.

7. Определение мощности, частоты вращения (угловой скорости) и крутящего момента для каждого вала с учетом КПД передачи;

8. Выбор материалов и термообработки;

9. Определение допускаемых напряжений с учетом графика нагрузки;

10. Определение расчетных нагрузок;

11. Определение межосевых (конусных) расстояний и выбор их по ГОСТ 2185-66;

12. Определение модулей зубьев и их выбор по ГОСТ 9563-60;

13. Определение размеров зубчатых и червячных колес, червяка. Выбор диаметра конических колес по ГОСТ 12289-76;

14. Эскизная компоновка редуктора (желательно на миллиметровой бумаге и в масштабе 1:1). Эскизная компоновка позволит увидеть недостатки расчета и выбора геометрических параметров колес и найти пути их устранения. Изменяя материал зубчатых или червячных колес и технологию их изготовления, уточняя и изменяя значения расчетных коэффициентов и передаточных чисел соответствующих ступеней, путем повторных расчетов можно добиться лучшей конструкции рассчитываемых передач.

15. После определения всех геометрических размеров рассчитываемых передач вычисляют усилия, действующие в этих передачах.

16. Производят ориентировочный расчет валов с учетом только передаваемого крутящего момента, предварительно выбирают подшипники, определяют размеры элементов корпуса (толщины стенки и пр.).

17. На первом этапе проектирования выполняют эскизную компоновку основных деталей редуктора (желательно в масштабе 1:1 и на миллиметровой бумаге). При этом вычерчивают в зацеплении все рассчитанные передачи, валы, подшипниковые узлы, размещенные в стенках корпуса, детали, необходимые для предотвращения или ограничения осевого перемещения зубчатых или червячных колес на валах, и устанавливают по рекомендациям учебных пособий или по конструктивным соображениям соответствующие зазоры между торцами передач и внутренней стенкой корпуса, а также между двумя соседними передачами, находящимися на одном валу.

18. Расчет ременной или цепной передачи;

19. Составляют расчетные схемы валов, определяют суммарные реакции их опор с построением эпюр изгибающих и вращающих моментов;

20. Расчет и подбор подшипников по динамической грузоподъемности и делают проверочный расчет валов на статическую прочность и выносливость по опасным сечениям;

21. По окончательно принятым диаметрам валов производится подбор шпонок по сечению (длина их принимается по ширине зубчатых колес) и их проверки на срез и смятие;

22. Уточненный расчет валов с определением коэффициента запаса прочности, который должен быть в пределах $1,5 \dots 2,5 < S < 8 \dots 10$;

23. Определение конструктивных размеров зубчатых и червячных колес, а также корпуса и крышки редуктора;

24. Определение посадок;

25. Производят тепловой расчет для червячных редукторов;

26. Выполняют общий вид проектируемого узла (редуктора, коробки скоростей, коробки передач и т. п.) в двух-трех проекциях с соблюдением всех требований в соответствии с ГОСТом на чертежи (завершающий этап проектирования), в котором должны быть отражены также вопросы смазки подшипников и зубьев передач.

27. Вычерчивают общий вид привода в двух или трех проекциях и другие узлы привода, если они указаны в задании.

28. Выполняют рабочие чертежи деталей проектируемого узла (редуктора, коробки скоростей и т. п.), которые указаны в задании.

29. Составляют полностью расчетно-пояснительную записку и окончательно оформляют все чертежи проекта.

Задача руководителя – направлять работу студента в соответствии с графиком выполнения проекта, рекомендовать научно-техническую литературу и нормативные документы, касающиеся данной темы.

По окончании работы студента над проектом руководитель подписывает титульный лист пояснительной записки, после чего проект может быть представлен к защите.

Подпись руководителя на документации проекта только удостоверяет, что решения, принятые в проекте принципиально правильны.

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

Основные требования к оформлению расчётно- пояснительной записки

Расчётно-пояснительная записка должна выполняться в соответствии с действующим стандартом ЕСКД 2.106. В стандарте даны все необходимые материалы по оформлению проекта, включая титульный и рабочие листы, обозначению нумерации проекта и составляющих чертежей, форм и заполнению спецификаций, форм технических заданий на проектирование, выполнению иллюстративной части расчётно-пояснительной записки. В соответствии с данным стандартом выполняются курсовые проекты по другим дисциплинам, а также дипломный проект.

Записка должна включать:

- титульный лист;
- техническое задание;
- содержание;
- введение с обзором аналогичных конструкций и их назначения;
- расчеты и обоснования выбора материалов, схем нагружения валов, схемы компоновки, построение эпюр крутящих и изгибающих моментов, выбор подшипников, шпонок, муфт и т.п.;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Расчетно-пояснительная записка начинается с титульного листа.

В начале пояснительной записки должны быть приведены: а) схема привода или схема транспортной машины с числовыми данными; б) краткое описание всего устройства; в) перечень разрабатываемых узлов.

Введение должно содержать краткую характеристику области применения привода, обзор аналогичных конструкций.

