Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Волжский государственный университет водного транспорта"

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.О.Д18 Детали машин и основы конструирования

Профиль: Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания
Институт: Пермский филиал
Отделение высшего образования
Специальность: 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы
		3
СРС	109 Часы	109
Лабораторные работы	8 Часы	8
Лекции	8 Часы	8
Практические занятия	8 Часы	8
Контактная самостоятельная работа	2 Часы	2
Экзамен	9 Часы	9
Курсовой проект	0	

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.О.18	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	4

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	СРС	Лабораторные работы	Лекции	Практические занятия	Контактная самостоятельная работа	Экзамен	Курсовой проект	Всего
1	Раздел 1. Основы конструирования.								
1,1	Тема 1.1. Введение. Основные направления в развитии конструкций машин	3 Часы							3 Часы
1,2	Тема 1.2. Основы конструирования	2 Часы							2 Часы
1,3	Тема 1.3. Механические передачи. Классификация.	3 Часы							3 Часы
2	Раздел 2. Зубчатые передачи								
2,1	Тема 2.1. Зубчатые передачи. Классификация. Особенности геометрии косозубых цилиндрических передач.	5 Часы							5 Часы
2,2	Тема 2.2. Методы изготовления. Материалы, термообработка, допускаемые напряжения.	2 Часы	2 Часы						4 Часы
2,3	Тема 2.3. Расчет цилиндрических зубчатых передач. Ознакомление с методикой выполнения лабораторной работы "Расчет зубчатой цилиндрической передачи"	4 Часы		1 Часы	2 Часы				7 Часы
2,4	Тема 2.4. Проведение лабораторной работы "Расчет зубчатой цилиндрической передачи"	2 Часы							2 Часы
2,5	Тема 2.5. Оформление отчета по лабораторной работе	2 Часы							2 Часы
2,6	Тема 2.6. Конические зубчатые передачи.	5 Часы							5 Часы
2,7	Тема 2.7. Червячные передачи. Ознакомление с методикой выполнения лабораторной работы "Изучение параметров червячного редуктора"	6 Часы	2 Часы	2 Часы					10 Часы
2,8	Тема 2.8. Проведение лабораторной работы "Изучение параметров червячного редуктора"	2 Часы							2 Часы
3	Раздел 3. Сложные зубчатые механизмы. Передачи трением								
3,1	Тема 3.1. Передачи винт-гайка	5 Часы							5 Часы
3,2	Тема 3.2. Планетарные передачи	5 Часы							5 Часы
3,3	Тема 3.3. Цепные передачи.	6 Часы	2 Часы						8 Часы
3,4	Тема 3.4. Ременные передачи. Практическая работа "Расчет клиноременной передачи" (п.1-2)	6 Часы			2 Часы				8 Часы
3,5	Тема 3.5. Ременные передачи. Практическая работа "Расчет клиноременной передачи" (п.3-4)	2 Часы							2 Часы
3,6	Тема 3.6. Ременные передачи. Практическая работа "Расчет клинноременной передачи" (п.5-7)	2 Часы							2 Часы
3,7	Тема 3.7. Фрикционные передачи	5 Часы							5 Часы
4	Раздеел 4. Валы и опоры.Соединения.								

4,1	Тема 4.1. Валы и оси.Практическая работа "Расчет валов"(п.1)	8 Часы		2 Часы	2 Часы				12 Часы
4,1	Тема 4.10. Соединения. Ознакомление с методикой выполнения лабораторной работы "Расчет фланцевого соединения валов"	7 Часы		2 Часы					9 Часы
4,11	Тема 4.11. Проведение лабораторной работы "Расчет фланцевого соединения валов".Оформление отчета по лабораторной работе	2 Часы							2 Часы
4,12	Тема 4.12. Итоговый тест	2 Часы	2 Часы						4 Часы
4,2	Тема 4.2. Валы и оси.Практическая работа "Расчет валов"(п.2)	2 Часы							2 Часы
4,3	Тема 4.3. Валы и оси.Практическая работа "Расчет валов"(п.3)	2 Часы							2 Часы
4,4	Тема 4.4. Опоры валов и осей	2 Часы							2 Часы
4,5	Тема 4.5. Подшипники качения. Практическая работа "Изучение конструкций подшипника качения"(п.1)	5 Часы		1 Часы	2 Часы				8 Часы
4,6	Тема 4.6. Подшипники качения. Практическая работа "Изучение конструкций подшипника качения"(п.2)	2 Часы							2 Часы
4,7	Тема 4.7. Подшипники качения. Практическая работа "Изучение конструкций подшипника качения"(п.3)	2 Часы							2 Часы
4,8	Тема 4.8. Подшипники скольжения	2 Часы							2 Часы
4,9	Тема 4.9. Муфты. Пружины	6 Часы							6 Часы
5	Раздел 5. Консультирование, проверка и защита курсового проекта					2 Часы			2 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции
1	Раздел 1. Основы конструирования.	
1,1	Тема 1.1. Введение. Основные направления в развитии конструкций машин	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
1,2	Тема 1.2. Основы конструирования	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
1,3	Тема 1.3. Механические передачи. Классификация.	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
2	Раздел 2. Зубчатые передачи	
2,1	Тема 2.1. Зубчатые передачи. Классификация. Особенности геометрии косозубых цилиндрических передач.	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
2,2	Тема 2.2. Методы изготовления. Материалы, термообработка, допускаемые напряжения.	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;УК-2.У.1;УК-2.В.1;)
2,3	Тема 2.3. Расчет цилиндрических зубчатых передач. Ознакомление с методикой выполнения лабораторной работы "Расчет зубчатой цилиндрической передачи"	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;УК-2.У.1;)
2,4	Тема 2.4. Проведение лабораторной работы "Расчет зубчатой цилиндрической передачи"	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
2,5	Тема 2.5. Оформление отчета по лабораторной работе	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
2,6	Тема 2.6. Конические зубчатые передачи.	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
2,7	Тема 2.7. Червячные передачи. Ознакомление с методикой выполнения лабораторной работы "Изучение параметров червячного редуктора"	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;УК-2.У.1;УК-2.В.1;)
2,8	Тема 2.8. Проведение лабораторной работы "Изучение параметров червячного редуктора"	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
3	Раздел 3. Сложные зубчатые механизмы. Передачи трением	
3,1	Тема 3.1. Передачи винт-гайка	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
3,2	Тема 3.2. Планетарные передачи	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
3,3	Тема 3.3. Цепные передачи.	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;УК-2.У.1;УК-2.В.1;)
3,4	Тема 3.4. Ременные передачи. Практическая работа "Расчет клиноременной передачи" (п.1-2)	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;УК-2.У.1;)
3,5	Тема 3.5. Ременные передачи. Практическая работа "Расчет клиноременной передачи" (п.3-4)	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
3,6	Тема 3.6. Ременные передачи. Практическая работа "Расчет клинноременной передачи" (п.5-7)	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
3,7	Тема 3.7. Фрикционные передачи	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
4	Раздеел 4. Валы и опоры.Соединения.	
4,1	Тема 4.1. Валы и оси.Практическая работа "Расчет валов"(п.1)	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;УК-2.У.1;)
4,1	Тема 4.10. Соединения. Ознакомление с методикой выполнения лабораторной работы "Расчет фланцевого соединения валов"	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)
4,11	Тема 4.11. Проведение лабораторной работы "Расчет фланцевого соединения валов".Оформление отчета по лабораторной работе	УК-2.(ИДК: УК-2.3.1;)

4,12	Тема 4.12. Итоговый тест	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;УК-2.У.1;УК-2.В.1;)
4,2	Тема 4.2. Валы и оси.Практическая работа "Расчет валов"(п.2)	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;)
4,3	Тема 4.3. Валы и оси.Практическая работа "Расчет валов"(п.3)	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;)
4,4	Тема 4.4. Опоры валов и осей	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;)
4,5	Тема 4.5. Подшипники качения. Практическая работа "Изучение конструкций подшипника качения"(п.1)	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;УК-2.У.1;)
4,6	Тема 4.6. Подшипники качения. Практическая работа "Изучение конструкций подшипника качения"(п.2)	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;)
4,7	Тема 4.7. Подшипники качения. Практическая работа "Изучение конструкций подшипника качения"(п.3)	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;)
4,8	Тема 4.8. Подшипники скольжения	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;)
4,9	Тема 4.9. Муфты. Пружины	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;)
5	Раздел 5. Консультирование, проверка и защита курсового проекта	УК-2.(ИДК: УК-2.З.1;УК-2.У.1;УК-2.В.1;)

5. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации	УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов	УК-2.В.1 Навыками проведения работ, связанных с анализом и синтезом проекта на всех этапах его цикла

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих требуемых Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года стандартов компетентности:

№ п/п	Таблица	Функция	Сфера компетентности
1			

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

6.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Печь ПЛ10/12,5 (камерная высокотемпературная) (2 ед.); Твердомер ТК-2М М000000447 (1 ед.); Прибор ТШ-2 М000000435 (1 ед.); Прибор для определения твердости М000000469 (1 ед.); Микроскоп МИМ-7 М000004065 (3 ед.); Стул (10 ед.); Стол аудиторный (8 ед.); Машина 0001350240 (1 ед.); Прибор 0001330921 (1 ед.); Прибор 0001351023 (1 ед.); Установка 0001330932 (1 ед.).Весы технические (1 ед.); Гальванометр напряжения (4 ед.); Доска аудиторная (1 ед.); Интегратор (2 ед.); Киноэкран (2 ед.); Модель кристаллической решетки (4 ед.); Потенциометр КСП (7 ед.); Потенциостат П5848 (1 ед.); Прибор для определения микротвердости (1 ед.); Прибор для определения твердости металла (1 ед.); Станок для шлифования и полирования (2 ед.); Стеллаж металлический (2 ед.); Стол верстак (1 ед.); Стол монтажный (5 ед.); Стол однотумбовый (10 ед.); Твердомер ТК-2М (1 ед.); Шкаф секционный (6 ед.); Электроточило (1 ед.) (171) Парты (50 ед.); Стол аудиторный (2 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (562) Парты (34 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.); Стол аудиторный (10 ед.) (662) Парты (47 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (668) Стол рабочий (22 ед.); стул (33 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (761))	171,562,761
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	462

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

6.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров

1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Сидорова, О.В.;Детали машин. Курсовое пректирование;метод.указания по выполн.курс.работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.190602, 180101, 180403;Сидорова, О.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 005	Текст	359
3	Отделкин, Н.С.;Механика.Расчеты зубчатых передач;метод.пособие по выполн.курс.проекта для студ.-механиков очн.и заочн.обучения;Отделкин, Н.С.Рукодельцев, А.С.Сидорова, О.В.Тарнопольская, Т.И.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 010	Текст	475
4	Рукодельцев, А.С.;Детали машин;задания на курсовой проект и метод.указания по его выполнению для студ.-механиков;Рукодельцев, А.С.Сидорова, О.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 010	Текст	388
5	Иванов, М.Н.;Детали машин;учебник;Иванов, М.Н.-М.,Высш.школа; <null> ;	1 991	Текст	72
6	Кузьмин, А.В.;Расчеты деталей машин;справ.пособие;Козинцев, Б.С.Кузьмин, А.В.Чернин, И.М.-Минск,Высш.школа; <null> ;	1 986	Текст	197
7	Рукодельцев, А.С.;Детали машин.Расчеты валов зубчатых передач;метод.указания по выполн.курс.проекта для студ.очн.и заочн.обучения техн.спец.;Рукодельцев, А.С.Сидорова, О.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 014	Текст	48
8	Сидорова, О.В.;Резьбовые соединения;метод.указания к выполн.контр.работы для студ.очн.и заочн.обучения техн.спец.;Сидорова, О.В.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 016	Текст	49
9	Никитаев, И.В.;Детали машин;конспект лекций;Никитаев, И.В.Рукодельцев, А.С.Сидорова, О.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 011	Электронный ресурс	0
10	Сидорова, О.В.;Резьбовые соединения;метод.указания к выполн.контр.работы для студ.очн.и заочн.обучения техн.спец.;Сидорова, О.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 016	Электронный ресурс	0
11	Отделкин, Н.С.;Механика.Расчеты зубчатых передач;метод.пособие по выполн.курс.проекта для студ.-механиков очн.и заочн.обучения;Отделкин, Н.С.Рукодельцев, А.С.Сидорова, О.В.Тарнопольская, Т.И.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 010	Электронный ресурс	0
12	Рукодельцев, А.С.;Детали машин;задания на курсовой проект и метод.указания по его выполнению для студ.-механиков;Рукодельцев, А.С.Сидорова, О.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 010	Электронный ресурс	0
13	Рукодельцев, А.С.;Детали машин;конспект лекций для студ.техн.спец.очн.и заочн.обучения;Никитаев, И.В.Рукодельцев, А.С.Сидорова, О.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	Электронный ресурс	0
14	Чернилевский, Д.В.;Детали машин и основы конструирования;учебник;Чернилевский, Д.В.-Москва,Инновационное машиностроение; URL: https://reader.lanbook.com/book/193001#1 (дата обращения: 25.05.2022) ;<null>	2 022	Электронный ресурс	0
15	Леликов, О.П.;Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин;конспект лекций по курсу:Детали машин;Леликов, О.П.-Москва,Инновационное машиностроение; URL: https://e.lanbook.com/reader/book/175270/#2 (дата обращения: 22.09.2021) ;<null>	2 021	Электронный ресурс	0
16	Иванов, М.Н.;Детали машин;учебник для вузов;Иванов, М.Н.Финогенов, В.А.-Москва,Юрайт; URL: https://urait.ru/viewer/detali-mashin-510679#page/1 (дата обращения: 12.12.2022); https://urait.ru/bcode/467730 (дата обращения: 12.12.2022) ;<null>	2 023	Электронный ресурс	0

17	Самойлов, Е.А.;Детали машин и основы конструирования;учебник и практикум для вузов;Алексеева, Н.А.Джамай, В.В.Зезин, Н.Л.Михайлов, Ю.Б.Рощин, Г.И.Самойлов, Е.А.Серпичева, Е.В.Тимофеев, И.А.-Москва,Юрайт; URL: https://urait.ru/viewer/detali-mashin-i-osnovy-konstruirovaniya-510778#page/1 (дата обращения: 15.02.2024) ;<null>	2 023	Электронный ресурс	0

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.
Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: http://www.eios.vsuwt.ru/.

6.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

6.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

7. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Сфера компетентности (МК ПДНВ)	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
				Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	УК-2.З.1,УК-2.У.1		3.4	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Выполняется во время проведения лабораторных занятий в течении семестра.	РГР выполнена не полностью, допущены грубые ошибки, большинство предусмотренных заданий не выполнены либо выполнены с грубыми ошибками	РГР выполнена большей частью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках); необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки; оформление РГР с нарушением установленных требований	РГР в целом выполнена, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено; необходимые умения и практические навыки работы в основном сформированы, все предусмотренные задания выполнены с отдельными неточностями, оформление РГР согласно установленным требованиям.	РГР выполнена в полном объеме; без ошибок в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, системно и глубоко; необходимые умения и практические навыки сформированы, все задания выполнены безупречно, оформление РГР согласно установленным требованиям.
2	УК-2.З.1,УК-2.У.1		2.3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Выполняется во время проведения лабораторных занятий в течении семестра.	РГР выполнена не полностью, допущены грубые ошибки, большинство предусмотренных заданий не выполнены либо выполнены с грубыми ошибками	РГР выполнена большей частью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках); необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки; оформление РГР с нарушением установленных требований	РГР в целом выполнена, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено; необходимые умения и практические навыки работы в основном сформированы, все предусмотренные задания выполнены с отдельными неточностями, оформление РГР согласно установленным требованиям.	РГР выполнена в полном объеме; без ошибок в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, системно и глубоко; необходимые умения и практические навыки сформированы, все задания выполнены безупречно, оформление РГР согласно установленным требованиям.

3	УК-2.З.1,УК-2.У.1		2.2,2.7,3.3,4.1,4.5,4.9,4.10	Текущий контроль	Опрос	Выполняется во время проведения лабораторных занятий в течении семестра.	Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает нелогичное и непоследовательное изложение материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, способен быстро реагировать на уточняющие вопросы
4	УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1		2.2,2.7,3.3	Текущий контроль	Доклад	Доклад подготавливается студентами самостоятельно.Выступление с докладом выполняется во время проведения практического занятия. Длительность одного выступления 15-20 минут	Доклад подготовлен обучающимся по одному источнику информации, либо не соответствует теме	Обучающийся испытывает трудности в подборе материала, его структурировании. Пользуется, в основном, учебной литературой, не использовал дополнительные источники информации. Не может ответить на дополнительные вопросы по теме доклада. Материал излагает не последовательно, не устанавливает логические связи, затрудняется в формулировке выводов	По своим характеристикам доклад соответствует характеристикам отличного ответа, но обучающийся может испытывать некоторые затруднения в ответах на дополнительные вопросы. Отсутствует исследовательский компонент в докладе	Обучающийся полно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы, излагает материал логически последовательно, делает самостоятельные выводы, умозаключения, демонстрирует кругозор, культуру мышления, использует материал из дополнительных источников, интернет ресурсы. Доклад носит исследовательский характер. Использует наглядный материал (презентация)
5	УК-2.З.1,УК-2.У.1		4.1	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Выполняется во время проведения лабораторных занятий в течении семестра.	РГР выполнена не полностью, допущены грубые ошибки, большинство предусмотренных заданий не выполнены либо выполнены с грубыми ошибками	РГР выполнена большей частью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках); необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки; оформление РГР с нарушением установленных требований	РГР в целом выполнена, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено; необходимые умения и практические навыки работы в основном сформированы, все предусмотренные задания выполнены с отдельными неточностями, оформление РГР согласно установленным требованиям.	РГР выполнена в полном объеме; без ошибок в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, системно и глубоко; необходимые умения и практические навыки сформированы, все задания выполнены безупречно, оформление РГР согласно установленным требованиям.