Содержание пояснительной записки излагают ясно, конкретно, в четких формулировках, технически грамотным языком. Текст должен быть кратким и логичным. *Сокращение слов* в содержании пояснительной записки и подписях под иллюстрациями не допускаются. Исключение составляют со-

кращения, принятые в научно-технической литературе и установленные ГОСТ 2.316-68 термины и обозначения.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка симметрично тексту с прописной буквы. Содержание включает наименование разделов и подразделов текста с указанием страниц. Запись производится чернилами или машинописным текстом на одной стороне листа. С правой стороны каждого листа оставляют поле 30 мм, на которое выносят размеры и величины, принятые для конструирования и дальнейшего расчета, а также выписывают стандарт, нормаль, ссылку на литературный источник. С левой стороны оставляют поле 25 мм для брошюровки. Для каждого этапа расчета дают четко сформулированный заголовок с указанием, какую деталь рассчитывают и на какой вид работоспособности.

После этого в записке должны быть изложены следующие вопросы: а) определение мощности электродвигателя; б) подбор электродвигателя по каталогу; в) проверка выбранного электродвигателя для транспортирующей машины по величине пускового момента; г) выбор типа передач транспортирующей машины и обоснование этого выбора; д) определение общего передаточного числа привода машины; е) разбивка общего передаточного числа привода на передаточные числа отдельных передач и обоснование выбранных передаточных чисел отдельных передач; ж) определение мощности, угловой скорости и вращающего момента для каждого вала передач привода.

Затем в разделах записки по каждому узлу должны быть указаны: а) исходные данные для проектирования узла; б) обоснование конструкции узла и выбор материалов деталей; в) исчерпывающий расчет на прочность, жёсткость, долговечность и изнашивание всех основных элементов привода; г) размеры расчётные и конструктивно – технологические; д) описание сборки редуктора, системы смазки и эксплуатации.

Каждый студент получает и выполняет индивидуальное задание в соответствии со своим шифром. Задания приведены в настоящем разделе и содержат: наименование проекта, кинематическую схему проектируемой машины, величины заданных параметров, указания к выполнению графической части.

Расчеты деталей машин рекомендуется производить, за некоторым исключением, в единицах СИ — в м, мм, Н, кН, МН, м, Па, МПа.

Изложение расчетов должно быть достаточно подробным и ясным. Выбор расчетных коэффициентов, механических характеристик материалов, допускаемых напряжений, а также конструкций элементов узлов и механизма должны быть обоснованы указанием источника, из которого они заимствованы. Ссылка оформляется в виде [1], где число – номер источника в списке использованной литературы.

Расчеты в записке должны сопровождаться эскизами, расчетными схемами, эпюрами моментов и основными размерами. Эскизы могут быть выполнены карандашом с соблюдением ЕСКД на чертежи. Величины на эскизах должны быть обозначены теми же буквами, что и в расчетных формулах.

При первом упоминании в тексте пояснительной записки какого-либо символа перед его обозначением дают пояснение, например: «... временное сопротивление разрыву σ_B ».

Расчетно-пояснительная записка оформляется на стандартных листах бумаги формата А4 (210×297) на компьютере в MICROSOFT WORD, нумеруется и сшивается.

Распечатка должна удовлетворять следующим требованиям:

- поля: правое 10 мм, левое 30 мм, верхнее и нижнее по 20 мм;
- шрифт: Times New Roman, кегль – 14, интервал полуторный. Таким образом, на странице должно располагаться 28–30 строк по 56–60 знаков;
- абзац: 12–17 мм;
- выравнивание: по ширине страницы.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами. Номера страниц ставятся снаружи в нижнем углу без точки в конце (на нечетных страницах в правом нижнем углу, на четных – в левом нижнем углу). Титульный лист и задание на выполнение работы включают в общую нумерацию страниц, но номер страницы на них не проставляется. Соответственно первая цифра нумерации – «три» указывается на третьей странице, где располагается содержание. Иллюстрации, таблицы и т.п., расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц записки.

Готовая *записка* должна быть сформирована в папке скоросшивателя.

Расчеты рекомендуется производить в единицах СИ ГОСТ 8.417-81.

Достаточная точность машиностроительных расчетов для сил — в десятых долях чисел Н, для моментов — в десятых долях чисел Н·м, для напряжений — в десятых долях чисел Мпа, для углов – с точностью до минут; при этом 0,5 и больше считается за единицу, а меньшая дробь отбрасывается. Для линейных размеров в миллиметрах берут только целые числа, следовательно, при сантиметрах достаточно закончить первым десятичным знаком. Лишь в особых случаях нужна большая точность — до десятых и даже до сотых долей миллиметра, например, при конусах, винтовой нарезке и в профилировании зубьев.

В пределах всей пояснительной записки единица измерения физической величины для одного и того же параметра должна быть постоянной.

Все сказанное относится только к расчету, а не к изготовлению и обработке, где требуемая точность выражается в десятых, сотых и в тысячных долях миллиметра.

При технических расчетах следует брать $\pi = 3,14$; $\pi^2 = 10$; $g = 10$ (если ускорение силы тяжести g в м/с^2); $\pi/32 = 0,1$; $\pi/64 = 0,05$; $\pi/16 = 0,2$ и т. д.

Расчет рекомендуется писать как в целях облегчения проверки его самим автором или другим лицом, так и во избежание ошибок в такой форме: сначала должна быть написана формула в буквах; затем ту же формулу без всяких алгебраических преобразований пишут в цифрах; после этого пишется результат вычисления. Например, при определении делительного диаметра

зубчатого колеса расчет следует писать так: $d=z\cdot m=5\cdot 20=100$ мм, где z — число зубьев колеса, а m — модуль зацепления. Несоблюдение указанного правила затрудняет чтение и проверку расчета и, кроме того, может привести к ошибке.