6	УК-2.З.1,УК-2.У.1		4.5	Текущий контроль	Сообщение	Выполняется во время проведения практических занятий в течении семестра	Сообщение подготовлено обучающимся по одному источнику информации, либо не соответствует теме	Обучающийся испытывает трудности в подборе материала, его структурировании. Пользуется, в основном, учебной литературой, не использовал дополнительные источники информации. Не может ответить на дополнительные вопросы по теме доклада. Материал излагает не последовательно, не устанавливает логические связи, затрудняется в формулировке выводов	По своим характеристикам сообщение соответствует характеристикам отличного ответа, но обучающийся может испытывать некоторые затруднения в ответах на дополнительные вопросы. Отсутствует исследовательский компонент	Обучающийся полно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы, излагает материал логически последовательно, делает самостоятельные выводы, умозаключения, демонстрирует кругозор, культуру мышления, использует материал из дополнительных источников, интернет ресурсы. Сообщение носит исследовательский характер. Использует наглядный материал (презентация)
7	УК-2.З.1		4.10	Текущий контроль	Опрос	Выполняется во время проведения практических занятий в течении семестра	Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает нелогичное и непоследовательное изложение материала, делает ошибки	Обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки.	Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, способен быстро реагировать на уточняющие вопросы
8	УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1		1.2,2.3,2.7,3.3,3.4,4.1,4.7,4.9	Промежуточная аттестация	Курсовой проект	Выполняется в течение семестра по мере изучения тем разделов.	Проект не выполнен или не соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, но составлена непоследовательно, с ошибками, доклад обучающегося непоследователен, без выделения ключевых моментов; не получены ответы на вопросы	Проект выполнен частично, соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, записка составлена непоследовательно, с ошибками; графическая часть выполнена с отклонениями от требований ЕСКД; доклад обучающегося непоследователен; на ряд вопросов даны неправильные ответы	Проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию; пояснительная записка содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы, но имеются некоторые замечания; графическая часть выполнена с незначительными отступлениями от стандартов; при защите доклад обучающегося краток, но допущены неточности в определениях и специальной терминологии; ответы на все поставленные вопросы верны, обоснованы, но на некоторые из них даны ответы после наводящих вопросов	Проект выполнен в полном объеме и соответствует заданию; пояснительная записка последовательно содержит все необходимые разделы, приведенные расчеты верны и обоснованы; графическая часть выполнена в полном объеме с соблюдением требований ЕСКД; защита проведена технически грамотно, охватывает все разделы работы; ответы на все поставленные вопросы верные, обоснованные и четкие

9	УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1		1-4.11	Промежуточная аттестация	Экзамен	Длительность подготовки 30 минут.	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию
10	УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1		1-4.11	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Общее время выполнения: 60 минут Общая инструкция: Внимательно прочитайте каждый вопрос и выберите или дайте ответ в соответствии с предложенной инструкцией	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов

Задания для выполнения расчетно-графических работ

Контролируемые компетенции

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации

УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов

Наименование темы	Темы РГР (перечень заданий)
Ременные передачи (3.4-3.6)	"Расчет клиноремённой передачи " 1. Выбрать сечение ремня по графику рис. 1. 2. По графикам рис. 2–4 определяют номинальную мощность, предаваемую одним ремнём в условиях типовой передачи при угле обхвата ведущего шкива 180º и передаточном числе, спокойной нагрузке, базовой длине ремня, среднем ресурсе. Расчёт выполняют по диаметру малого ведущего шкива. 2.1. Определяют мощность. 3. Определим диаметр ведомого шкива. 4. Предварительно определяется необходимое количество ремней. 5. Определяют силу предварительного натяжения ветви одного ремня. 6. Определяем силы, действующие на валы (ведущий и ведомый). 7. Определяем ресурс ремней, ч.

Методика выполнения практической работы

1. Выбрать сечение ремня по графику рис. 1.
2. По графикам рис. 2–4 определяют номинальную мощность, предаваемую одним ремнём в условиях типовой передачи при угле обхвата ведущего шкива 180º и передаточном числе, спокойной нагрузке, базовой длине ремня, среднем ресурсе. Расчёт выполняют по диаметру малого ведущего шкива.
2.1. Определяют мощность.
3. Определим диаметр ведомого шкива.
4. Предварительно определяется необходимое количество ремней.
5. Определяют силу предварительного натяжения ветви одного ремня.
6. Определяем силы, действующие на валы (ведущий и ведомый).
7. Определяем ресурс ремней, ч.

Техническое задание № 1
Привод ленточного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 2
Привод цепного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 3
Привод ленточного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 4
Привод цепного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 5
Привод ленточного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 6
Привод цепного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 7
Привод ленточного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 8
Привод цепного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 9
Привод ленточного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 10
Привод цепного конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 11
Привод винтового конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_ч$, т/ч	100	12,5	16	25	32	40	50	50	65	80
$L_к$, м	20	20	20	20	20	20	25	25	30	20
D, мм	650	320	320	400	400	500	500	500	500	650
S, мм	500	250	250	320	320	400	400	400	400	500
$n_в$, об/мин	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6
ω	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	1,6	1,6	2,5

Техническое задание № 12
Привод винтового конвейера

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_ч$, т/ч	100	12,5	16	25	32	40	50	50	65	80
$L_к$, м	20	20	20	20	20	20	25	25	30	20
D, мм	650	320	320	400	400	500	500	500	500	650
S, мм	500	250	250	320	320	400	400	400	400	500
$n_в$, об/мин	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6
ω	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	1,6	1,6	2,5

Техническое задание № 13
Привод ленточного элеватора

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	4,15	3,30	4,15	5,00	6,20	7,90	11,0	14,2	10,0	6,10
v, м/с	1,20	0,60	0,65	0,71	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10
D, мм	500	250	320	320	400	400	630	630	500	500
$b_л$, мм	400	150	200	200	250	250	300	300	400	400
$t_ч$, мм	400	200	200	250	250	250	320	320	400	400
Схема редуктора	II	II	II	I	I	II	II	I	I	II

Техническое задание № 14
Привод ленточного элеватора

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	4,15	3,30	4,15	5,00	6,20	7,90	11,0	14,2	10,0	6,10
v, м/с	1,20	0,60	0,65	0,71	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10
D, мм	500	250	320	320	400	400	630	630	500	500
$b_л$, мм	400	150	200	200	250	250	300	300	400	400
$t_ч$, мм	400	200	200	250	250	250	320	320	400	400
Схема редуктора	II	II	I	I	II	I	II	I	II	I
$b_л$, мм	400	150	200	200	250	250	300	300	400	400
$t_ч$, мм	400	200	200	250	250	250	320	320	400	400

Ограниченное число типоразмеров стандартных клиновых ремней позволяет определить допускаемую нагрузку для каждого типоразмера ремня, а расчёт передачи свести к подбору типа и числа ремней по методике, изложенной в ГОСТ 1284.3–96.

По ГОСТ 12841–89 изготовляют клиновые ремни семи типов –*Z*(О), А, *B*(Б), *C*(В), *D*(Г), *E*(Д), *EO*(Е). Ремни сечения *Z*(О) применяют для передачи мощности до 2 кВт, а сечения *EO*(Е) – свыше 200 кВт, однако для вновь проектируемых приводов сечение ремня *EO*(Е) не применять.

1. Сечение ремня выбирают по графику рис. 1, где область применения данного сечения расположена выше собственной линии и ограничена линией предыдущего сечения.

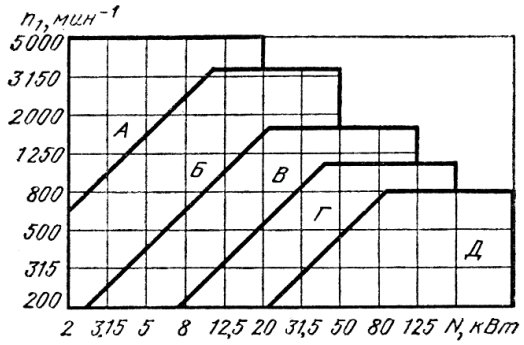


Рис1. График для определения сечения ремня

2. По графикам рис. 2–4 определяют номинальную мощность P_0 , предаваемую одним ремнём в условиях типовой передачи при угле обхвата ведущего шкива 180º и передаточном числе $U = 1$, спокойной нагрузке, базовой длине ремня, среднем ресурсе. Расчёт выполняют по диаметру малого ведущего шкива d_{p1}. При выборе диаметров из числа стандартных следует учитывать, что при меньших диаметрах уменьшаются габариты передачи, но увеличивается число ремней.

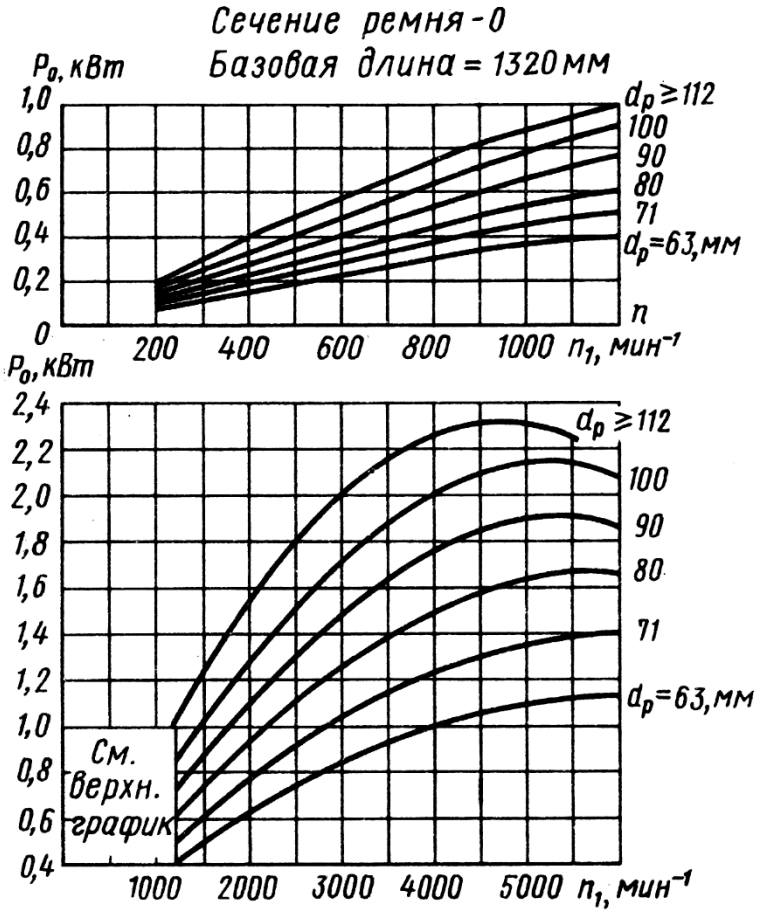


Рис. 2. Номинальная мощность, передаваемая сечением О

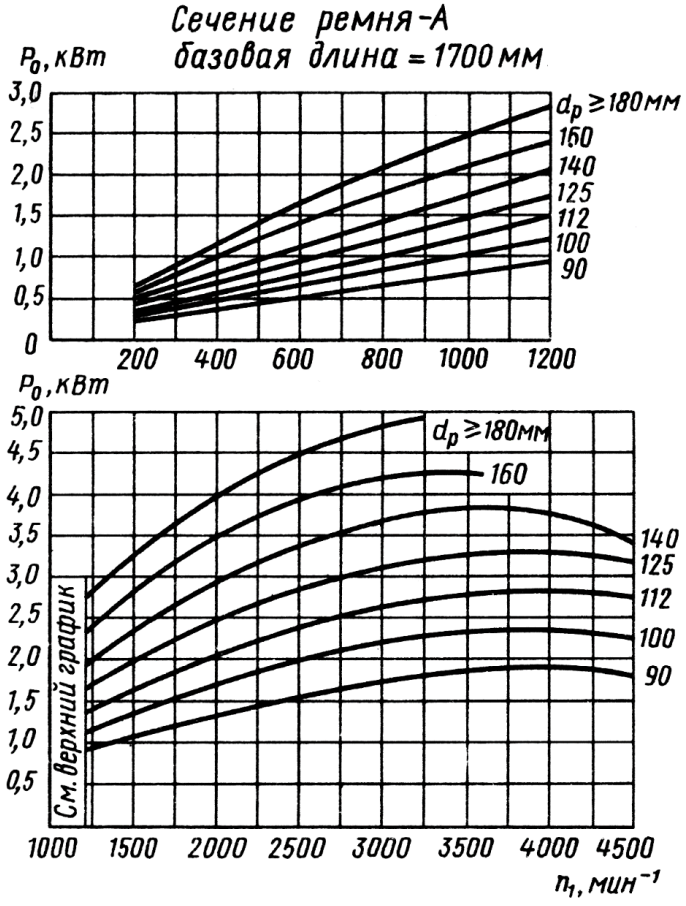


Рис. 3. Номинальная мощность, передаваемая сечением А

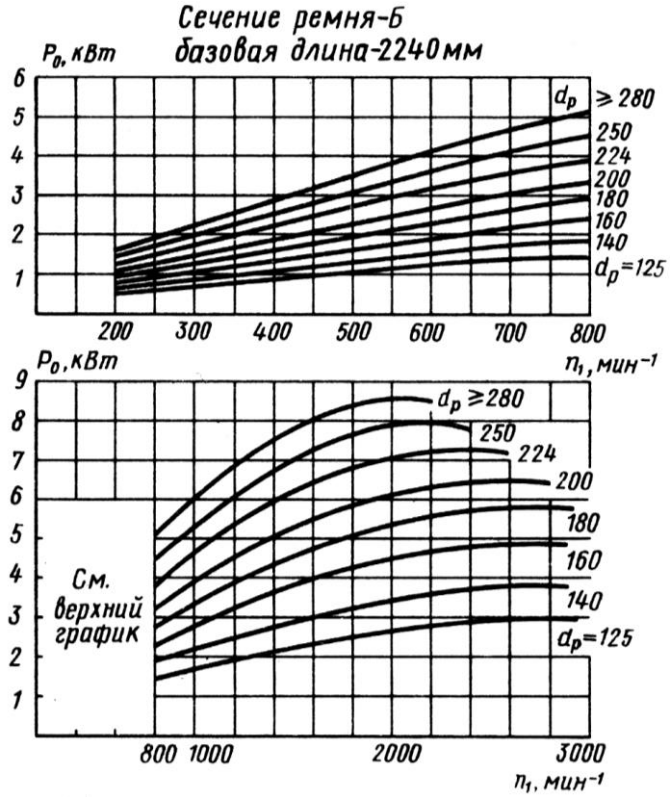


Рис. 4. Номинальная мощность, передаваемая сечением Б

Ряд расчётных диаметров $d_{\text{р}}$, мм: 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000 и далее по ряду *Ra*40.

3. Определяют мощность $P_{\text{р}}$, кВт, передаваемую одним ремнём в условиях рассчитываемой передачи:

$$P_{\text{р}} = P_0 C_\alpha C_l C_U / C_{\text{р}},$$

где C_α – коэффициент угла обхвата (табл. 1);

C_l – коэффициент длины ремня по графику (см. рис. 4.5);

C_U – коэффициент передаточного числа по графику (рис. 4.6);

$C_{\text{р}}$ – коэффициент режима нагружения (табл. 2).

Таблица 1. **Коэффициент угла обхвата**

α, град	220	210	200	190	180	170	160
C_α	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,95
α, град	150	140	130	120	110	100	90
C_α	0,92	0,89	0,86	0,82	0,78	0,74	0,69

Таблица 2. **Коэффициент режима нагружения**

Коэффициент	Характер нагрузки при перегрузке, %			
	Спокойная	Умеренные колебания	Значительные колебания	Ударная или резко неравномерная
	До 120	До 150	До 200	До 300
$C_{\text{р}}$	1,0…1,2	1,1…1,3	1,3…1,5	1,5…1,7
K_1	2,5	1,0	0,5	0,25

В случае использования ремней других сечений необходимо обратиться к соответствующим таблицам ГОСТ 1284.3–96.

4. По проектному значению передаточного числа клиноременной передачи определяем диаметр ведомого

шкива d_{p2}, мм, с округлением до ближайшего значения по ряду *Ra*40:

$$d_{p2} = d_{p1} U_1 .$$

При заданной длине ремня l_p межосевое расстояние определяется так:

$$a_1 = \left(\frac{2l_p - \pi\left(d_{p2} + d_{p1}\right)}{8} + \frac{\sqrt{\left[2l_p - \pi\left(d_{p2} + d_{p1}\right)\right]^2 - 8\left(d_{p2} - d_{p1}\right)^2}}{8} \right).$$

Угол обхвата ремнём меньшего шкива α, град, определяется следующим образом:

$$\alpha_1 = 180 - 57\frac{d_{p2} - d_{p1}}{a_1} \text{ при } \alpha_1 > 110^\circ;$$

$$\alpha_1 = 2\arccos\left(\frac{d_{p2} - d_{p1}}{2a_1}\right) \text{ при } \alpha_1 \le 110^\circ.$$

Рекомендуемые параметры:

$0,7(d_{p2} + d_{p1}) < a_1 < 2,0(d_{p2} + d_{p1})$ и $\alpha_1 \ge 120^\circ$.