Расчетные формулы располагаются по центру страницы. Система написания формул должна быть единой по всей пояснительной записке. Размеры символов, знаков, индексов должны быть не меньше размера букв текста. Меньшего размера могут быть только надстрочные и подстрочные индексы, показатели степени. Не допускается комбинация в одной формуле символов, знаков и индексов вписанных от руки или выполненных непечатным способом. Пояснение символов и числовых коэффициентов следует производить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают словом «где» без двоеточия. Уравнения и формулы следует выделять в отдельную строку, оставляя по одной свободной строке сверху и снизу. В случае, когда в тексте встречается более одной формулы, их следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей записки арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке ($\text{№}_p.\text{№}_ф$), где №_p — номер раздела, $\text{№}_ф$ — номер формулы, разделенные точкой. Например, (1.2), (5.3) и т.д. Допускается не приводить пояснения символов и коэффициентов, поясненных ранее в других формулах, при первом их появлении. Переносить формулы на новые строчки допускается только на знаках выполняемых операций. Возможно после формулы на той же строке помещать расчеты путем подстановки в формулу необходимых численных величин. После полученного численного значения искомой величины (рекомендуется производить расчеты с точностью до десятой доли числа) пишется единица измерения данной физической величины и ставится запятая. Пояснения символов и коэффициентов далее раскрывается обычным путем.

Расчет необходимо оформить в соответствии с требованиями СТП 2400-2004, в частности, сначала должна быть написана формула в буквенном обозначении с расшифровкой обозначений и единиц измерений, затем без всяких алгебраических преобразований подстановка численных значений и результат вычисления и его обсуждение.

Расчет следует писать с достаточно ясными заголовками, в определенном порядке, с необходимым пояснительным текстом. Если необходимо, расчет сопровождать эскизами рассчитываемых деталей, а также схемами сил и эпюрами моментов, действующих на эти детали. При необходимости к эскизам давать расчетные сечения.

Эскизы рассчитываемых деталей и расчетные сечения выполняют с соблюдением условностей ГОСТов на чертежи. На эскизах и сечениях размеры должны быть поставлены в тех же буквах, какие имеются в расчетных формулах.

При расчете все время необходимо следить за однородностью формул.

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

В тексте пояснительной записки *числа* с размерностями пишутся цифрами, а без размерностей – словами: «...зазор равен 0,2 мм...», но «...данный показатель превышает предельно допустимое значение в два раза...». Числовые интервалы записываются «от» и «до», если после чисел указана единица физической величины, или единицы измерения, числа представляют безразмерные коэффициенты. Если числа представляют собой порядковые номера, то между ними ставится тире. Например, «от 0,5 до 0,8 мм», но «рисунок 1–14».

В случае необходимости применения *таблиц*, на них должны быть ссылки в тексте пояснительной записки. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами порядковой нумерацией в пределах всей работы. Номер следует размещать в левом верхнем углу. Далее идет заголовок таблицы. Если таблица расположена не на одной странице, пишут «Продолжение табл. А».

В конце работы приводятся выводы, заключения. На протяжении всей записки необходимо строго соблюдать единообразие терминов, обозначений, условных сокращений и символов. Весь текст в ПЗ должен быть разбит на разделы каждый раздел должен начинаться с новой страницы. Разделы обозначают порядковыми номерами – арабскими цифрами без точки. Каждый раздел может состоять из нескольких подразделов. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце подраздела точка не ставится.



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»»
**Направление подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-
технологические комплексы**
профиль «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и обо-
рудование»
Форма подготовки очная

Владивосток
2016

Паспорт фонда оценочных средств

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-4 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ОПК-4);	Знает	теоретические основы расчетов деталей машин и сборочных единиц машин;
	Умеет	выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или сборочной единицы; обосновать выбор материала для той или иной детали; выбирать оптимальную форму и способ крепления детали.
	Владеет	Методами математики и законами естественных и экономических наук при проектировании и расчете деталей машин и сборочных единиц транспортно-технологических машин.
ПК-1 способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе	Знает	основы расчета и конструирования деталей и сборочных единиц машин; типовые конструкции деталей и сборочных единиц машин; основы автоматизации расчетов и конструирование деталей и сборочных единиц машин, элементы машинной графики и оптимизации проектирования;
	Умеет	анализировать условия работы конкретных деталей, сборочных единиц и машин, и обосновать основные требования, которым должны они отвечать; выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или сборочной единицы; обосновать выбор материала для той или иной детали; выбирать оптимальную форму и способ крепления детали; определять основные размеры детали; установить степень точности изготовления детали и шероховатость поверхности;
	Владеет	умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации машины, формулировать требования, предъявляемые к деталям и машинам; методами расчета деталей машин; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей; умением оценивать целесообразность применения того или иного вида механических передач для заданных конкретных условий.
ПК-2 способностью осуществлять информационный поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследова-	Знает	основные критерии оценки работоспособности деталей и машин; современные информационные технологии по поиску отдельных агрегатов и систем транспортно-технологических машин
	Умеет	Квалифицировано проводить анализ и интерпретацию результатов поиска информации по отдельным агрега-