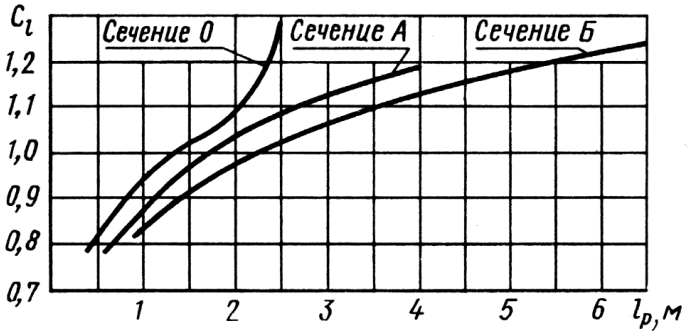


Рис. 5. Коэффициент длины ремня

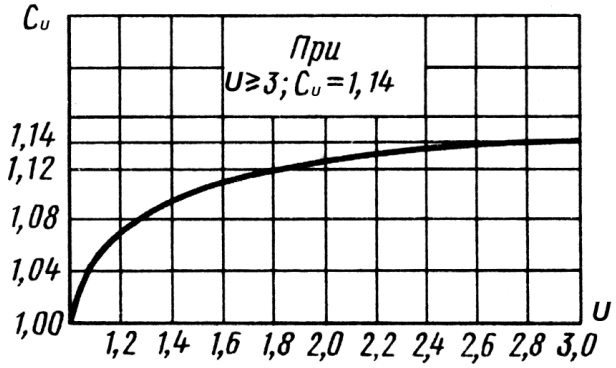


Рис. 6. Коэффициент передаточного числа

В случае использования ремней других сечений необходимо обратиться к соответствующим таблицам ГОСТ 1284.3–96.

5. Предварительно определяется необходимое количество ремней $z_{p\,п} = P_1 / P_p$ и коэффициент числа ремней C_z .

$z_{p\,п}$	1	2…3	4…6	>6
C_z	1	0,95	0,90	0,85

И окончательно: $z_p = P_1 / \left(P_p C_z\right)$ с округлением в большую сторону. Чем больше ремней, тем труднее получить их равномерную загрузку.

6. Определяют силу предварительного натяжения ветви одного ремня:

$$F_0 = \frac{0{,}85PC_pC_l}{z_p v C_\alpha C_U} + 1250Av^2,$$

где $v = \frac{\pi n_1 d_{p1}}{60\,000}$ – линейная скорость движения ремня, (в клиноременных передачах на более 30 м/с), м/с;

A – площадь сечения ремня, Z – 47×10^{-6}; A – 81×10^{-6}; B – 138×10^{-6}, м^2.

7. Определяют силы, действующие на валы (ведущий и ведомый) с учётом числа ремней и того, что второе слагаемое в формуле сила, нагружающая вал только в статическом состоянии передачи.

8. Определяется ресурс ремней, ч:

$$L = L_{ср}K_1K_2,$$

где $L_{ср} = 2000$ – ресурс при среднем режиме, ч;

K_1 – коэффициент, зависящий от режима нагрузки (см. выше);

K_2 – коэффициент климатических условий: центральные зоны $K_2 = 1$, зоны с холодным климатом $K_2 = 0{,}75$.

Параметрами оптимизации являются: тип ремня (с учётом числа ремней); диаметры шкивом (с учётом ресурса); межосевое расстояние (с учётом ресурса).

Задания для выполнения расчетно-графических работ

Контролируемые компетенции

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации

УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов

Наименование темы	Темы РГР (перечень заданий)
1. "Расчет зубчатой цилиндрической передачи"	1.Рассчитать мощность и выбрать электродвигатель 2.Кинематический расчет 3. Определение основных параметров редуктора 4. Расчет допускаемых напряжений

Методика выполнения практической работы

1. Исходные данные

Исходные данные для расчета выбираются по таблице 1.1. При этом мощность и частота вращения ведомого вала выбираются по остатку от деления шифра студента на 28. Тип передачи и расположение колес относительно опор выбираются по первой букве фамилии студента.

Таблица 1.1 Исходные данные

N варианта	Мощность на ведомом валу, кВт	Частота вращения ведомого вала, мин.	Тип передачи	Расположение колес относительно опор
1	2	3	5	6
1	3	200	Прямозубая	Симметричное
2	4	250	Косозубая	Симметричное
3	5	180	Прямозубая	Симметричное
4	6	190	Косозубая	Консольное
5	7	200	Прямозубая	Консольное
6	8	230	Косозубая	Симметричное
7	9	210	Прямозубая	Симметричное
8	10	220	Косозубая	Симметричное
9	11	240	Прямозубая	Консольное
10	12	250	Косозубая	Консольное
11	13	190	Прямозубая	Симметричное
12	14	270	Косозубая	Симметричное
13	15	280	Прямозубая	Симметричное
14	16	290	Косозубая	Симметричное
15	17	300	Прямозубая	Консольное

16	18	320	Косозубая	Консольное
17	19	205	Прямозубая	Симметричное
18	20	240	Косозубая	Симметричное
19	21	260	Прямозубая	Симметричное
20	22	200	Косозубая	Консольное
21	23	245	Прямозубая	Симметричное
22	24	315	Косозубая	Симметричное
23	25	260	Прямозубая	Симметричное
24	26	270	Косозубая	Симметричное
25	27	280	Косозубая	Симметричное
26	22	315	Косозубая	Симметричное
27	24	320	Косозубая	Симметричное
28	15	300	Косозубая	Симметричное

Перед выполнением работы следует изучить основные вопросы теории зацепления, расчета на прочность, жесткость и выносливость зубчатых передач, валов; выбора и расчета призматических шпонок, подшипников качения и муфт. Необходимо изучить вопросы конструирования зубчатых колес, валов и подшипниковых опор. Пояснительная записка должна быть выполнена на стандартных листах формата *А*4, листы должны быть пронумерованы и сшиты между собой.

В начале пояснительной записки должны быть: содержание, задание, кинематическая схема привода. В конце записки указывается литература, которая, была использована при выполнении работы. Титульный лист записки оформляется чертежным шрифтом. Форма и текстовое содержание приведены в методических указаниях. Чертежи рекомендуется выполнять в масштабе 1:1.

2. Выбор электродвигателя

Пример выполнения кинематической схемы привода показан на рис. 2.1.

Мощность электродвигателя Рдв определяется по формуле 2.1:

$$P_{дв} = P_2 / \eta, \qquad (2.1)$$

где Р2 – мощность на ведомом валу редуктора согласно задания, кВт;

η – К.П.Д. редуктора.

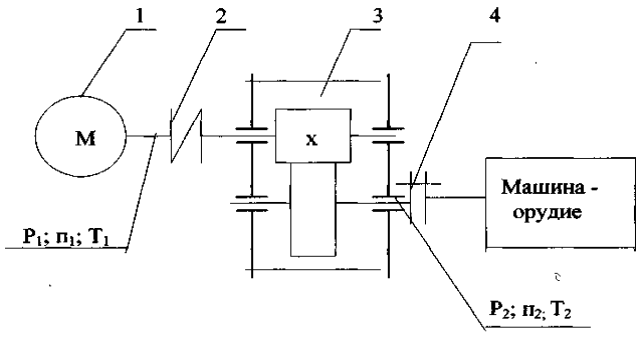


Рис. 2.1. Кинематическая схема привода

1 – электродвигатель типа 4*А*; 2 – муфта упругая втулочно-пальцевая;

3 – редуктор одноступенчатый; 4 – муфта жесткая компенсирующая

КПД одноступенчатого цилиндрического редуктора равен 0,96…0,98. По расчетной мощности выбирают электродвигатель, выписывая из таблицы следующие его данные: тип электродвигателя, мощность, частоту вращения, диаметр и длину выходного конца вала.

3. Кинематический расчет редуктора

Передаточное число редуктора равно:

$$U = n_{дв} / n_2 ,$$

где $n_{дв}$ – частота вращения электродвигателя, об./мин.;

n_2 – заданная частота вращения ведомого вала, об./мин.

Передаточное число необходимо согласовать с ГОСТ 2185-66 и уточнить частоту вращения ведомого вала редуктора n_2.

4. Определение основных параметров редуктора

Основными расчетными параметрами, необходимыми для определения размеров редуктора, являются мощность, частота вращения и крутящий момент на ведущем и ведомом валах. Ведущий вал редуктора имеет индекс 1. Мощность и частоту вращения ведущего вала обычно принимают равными мощности и частоте вращения электродвигателя, т. е.

$$P_1 = P_{дв}; \qquad n_1 = n_{дв}.$$

Крутящий момент (Н м) равен:

$$T_1 = 9550 \cdot P_1 / n_1 \text{ или } T_1 = 10^3 P_1 / \omega, \qquad (4.1)$$

где ω – угловая скорость ведущего вала, $с^{-1}$.

Ведомый вал редуктора, (индекс 2).

Мощность $P_2 = P_1 \cdot \eta, кВт$, частота вращения $n_2 = n_1/u$, об/мин, крутящий момент $T_2=T_1 \cdot u \cdot \eta$, Н.м.

Полученные значения удобно свести в таблицу.

Таблица 4.1

Основные параметры редуктора

Вал редуктора	Расчетные параметры редуктора		
	Мощность, кВт	Частота вращения, об./мин	Крутящий момент, *Н·м*
Ведущий (1)	P_1 =	n_1 =	T_1 =
Ведомый (2)	P_2 =	n_2 =	*T2* =

5. Расчет зубчатой передачи

5.1. Выбор материала

Расчет и проектирование зубчатых передач начинают с выбора материала и вида термической обработки.

Основными критериями работоспособности и расчета зубчатых передач являются контактная прочность рабочих поверхностей зубьев (для закрытых передач) и выносливость зубьев по изгибным напряжениям (открытые зубчатые передачи). При этом основное влияние на контактную прочность оказывает твердость поверхностного слоя материала и зубчатого колеса. Для получения необходимой твердости используется выбор соответствующей марки материала и вида термообработки.

В зависимости от конечной твердости стальные зубчатые колеса делят на две группы: с твердостью *Нив* <350 (полученные путем нормализации или улучшения материала) и *Нив*> 350 (объемная или поверхностная закалка, химике – термическая обработка). Материалы с твердостью *Нив* <350 хорошо обрабатываются и притираются в процессе работы.

В связи с тем, что у шестерни число циклов нагружения, как правило, больше чем у колеса, а также для улучшения прирабатываемости колес твердость шестерни для прямозубых колес должна превышать твердость колеса на 25...50 единиц *НВ*, для косозубых на 50...100 единиц.

Ниже представлены рекомендуемые сочетания материалов шестерни и колеса.

Таблица. 5.1. Рекомендуемые сочетания материалов при твердости *Нив* < 350

Шестерня	Колесо	Шестерня	Колесо	Шестерня	Колесо
45	35 35Л 40Л	50Г	45 50Л 55Л	ЗОХГС	35Х 40Х 40ГЛ
50	35 45Л Ст5	35Хили 40Х	50 55 55Л 35ГЛ	40ХН	35Х 40Х 55Л 40ГЛ
55	45 55Л				

Механические свойства сталей и стальных отливок приведены в табл. 5.3

Таблица.5.3. Механические свойства сталей и стальных отливок

Марка стали	Термообработка	Твердость *Н*нв	Твердость *Н*hrc	Предел прочности, σ в, МПа	Предел текучести, σ т, МПа	Предел выносливости σ_{-1}, МПа
1	2	3	4	5	6	7
Ст5	Нормализ.	140-170	17	500	270	240

Ст6	Нормализ.	150...200	18	600	300	260
35	Горячекат Закалка с отпуском	< 187 285...375	16 30...40	540 1000	320 650	220 -
40	Нормализ	<229	22	600	330	250
45	Горячекат. Улучшен.	241 240...285	24 24...30	610 850	360 580	250 340
50	Нормализ. Улучшен.	<229 258...310	22 26...34	620 790	320 540	280 360
55	Нормализ	185...229	до22	630	320	280
30ХГС	Нормализ	215...229	18...22	890	690	
35Х	Нормализ. Улучшен.	190...241 220...260	18...24 21...27	690 740	440 490	
40Х	Улучшен. Закалка	230...270 240...280	22...2S 24...29	750 1000	520 800	340 400
40ХН	Улучшен. Закалка	255...300 375...480	26...33 40...50	920 1300	750 1100	440
50Г	Нормализ. Улучшен.	190...230 241...285	17...22 24...30	638 726	364 412	
35Л	Нормализ	125...170		500	280	250
40Л	Нормализ	>147		530	300	260
45Л	Нормализ	>153		550	320	280
55Л	Нормализ	155...217		600	350	300
35ГЛ	Улучшен.	>174		590	340	
40ГЛ	Улучшен.	>174		630	320	

5.2. Расчет допускаемых напряжений

5.2.1. Допускаемые контактные напряжения

Допускаемые контактные напряжения определяются по формуле:

$$\sigma_{HP} = \sigma_{H\lim b} \cdot K_{HL} \cdot Z_R \cdot Z_V \cdot K_L \cdot K_{xH} / S_H \qquad (5.1)$$

где $\sigma_{H\lim b}$ – предел контактной выносливости зубьев, соответствующий базовому числу циклов перемены напряжений, N_{HO};

K_{HL} – коэффициент долговечности;

S_H – коэффициент безопасности;

Z_R – коэффициент, учитывающий шероховатость сопряженных

поверхностей зубьев;

Zv – коэффициент, учитывающий окружную скорость;

K_L – коэффициент, учитывающий влияние смазки;

K_{xH} – коэффициент, учитывающий размеры зубчатого колеса.

В качестве допускаемого контактного напряжения для прямозубых цилиндрических передач из двух значений σ_{HP} (для шестерни σ_{HP1} и колеса σ_{HP2}) принимают меньшее. При расчете косозубых передач принимают условное контактное напряжение, определяемое по формуле:

$$\sigma_{HP} = 0{,}45(\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2}) . \qquad (5.2)$$

Предел контактной выносливости поверхностей зубьев определяется в зависимости от термообработки материала зубчатых колес из табл. 5.4.

Таблица 5.4 Предел контактной выносливости для углеродистых и легированных сталей

Способы термической	Средняя	Расчетная
Без термообработки, отжиг, нормализация	$H_{НВ}$<350	$2H_{НВ}$ + 70
Объемная закалка	H_{HRC}=38...50	$18H_{HRC}$+ 150
Поверхностная закалка	H_{HRC}=40...50	$17H_{HRC}$+200

Коэффициент долговечности определяют в зависимости от отношения базового N_{HO} и эквивалентного N_{HE} чисел циклов перемены напряжений. В настоящей контрольной работе принято, что $N_{HE} > N_{HO}$, т. е. K_{HL} =1,0.

Коэффициент безопасности S_H принимает следующие значения:

S_H = 1,1 при однородной структуре материала (улучшение, нормализация, объемная закалка);

S_H = 1,2 при поверхностном упрочнении зубьев (поверхностная закалка).

Значения коэффициентов Zv, Z_R, K_L, K_{xH} в рамках контрольной работы можно принять равными 1,0.

5.2.2. Допускаемые напряжения при расчете на выносливость зубьев при изгибе

Допускаемые напряжения определяют раздельно для шестерни и колеса по формуле:

$$\sigma_{FP} = \sigma_{F\lim b} \cdot K_{FL} \cdot K_{FC} \cdot K_{xF} / S_F \qquad (5.3)$$

где $\sigma_{F\lim b}$ – предел выносливости зубьев при изгибе, соответствующий базовому числу циклов нагружения, определяемый по табл. 5.5;

S_F – коэффициент безопасности, равный 1,7...2.2, большие значения принимают для литых заготовок;

K_{FC} – коэффициент, учитывающий влияние направления приложенной нагрузки.

При одностороннем приложении (нереверсивные передачи) K_{FC} = 1,0. При двустороннем (реверсивные) KFc = 0,7...0,8.

Таблица 5.5 Предел выносливости зубьев при изгибе

Способы термической обработки зубьев	Средняя твердость материала зубьев	Расчетная формула
Без термообработки, отжиг, нормализация	*Ннв*= 180...300	1,8 Ннв
Объемная закалка	H_{HRC} = 45...55	550...600

5.3. Расчет передачи на контактную прочность

Метод расчета силовых зубчатых эвольвентных цилиндрических передач внешнего зацепления стандартизован ГОСТ 21354–75.

Предварительно межосевое расстояние закрытой цилиндрической передачи определяют по формуле:

$$a_W = K_a(U+1)\sqrt[3]{\frac{T_{2H}\cdot K_{H\beta}}{u^2\cdot\psi_{ba}\cdot\sigma_{HR}^2}}, \qquad (5.4)$$

где *Ка* – вспомогательный размерный коэффициент, равный для прямозубой передачи – 495, для косозубой – 430;

u – передаточное число передачи;

T_{2H} – расчетный крутящий момент на ведомом валу, Нм;

ψ_{ba} – коэффициент рабочей ширины зубчатого венца колеса передачи, равный $\psi_{ba} = \frac{b_2}{a_W}$. Для редукторных передач рекомендуется принимать 0,25; 0,315;0,4;

$K_{H\beta}$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по ширине венца выбирается по Приложению 2 в зависимости от коэффициента рабочей ширины зубчатого венца колеса передачи $\psi_{bd} = \frac{b_2}{d_1}$ и расположения колес относительно опор.

Коэффициент ψ_{bd} связан с коэффициентом ψ_{ba} зависимостью:

$$\psi_{bd} = \frac{\psi_{ba}\cdot(u+1)}{2}. \qquad (5.5)$$

Полученное расчетное значение межосевого расстояния согласовывают со стандартными (ГОСТ 2185–76) значениями, выбирая ближайшее большее.