ния		там транспортно-технологических машин
	Владеет	навыками работы на компьютерной технике и методами поиска по отдельным агрегатам наземных транспортно-технологических машин.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	МОДУЛЬ 1. Общие вопросы расчета и проектирования деталей машин, узлов и механизмов (8 час.)	ОПК-4	<i>знает:</i> общие сведения о деталях машин и истории развития их конструкций; порядок проектирования машин; основные критерии оценки работоспособности деталей и машин в целом	собеседование УО-1	экзамен вопросы: 1, 2, 3	
			<i>умеет:</i> анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновать основные требования, которым должны они отвечать	УО-1– собеседование		экзамен вопросы: 1-10 Задание № 5
			<i>владеет:</i> умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации машины, формулировать требования, предъявляемые к деталям и машинам	РГЗ		
2	МОДУЛЬ 2. Соединения деталей и узлов машин.	ПК-1	<i>знает:</i> основы расчета и конструирования деталей и узлов машин; типовые конструкции деталей и узлов машин	собеседование УО-1	экзамен вопросы: 11-29	
			<i>умеет:</i> выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или узла	УО-1– собеседование		экзамен вопросы: 11-29
			<i>владеет:</i> методами расчета деталей машин; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей;	РГЗ		
3	МОДУЛЬ 3. Механические передачи	ПК-2	<i>знает:</i> основы автоматизации расчетов и конструирование деталей и узлов машин, элементы машинной графики и оптимизации проектирования;	собеседование УО-1	Экзамен, зачет вопросы: 30-40 Задание № 1, 2, 3, 4	
			<i>умеет:</i> обосновать выбор материала для той или иной детали	УО-1– собеседование		Темы курсового проекта. Вопросы к зачету с 26 по 46 Темы РГЗ Вопросы к зачету С1 по 100
			<i>умеет:</i> обосновать выбор материала для той или иной детали	РГЗ РГЗ Курсовой проект		
4	МОДУЛЬ 4. Поддерживающие и несущие детали механизмов и машин	ПК-2	<i>знает:</i> основы расчета и конструирования деталей и узлов машин; типовые конструкции деталей и узлов машин	собеседование УО-1	зачет вопросы: 101-200 Задание № 1, 2, 3, 4	
			<i>умеет:</i> выбирать оптимальную форму и способ крепления детали; определять основные размеры детали; установить степень точности изготовления детали и шероховатость поверхности	УО-1– собеседование		Темы курсового проекта. Вопросы к зачету с 101 по 200
			умением оценивать целесообразность применения того или иного вида механических передач для заданных	Курсовой проект		

			конкретных условий		
--	--	--	--------------------	--	--

УО-1 – собеседование.

УО-3 – доклад, сообщение.

ПР- –5 курсовой проект.

ПР-7 – конспект.

ПР-12 – расчетно- графическая работа.

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-4 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ОПК-4);	знает (пороговый уровень)	теоретические основы расчетов деталей машин и сборочных единиц машин;	знает основные законы и понятия физики, прикладной механики, обладает навыками описания основных физических явлений, закономерностей протекания физических процессов. знание методов силовых расчетов на уровне кинематических схем, динамического исследования механизмов	способность оценивать работоспособность деталей машин по основным критериям; способность демонстрировать базовые знания в области физики, механики и готовность использовать основные законы в практической деятельности; способность выполнить динамический расчет механизма, сформировать уравнение движения механизма с одной степенью свободы, решить проблему виброгашения в механической системе;
	умеет (продвинутый)	выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или сборочной единицы; обосновать выбор материала для той или иной детали; выбирать оптимальную форму и способ крепления детали.	может решать различные химические уравнения, проводить обработку и анализ результатов экспериментальных исследований и химических расчетов; умение пользоваться измерительными инструментами при выполнении технических замеров	способность демонстрировать основные знания в решении профессиональных задач и физических процессов, готов использовать результаты исследований в практической деятельности, составлять отчеты, способность решать задачи кинематического и динамического исследования
	владеет (высокий)	Методами математики и законами естественных и экономических наук при	владение процедурами технической эксплуатации машин и механизмов	способность выполнять расчеты типовых деталей машин; способность выполнить техническую экс-

		проектировании и расчете деталей машин и сборочных единиц транспортно-технологических машин.	умеет применять теоретические знания для решения конкретных практических и расчетных задач	плуатацию механизмов и машин; способность обосновать использование передаточных механизмов в механических приводах
ПК-1 способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в выполнении теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе	Знает	основы расчета и конструирования деталей и сборочных единиц машин; типовые конструкции деталей и сборочных единиц машин; основы автоматизации расчетов и конструирования деталей и сборочных единиц машин, элементы машинной графики и оптимизации проектирования;	знание основных понятий по методам научных исследований; знание источников информации по методам и подходам к проведению исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования создания комплексов на их базе;	<ul style="list-style-type: none"> - способность перечислить суть методов научного исследования, которые изучил и освоил бакалавр; - способность обосновать актуальность выполняемого задания или исследования; - способность перечислить источники информации по методам и подходам к проведению исследований; - способность объяснить роль и значение транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и создания комплексов на их базе.
	Умеет	анализировать условия работы конкретных деталей, сборочных единиц и машин, и обосновать основные требования, которым должны они отвечать; выбирать рациональный метод расчета конкретной детали или сборочной единицы;	умение работать с методами проведения теоретических и экспериментальных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин; умение применять известные методы научных исследе-	<ul style="list-style-type: none"> - способность найти труды учёных и обосновать объективность применения изученных результатов научных исследований в качестве доказательства или опровержения исследовательских аргументов; - способность применять методы научных исследований для нестандартного решения поставленных задач

		<p>обосновать выбор материала для той или иной детали; выбирать оптимальную форму и способ крепления детали; определять основные размеры детали; установить степень точности изготовления детали и шероховатость поверхности;</p>	<p>дований; умение представлять результаты исследований учёных по изучаемой проблеме и собственных исследований;</p>	<p>-способность характеризовать основные физические компоненты транспортно-технологических машин;</p>
	Владеет	<p>умением, исходя из анализа конкретных условий эксплуатации машины, формулировать требования, предъявляемые к деталям и машинам; методами расчета деталей машин; умением выбрать оптимальный способ соединения деталей; умением оценивать целесообразность применения того или иного вида механических передач для заданных конкретных условий.</p>	<p>владение терминологией в предметной области знаний; способность сформулировать задание по научному исследованию, чёткое понимание требований, предъявляемых к содержанию и последовательности исследования; владение инструментами представления результатов научных исследований</p>	<p>- способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области исследования в устных ответах на вопросы и в письменных работах,</p> <p>- способность сформулировать задание по научному исследованию;</p> <p>-способность решать стандартные задачи транспортно-технологической отрасли.</p>
ПК-2 способностью осуществлять информационный	Знает	<p>основные критерии оценки работоспособности деталей и машин; современные информационные технологии</p>	<p>знает информационно-коммуникационные технологии, применяемые для решения стандартных задач про-</p>	<p>- способность осуществлять информационный поиск;</p> <p>способность перечислить источники ин-</p>

поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследования		по поиску отдельных агрегатов и систем транспортно-технологических машин	фессиональной деятельности	формации по методам и подходам к проведению информационного поиска по отдельным агрегатам и системам объектов исследования
	Умеет	Квалифицировано проводить анализ и интерпретацию результатов поиска информации по отдельным агрегатам транспортно-технологических машин	умение работать с методами обработки и интерпретации результатов поиска научно-технической информации по совершенствованию наземных транспортно-технологических машин;	Способность работать с данными, каталогов для поиска информации по отдельным агрегатам и системам объектов исследования; способность применять методы научных исследований для нестандартного решения поставленных задач
	Владеет	навыками работы на компьютерной технике и методами поиска по отдельным агрегатам наземных транспортно-технологических машин.	Владение терминологией предметной области знаний, владение способностью сформулировать задание по информационному поиску по отдельным агрегатам и системам объектов исследования.	способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области информационных технологий, способность проводить самостоятельный информационный поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях.

Критерии оценки

Критерии оценки (устный ответ)

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; 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 - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся 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 ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии оценки (письменный ответ)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 2 из 143

100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

75-61 - балл - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

60-50 баллов - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем согласно сформированному и утвержденному рейтинг-плану.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 3 из 143

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Детали машин и ОК»:

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, ко-

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 4 из 143

торые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Шкала соответствия рейтинга по дисциплине и оценок

Менее 61%	не удовлетворительно
От 61% до 75%	Удовлетворительно
От 76% до 85%	Хорошо
От 86% до 100%	Отлично

№ п/п	Наименование контрольного мероприятия	Форма контроля	Весовой коэффициент (%)	Максимальный балл	Минимальное требование для допуска к семестровой аттестации
1	Посещение занятий	Посещения	6	6	3
	Выполнение практических занятий	РГЗ	16	16	12
	Теоретический материал	Конспект	6	6	3
	Самостоятельная работа	Опрос	6	6	3
2	Посещение занятий	Посещения	6	6	3
	Выполнение практических занятий	РГЗ	15	15	11
	Теоретический материал	Конспект	6	6	3
	Самостоятельная работа	Опрос	6	6	3
3	Посещение занятий	Посещения	6	6	3
	Выполнение практических занятий	РГЗ	15	15	11
	Теоретический материал	Конспект	6	6	3
	Самостоятельная работа	Опрос	6	6	3
4	Экзамен	Экзамен	0	-	-

Оценочные средства для промежуточной аттестации

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 5 из 143

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

В зависимости от вида промежуточного контроля по дисциплине и формы его организации могут быть использованы различные критерии оценки знаний, умений и навыков.

При оценке уровня знаний студентов по рейтинговой системе формы контроля (для очной формы обучения) приводятся в рейтинг-плане. При этом предполагается деление курса на 3 периода, каждый из которых оценивается контрольным мероприятием.

Перечень типовых вопросов для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

1. Краткий исторический обзор развития курса.
2. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин.
3. Выбор материала и допускаемых напряжений при расчете деталей машин.
4. Стандартизация и унификация деталей машин.
5. Сварные соединения. Обозначение на чертежах. Материалы, расчет прочности.
6. Что называют сварным швом? Назовите критерии работоспособности сварных соединений. Перечислите преимущества и недостатки сварных конструкций.
7. Приведите классификацию сварных соединений.
8. Соединение деталей пайкой, обозначение на чертежах, материалы, конструктивное оформление, расчет на прочность.
9. Соединения клеевые. Обозначение на чертежах. Промышленные виды клеев. Технология склеивания. Расчет прочности клеевых соединений.
10. Назовите критерии работоспособности клеевых соединений. Перечислите преимущества и недостатки клеевых соединений

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 6 из 143

11. Как классифицируют заклепочные соединения по форме головок заклепок. Назовите критерии работоспособности заклепочных соединений.