здесь индексы "*ст*" – стандартное значение, "*р*" – расчетное значение межосевого расстояния.

Стандартные значения приведены в табл. 5.6 (следует предпочитать 1-й ряд).

Таблица 5.6 Стандартные значения межосевых расстояний

Ряды	Межосевое расстояние, мм
1-й	40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400,500,630,800,1000

	1250,1600,2000,2500
2-й	140,180,225,280,355,450,560,710,900,1120,1400,1800,2240

Модуль зацепления принимают в пределах:

для незакаленных зубчатых колес m = (0,01...0,02) aw;

для закаленных зубчатых колес m = (0,016.. .0,0315) aw.

Полученное значение модуля согласовывают со стандартным (СТСЭВ 310-76) значением из табл. 5.7, выбирая предпочтительно из 1 ряда.

Таблица 5.7 Стандартные значения модулей

Ряды	Модуль, мм
1-й	1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25;
2-й	1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22;

В случае прямозубой передачи модуль следует подобрать таким образом, чтобы суммарное число зубьев по формуле (5.6) получилось целым числом.

Суммарное число зубьев, округляемое до целого значения, определяют по формуле:

$$Z_C = \frac{2a_W \cos\beta}{2m}, \qquad (5.6)$$

где β – угол наклона зубьев, предварительно принимаемый в пределах 8... 12° и затем его уточняют по выражению:

$$\beta = \frac{\arccos Z_c m_n}{2a_W} \qquad (5.7)$$

Числа зубьев колес, округленные до ближайшего целого числа, рассчитывают для шестерни и колеса:

$$Z_1 = \frac{Z_c}{(u+1)}, \qquad Z_2 = Z_c - Z_1.$$

Уточненное значение передаточного числа передачи равно:

$$U_y = Z_2 / Z_1.$$

В противном случае необходимо изменить числа зубьев шестерни и колеса.

Геометрические параметры зубчатых колес:

– диаметры делительных окружностей:

$$d_1 = \frac{m_n \cdot Z_1}{\cos\beta}; \quad d_2 = \frac{m_n \cdot Z_2}{\cos\beta},$$

$d_{al} = d_1 + 2m_n \qquad d_{a2} = d_2 + 2m_n,$

– диаметры окружностей впадин:

$dfl = d1 - 2{,}5mn; \quad df2 = d2 - 2{,}5mn.$

Ширина зубчатого венца шестерни и колеса:

$b_1 = b_2 + (5...10) \quad b_2 = \psi_{ba} \cdot a_w.$

Контроль точности определения диаметров делительных окружностей проводится следующим образом:

$a_w - f_{aw} \le (d_1 + d_2)/2 \le a_w + f_{aw},$

где f_{aw} – допуск на межосевое расстояние [1], выбираемый в зависимости от степени точности и вида сопряжения передачи, рекомендуемый вид сопряжения В, обеспечивающий гарантированный боковой зазор между зубьями в зацеплении. Окружная скорость передачи:

$V = \pi \cdot d \cdot n/60 \cdot 1000$ м/с.

В зависимости от V выбираем степень точности передачи.

5.4. Проверочный расчет зубьев на выносливость при изгибе

Изгибная прочность зубчатого колеса определяется отношением допускаемого напряжения на изгиб к коэффициенту формы зуба Y_f, определяемого по графику (Приложение 3) в зависимости от эквивалентного числа зубьев z_V (для прямозубых колес $z_V = z$):

$$z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta} \qquad (5.8)$$

Если отношение $(\sigma_{FP1} / Y_{F1}) < (\sigma_{FP2} / Y_{F2})$, необходимо проверять на изгиб зубья шестерни и в формулу по определению напряжения σ_F подставляются $Y_F = Y_{F1}$ и $\sigma_{FP} = \sigma_{FP1}$.

Если отношение $(\sigma_{FP1} / Y_{F1}) > (\sigma_{FP2} / Y_{F2})$, проверяются зубья колеса и подставляются соответственно Y_{F2} и σ_{FP2}.

Расчетные напряжения на изгиб определяются по формулам:

– для прямозубой передачи:

$$\sigma_F = 2000 \cdot T_{F1} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot Y_F / b_2 \cdot d_1 \cdot m_n \le \sigma_{FP} \qquad (5.9)$$

– для косозубой передачи:

$$\sigma_F = 2000 \cdot T_{F1} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} \cdot Y_F \cdot Y_\beta / b_2 \cdot d_1 \cdot m_n \le \sigma_{FP} \qquad (5.10)$$

где T_{F1} – расчетный крутящий момент на шестерне;

K_{Fa} – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между зубьями (принять 1,0);

$K_{F\beta}$ – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки по ширине венца, брать по графику (Приложение 1);

K_{FV} – коэффициент, учитывающий влияние динамической нагрузки, можно принять для косозубых колес K_{fv}= 1,05... 1,1, большие значения брать с увеличением скорости и твердости материала;

Y_β – коэффициент, учитывающий наклон зубьев; для прямозубых равен 1,0, для косозубых:

$Y_\beta = 1 - \beta^\circ/140.$

Если полученные напряжения окажутся больше допускаемых, необходимо увеличить модуль зацепления или выбрать другой материал

5.5. Расчет передачи на контактную выносливость

Для работы передачи в пределах установленного ресурса времени расчетное значение контактного напряжения не должно превышать допускаемого значения

$$\sigma_H = 22{,}4 \cdot Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\varepsilon \cdot \frac{1}{a_W} \cdot \sqrt{\frac{T_1}{b_2} \cdot \frac{(u+1)^3}{u} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{HV}} \le \sigma_{HP}, \quad (5.11)$$

где Z_H – коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей, выбирается из табл. 5.8.

Таблица 5.8 Значение коэффициента Z_H

Угол наклона зубьев β	Значение Z_H при коэф. смещения исходного контура рваном "0"
0	1,76
10	1,74
12	1,72
15	1,71
20	1,67

Z_M – коэффициент, учитывающий механические свойства материала, если шестерня и колесо выполнены из стали $Z_M = 275^{1/2}$;

Z_ε – коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий в зацеплении, для прямозубых колес Z_E = 0,9, для косозубых 1,1... 1,4;

$Z_{H\alpha}$ – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки между, зубьями выбирается в зависимости от окружной скорости V и степени точности передачи, см. Приложение 2;

$K_{H\beta}$ – см. Приложение 1;

K_{HV} – коэффициент, учитывающий динамическую нагрузку, возникающую в зацеплении (см. табл. 5.9), увеличивается с возрастанием окружной скорости.

Таблица 5.9

Значение коэффициента динамичности

Тип передачи	Твердость материала	Значение коэф. K_{HV}
Прямозубая	$H_{H\beta} < 350$	1,03...1,3
	$H_{H\beta} > 350$	1,02...1,2
Косозубая	$H_{H\beta} < 350$	1,01...1,07
	$H_{H\beta} > 350$	1,00...1,03

Если условие $\sigma_H < \sigma_{HP}$ не выполняется, необходимо увеличить межосевое расстояние.

5.6. Определение сил, действующих в зацеплении

В прямозубой цилиндрической передаче нормальная сила *Fn* имеет две составляющие: F_t – окружную силу и F_r – радиальную силу:

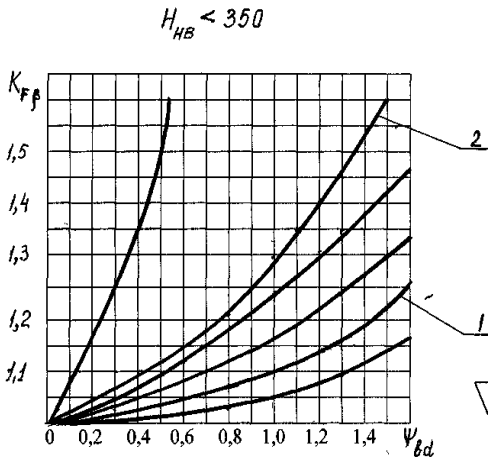
$$F_t = 2T_1 / d_1; \quad F_r = F_t \cdot tg\alpha; \quad F_n = F_t / \cos\alpha .$$

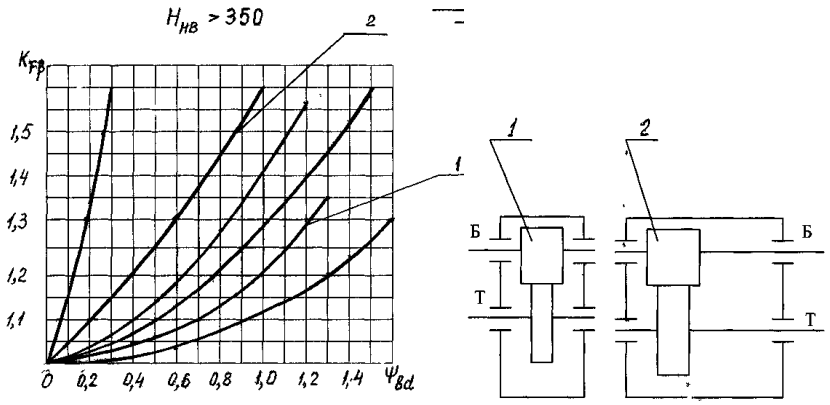
В косозубой цилиндрической передаче нормальная сила Fn, действующая в плоскости зацепления, имеет три составляющие: окружную, радиальную и осевую (Fa):

$$F_t = 2T_1 / d_1; \quad F_r = F_t \cdot tg\alpha / \cos\beta; \quad F_n = F_t /(\cos\alpha \cdot \cos\beta) .$$