12. Соединения деталей заформовкой. Конструктивное оформление узлов с заформовкой деталей, материалы, расчет прочности.

13. Заклепочные соединения деталей. Виды заклепок и материалы для их изготовления. Защита заклепочных соединений от коррозии, расчет прочности.

14. Как классифицируют заклепочные соединения по форме головок заклепок? Назовите критерии работоспособности заклепочных.

15. Соединение деталей запрессовкой, посадки прессовых соединений. Расчет прессовых соединений.

16. Где применяют соединения посадками с натягом? Перечислите основные достоинства и недостатки соединений посадками с натягом.

17. Какие соединения относят к резьбовым? Перечислите основные достоинства и недостатки резьбовых соединений.

18. Назовите критерии работоспособности резьбовых соединений.

19. Какие соединения относят к резьбовым? Перечислите основные достоинства и недостатки резьбовых соединений.

20. Резьбовые соединения. Классификация резьб. Основные параметры. Стандарты, материалы, обозначение на чертежах.

21. Самооторможение в резьбе, коэффициент полезного действия резьбового узла.

22. Определение моментов сопротивления в резьбовом узле. Выигрыш в силе с помощью резьбового механизма.

23. Расчет прочности резьбовых деталей..

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 7 из 143

24. Ременные передачи. Критерии работоспособности и расчета ременных передач. Работа ремня на шкивах. Кинематика ременных передач.

25. Основные геометрические зависимости в ременных передачах. Силы и напряжения в ремнях. Расчет ременных передач по тяговой способности. Долговечность ремней.

26. В каком скоростном диапазоне обычно применяются ременные передачи? В чём особенности применения плоскоремennых и клиноремennых передач.

27. Какие натяжные устройства применяют для ременных передач? Какова цель проектного и проверочного расчётов ременных передач?

28. Особенности работы зубчато-ременной передачи. Почему ременную передачу устанавливают на валу двигателя?

29. Что является исходными данными для расчёта ременных передач? Что такое типовая ременная передача и где она применяется?

30. Вариаторы. Виды и конструктивные особенности вариаторов, кинематические зависимости. Особенности применения.

31. Цепные передачи. Область применения, кинематические зависимости. Прочностные расчеты.

32. Какой механизм называют цепной передачей? Назовите примеры применения цепных передач.

33. Как различают цепи по характеру работы цепных передач? Какие коэффициенты учитывают в расчёте условия эксплуатации цепи?

34. Какова конструкция роликовых и втулочных цепей? Из каких материалов изготавливаются элементы приводных цепей?

35. Назовите основные кинематические параметры цепной передачи, и покажите их взаимную связь.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 8 из 143

36. Перечислить основные характеристики цепных передач. Принцип работы цепной передачи. Возможности

37. Критерии работоспособности, исходные данные и порядок расчёта приводной роликовой цепной передачи.

38. Какие резьбы применяются в механизмах, преобразующих движение? Каковы назначение, области применения и основные показатели качества передач винт – гайка?

39. Передача винт-гайка. Резьба и материалы для ходовых винтов и гаек. Расчет прочности и устойчивости.

40. Планетарные и дифференциальные передачи. Кинематические зависимости для передач. Материалы. Расчет к.п.д. Расчет прочности

Вопросы к зачету

1. Какой механизм называют зубчатой передачей?
2. Назовите основные классификационные признаки зубчатых передач.
3. Назовите примеры применения зубчатых передач.
4. Назовите достоинства и недостатки зубчатых передач.
5. Назовите основные конструктивные параметры зубчатых передач, как они меж собой соотносятся?
6. Назовите основные кинематические параметры зубчатых передач, как они меж собой соотносятся?
7. Каковы основные виды разрушения зубчатых колёс?
8. От чего зависят допускаемые напряжения материалов колёс?
9. Какой характер нагрузок всегда характерен для зубчатых передач?
10. С какой целью используются нормальные ряды параметров зубчатых передач?
11. Какие параметры необходимо указывать на рабочих чертежах зубчатых колёс?
12. Как назначается степень точности зубчатой передачи?
13. Для чего и когда следует увеличивать ширину зубчатого венца?
14. В чём состоит особенность расчёта открытых цилиндрических колёс в сравнении с закрытыми?
15. Каковы основные виды разрушений открытых зубчатых колёс?
16. Как в расчёте учитывается реверсивный характер работы передачи?
17. Каковы особенности применения планетарных передач в приводах?

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 9 из 143

18. Какие существуют способы установки вала планетарной передачи на опорах?
19. От чего зависит выбор типа конструкции ведомого вала и водила планетарной передачи?
20. Какие опоры в планетарной передаче самые нагруженные?
21. Как мощность в планетарной передаче разделяется на несколько потоков?
22. При каких условиях целесообразно применять волновые зубчатые передачи?
23. Каковы особенности условий работы и поломок конических зубчатых колёс?
24. По каким критериям выбирают материалы и назначают термообработку конических колёс?
25. Каковы особенности конструкции и эксплуатации червячных передач?
26. Понятие модуля зубчатой передачи.
27. Почему передача называется волновой?
28. Принцип работы зубчатой передачи. Недостатки передачи.
29. Расчетная нагрузка зубчатых передач?
30. Расчет цилиндрической зубчатой передачи на сопротивление усталости при изгибе?
31. Расчёт закрытых зубчатых передач на контактную прочность.
32. Расчёт на прочность зубьев цилиндрических эвольвентных закрытых передач.
33. Расчет цилиндрических зубчатых колес на контактную прочность.
34. Расчет цилиндрических зубчатых колес на изгибную прочность.
35. Расчет конических зубчатых передач на выносливость по контактными напряжениям
36. Расчет конических зубчатых передач на прочность при изгибе.
37. Силы, действующие в прямозубых цилиндрических передачах.
38. Силы, действующие в конических зубчатых передачах.
39. Силы в зацеплении конических прямозубых передач.
40. Силы в зацеплении косозубой зубчатой передачи.
41. Силы в зацеплении планетарной передачи и особенности расчета на прочность.
42. Силы в зацеплении прямозубой зубчатой передаче.
43. Силы в зацеплении цилиндрических косозубых передач.
44. Силы в зацеплении цилиндрических прямозубых передач.
45. Стандарты на зубчатые передачи.
46. Назовите основные признаки червячной передачи.
47. Почему червячные передачи называют зубчато-винтовыми.
48. Назовите достоинства червячных передач.
49. Назовите недостатки червячных передач, чем они обусловлены?
50. Классификация червячных передач.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 10 из 143

51. Конструкция червячного колеса с зубчатым венцом из БрА10Ж4Н4?
52. Коэффициент нагрузки при расчете червячных передач.
53. Критерии работоспособности и виды расчетов червячных передач?
54. Материалы деталей червячной пары.
55. Материалы червячной пары.
56. Определите модуль для червячной передачи.
57. Основные геометрические параметры червячной передачи.
58. Основные критерии расчета червячной передачи.
59. Основные параметры червячной передачи?
60. От чего зависит расположение червяка в червячной передаче?
61. По какому условию выполняется тепловой расчёт червячной передачи?
62. Понятие коэффициента долговечности в червячных передачах.
63. Назовите основные классификационные признаки червячных передач.
64. Назовите главную особенность планетарной передачи.
65. Какие звенья составляют простой планетарный ряд?
66. В качестве каких механизмов может быть использован простой планетарный ряд?
67. Что называют кратностью простого планетарного ряда?
68. Какие основные свойства планетарного ряда позволяют использовать его в коробках передач?
69. Какие преимущества даёт использование планетарного ряда в коробке передач?
70. Назовите недостатки планетарной передачи.
71. Назовите главные условия, которые необходимо выполнить при создании планетарной передачи.
72. Какими свойствами передачи обусловлена возможная неравномерность загрузки сателлитов планетарного ряда?
73. Что необходимо предпринять для обеспечения равномерной загрузки сателлитов?
74. Что называют ременной передачей?
75. Какие виды ремней используются в ременных передачах?
76. Назовите основные геометрические параметры ременной передачи.
77. Каковы соотношения между силами натяжения ветвей ремня в ременной передаче - при неработающей передаче, в процессе работы?
78. Что характеризует коэффициент тяги ременной передачи?
79. Какие показатели ременной передачи непосредственно влияют на величину оптимального коэффициента тяги?
80. Что характеризует коэффициент скольжения ременной передачи?
81. Как определить точное значение передаточного числа ременной передачи?
82. Как меняется коэффициент скольжения и КПД с ростом коэффициента тяги?

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 11 из 143

83. Какие силы создают напряжения в ремне при работе ременной передачи?
84. Какие процессы, происходящие в ремне при работе передачи, ответственны за его усталостный износ?
85. Какой механизм называют цепной передачей?
86. Назовите примеры применения цепных передач.
87. Назовите достоинства и недостатки цепных передач.
88. Назовите основные виды цепей (по их функциональному назначению), применяемых в промышленности.
89. Как различают цепи по характеру работы цепных передач?
90. Какие коэффициенты учитывают в расчёте условия эксплуатации цепи?
91. Какую роль в расчёте цепи играет удельное контактное давление?
92. Какие виды приводных цепей Вы знаете?
93. Какова конструкция роликовых и втулочных цепей?
94. Из каких материалов изготавливаются элементы приводных цепей?
95. Какой параметр цепи и цепной передачи является определяющим, какие параметры включены в маркировку цепей?
96. Назовите основные конструктивные параметры цепной передачи, как они взаимосвязаны?
97. Назовите основные кинематические параметры цепной передачи, и покажите их взаимную связь.
98. В каких конструкциях могут применяться фрикционные передачи?
99. В каких случаях могут применяться неметаллические фрикционные передачи?
100. Две особенности фрикционных передач.
101. За счёт каких сил передают движение фрикционные передачи?
102. Какие фрикционные передачи можно отнести к вариаторам и что называется диапазоном регулирования?
103. Каковы достоинства и недостатки фрикционных передач?
104. Каковы основные виды поломок фрикционных передач?
105. Какие материалы применяются для фрикционных передач?
106. Какой деталью выделяются ременные передачи среди фрикционных?
107. Какие силы действуют в ремне?
108. Какие нагрузки действуют на опоры валов колёс ременной передачи?
109. Как соединяются концы ремня?
110. Какие существуют способы поддержания натяжения ремней?
111. Когда применяются фрикционные передачи с постоянным передаточным отношением?
112. Какие резьбы применяются в механизмах, преобразующих движение?
113. Каковы назначение, области применения и основные показатели качества передач винт – гайка?

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 12 из 143

114. Как определить передаточное число винтового механизма, в чём заключается его особенность.
115. Покажите связь силовых параметров входного и выходного звеньев винтового механизма?
116. Для чего применяются винты с ходовыми резьбами?
117. Из какого условия рассчитывается средний диаметр ходовой резьбы?
118. Каковы особенности прямоугольной и трапецеидальной резьб?
119. Каковы особенности симметричной и несимметричной трапецеидальных резьб?
120. Как ходовой винт проверяется на устойчивость?
121. Как ходовой винт проверяется на самоторможение?
122. Передача винт-гайка: назначение, основные конструкции, использующие эту передачу.
123. Передача винт - гайка: назначение, основные конструкции, достоинства и недостатки.
124. Какие детали машин являются валами, какие – осями?
125. Назовите основные функции, выполняемые валами в механизмах и машинах.
126. Назовите основные разновидности валов и осей по геометрическим характеристикам (геометрическая ось, внешняя форма).
127. Назовите основные конструктивные элементы валов.
128. С какой целью проводится расчёт валов?
129. На каком этапе проектирования проводится предварительный расчёт валов?
130. Как выполняется расчёт вала, если он нагружен силами, расположенными в разных плоскостях?
140. На каком этапе проектирования выполняется уточнённый расчёт валов?
141. На каком этапе и с какой целью выполняется проверочный расчёт валов?
142. Как в расчёте учитываются коэффициенты концентрации напряжений?
143. Какими мерами можно повысить сопротивление валов усталости?
144. Для выполнения каких функций предназначены опоры осей и валов?
145. Дайте определение подшипника.
146. Как влияет качество подшипников на долговечность и качество машины?
147. Назовите основные классификационные признаки подшипников.
148. Какой элемент машины можно назвать подшипником скольжения, какие разновидности этих подшипников Вы знаете?
149. Назовите основные достоинства и недостатки подшипников скольжения.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 13 из 143

150. Какие требования предъявляются к материалам, предназначенным для изготовления подшипников?
151. Назовите основные группы материалов, используемых для изготовления подшипников.
152. Какие требования предъявляются к цапфе вала, работающей в подшипнике скольжения?
153. Назовите основные виды трения в подшипнике скольжения по условиям смазывания.
154. Назовите основные виды смазочных материалов, применяемых для смазывания подшипников скольжения.
155. В каких случаях используются и чем различаются гидростатический и гидродинамический способы смазывания?
156. Назовите основные виды изнашивания подшипников скольжения.
157. Назовите основные критерии работоспособности подшипников скольжения.
158. Назовите основные допущения при расчёте подшипников скольжения.
159. Алгоритм подбора подшипников.
160. Алгоритм проектирования подшипника скольжения для режима полужидкостного трения.
161. Что в технике называют муфтой? Какие устройства подразумеваются под этим названием в курсе «детали машин»?
161. Какие функции выполняют муфты в механизмах и агрегатах?
162. Назовите основные классификационные признаки муфт.
163. Какой тип муфт получил наиболее широкое распространение?
164. Какой параметр является определяющим при выборе муфты?
165. Из каких материалов изготавливают детали муфты?
166. Назовите основные разновидности глухих муфт. Перечислите их главные достоинства и недостатки.
167. В чём разница продольно-разъёмных и поперечно-разъёмных муфт?
168. Что и на какие виды напряжений рассчитывается во втулочной муфте?
169. Что и на какие виды напряжений рассчитывается в продольно-разъёмной муфте?
170. Что и на какие виды напряжений рассчитывается в поперечно-разъёмной муфте?
171. Какие муфты можно назвать подвижными?
172. Что компенсируют компенсирующие муфты? Назовите возможные виды относительного смещения валов, соединяемых муфтой.
173. Назовите принципиальные различия между жёсткими и упругими муфтами.
174. Классификация муфт.
175. Компенсирующие муфты.
176. Кулачковая (крестовая) муфта.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Детали машин и основы конструирования»			
Разработал: Михненко В.М.	Идентификационный номер: УМКД.3(50)-23.03.02 -2015	Контрольный экземпляр находится на кафедре транспортных машин и транспортно- технологических процессов	Лист 14 из 143

177. Муфты: общие сведения, назначение и классификация.
178. Муфты предельного момента. Виды.
179. Муфты зубчатые и кулачковые. Область применения. Расчет.
180. Муфты обгона. Конструкции. Расчет.
181. Муфты компенсирующие. Конструкции. Расчет.
182. Муфты жесткие, постоянные, поперечно и продольно -
183. Что называется приводом?
184. Где преобразуется механическая энергия, передаваемая от двигателя к исполнительному органу?
185. В чём состоит специфика работы приводов транспортной техники?
186. Каковы главные требования к приводам транспортной техники?
187. Как различают приводы в зависимости от величины и направления передаваемой мощности?
188. В чём различие групповых и индивидуальных приводов?
189. Каков основной признак распределительных приводов?
190. В чём разница законов передачи и преобразования энергии у разных типов приводов?
191. Каким приводам свойственен периодический режим работы с частыми перерывами?
192. Каковы специфические требования к приводам измерительных устройств?
193. Алгоритм проектирования механического привода.
194. Алгоритм проектирования приводов.
195. В чем заключается кинематический и энергетический расчёты привода?
196. В чем заключается расчет привода?
197. Проектирование корпусных деталей.
198. Смазочные, уплотнительные устройства.
199. Пружины.
200. Рама и фундаменты.