Значение угла зацепления принять равным 20°

Приложение 1





Приложение 2

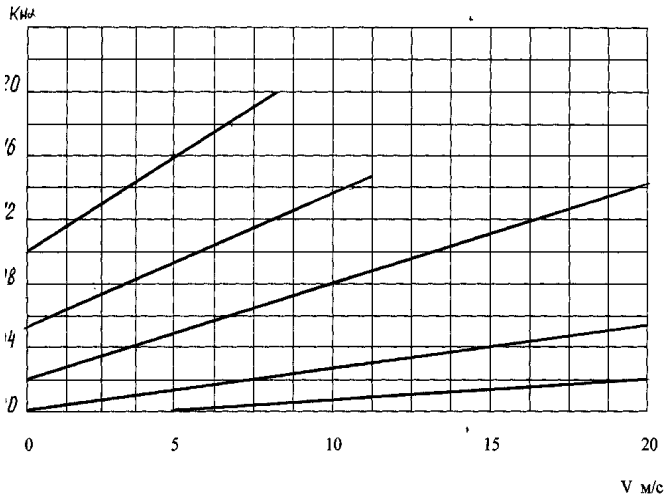


График для определения коэффициента $K_{H\alpha}$ для косозубых передач в зависимости от окружной скорости и степени точности зубчатых колес

Приложение 3

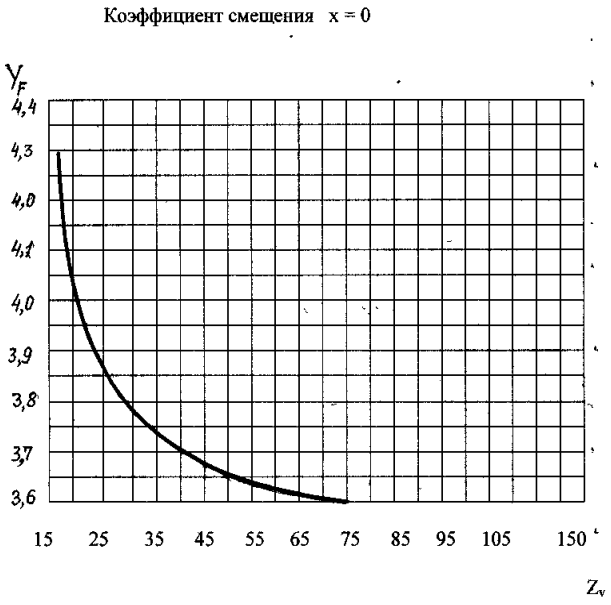


График для определения коэффициента YF

Задания для выполнения лабораторных работ

Контролируемые компетенции

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Индикаторы достижения компетенций

УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации

УК-2.В.1 Навыками проведения работ, связанных с анализом и синтезом проекта на всех этапах его цикла

УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов

Наименование лабораторной работы	Задания для лабораторных работ	Вопросы к защите лабораторных работ
1. «Расчёт фланцевого соединения вала»	1.Рассчитать окружное усилие 2.Силу затяга одного болта 3. Определение геометрические параметров резьбы 4. Расчет витков резьбы на прочность	1. Классификация резьбовых соединений 2.Методы стопорения 3. Расчет витков резьбы на прочность 4. Методы изготовления 5.Материалы

Методика выполнения лабораторной работы

1.1. Конструкция фланцевого соединении и выбор исходных данных

Резьбовое соединение двух фланцев применяется при соединении отдельных участков валов большой длины. Исходные данные для расчета резьбового соединения приведены в таблице 1.1.

В данной конструкции соединения двух фланцев внешняя нагрузка передается перпендикулярно к оси болта. Наибольшее распространение получила конструкция, в которой болты установлены с зазором в отверстиях фланцев. В этом случае соединение получается дешевле за счет применения болтов нормальной точности и упрощения монтажа и демонтажа соединения

Таблица 1.1

Исходные данные для расчета резьбового соединения

№ п/п	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Т.Н м	200	400	220	320	380	520	450	250	350
D_0 мм	180	280	190	220	250	300	280	210	200
Z	4	5	4	5	4	6	5	4	4
№ п/п	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Т.Н м	420	360	480	500	550	310	270	470	520
D_0 мм	300	220	260	280	300	240	180	240	250
Z	6	5	6	6	6	5	4	6	6
№ п/п	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**
Т.Н м	600	750	420	480	380	520	610	560	430
D_0 мм	200	350	250	210	220	300	280	250	200
Z	8	6	4	5	4	5	6	6	6

1.2. Определение расчетной нагрузки

В данной конструкции соединения двух фланцев внешняя нагрузка передается перпендикулярно к оси болта. Наибольшее распространение получила конструкция, в которой болты установлены с зазором в отверстиях фланцев. В этом случае соединение получается дешевле за счет применения

болтов нормальной точности и упрощения монтажа и демонтажа соединения. Если соединение выполнено с зазором как показано на рис. 1.1, то вся внешняя нагрузка (передаваемый крутящий момент) передается от одного фланца на другой только посредством сил трения на плоскость стыка. Для образования необходимой силы трения требуется создать соответствующую предварительную затяжку резьбового соединения. Приближенно можно принять, что равнодействующая сил трения, вызванных затяжкой каждого болта, приложена в центре соответствующего отверстия.

Соединения будет прочным, (фланцы не сдвигаются) если сила трения под каждым болтом будет больше чем окружное усилие, приходящееся на один болт.

Условие прочности соединения имеет вид:

$$F_{TP1} = K \cdot F_{t1}$$

где К = 1,3 ...2,0 - коэффициент запаса.

Сила трения, приходящаяся на один болт, равна:

$$F_{TP1} = F_{ЗАТ1} \cdot f$$

где $F_{ЗАТ1}$— усилие предварительного затяга одного болта Н;

f — коэффициент трения в стыке деталей. Для сухих чугунных и стальных поверхностей = 0,15...0.2.

Окружное усилие, приходящееся на один болт, равно:

$$F_{t1} = \frac{2T}{D_0 Z}$$

где Z — число болтов.

Необходимое усилие предварительного затяга болтов, которое является расчетной нагрузкой, определяется по формуле:

$$F_{ЗАТ1} = 2T \cdot K / D_0 Z f$$

Из условия прочности на растяжение определяется внутренний диаметр резьбы по формуле (1)

$$d_1 = 1{,}13\sqrt{\frac{1{,}3F_p}{[\sigma_p]}}$$

По внутреннему диаметру резьбы в соответствии с ГОСТ 24705-81 выбираем соответствующую резьбу. Из таблицы стандарта (таблица 2) следует выписать номинальный (наружный) диаметр резьбы, средний диаметр, внутренний диаметр и шаг резьбы.

Таблица 2

Данные о параметрах метрической резьбы по ГОСТ 24705-81

d, мм	d2, мм	d_1, мм	P,мм	H, мм

8	7.188	6.647	1.25	0.676
9	8.188	7.647	1.25	0.676
10	9.026	8.376	1.5	0.812
11	10.026	9.376	1.5	0.812
12	10.863	10.106	1.75	0.947
14	12.701	11.835	2.0	1.082
16	14.701	13.835	2.0	1.082
18	16.376	15.294	2.5	1.353
20	18.376	17.294	2.5	1.353
22	20.376	19.294	2.5	1.353
24	22.051	20.752	3.0	1.624
27	25.051	23.752	3.0	1.624
30	27.727	26.211	3.5	1.894
33	30.727	29.211	3.5	1.894
36	33.402	31.670	4.0	2.165
39	36.402	34.670	4.0	2.165
42	39.077	37.129	4.5	2.435
45	42.077	40.129	4.5	2.435
48	44.752	42.587	5.0	2.706
52	48.752	46.587	5.0	2.706
56	52.428	50.046	5.5	2.977
60	56.428	54.046	5.5	2.977
64	60.103	57.505	6.0	3.247

Из условия прочности на смятие определяется необходимое число витков резьбы по формуле (2) . Условие прочности рабочих витков резьбы болта по направлениям смятия при действии расчетной (суммарной) нагрузки имеет вид:

$$\sigma_{CM} = \frac{4F_p}{\pi\left(d^2 - d_1^2\right)i_H} \leq [\sigma_{CM}]$$

Отсюда необходимое число рабочих витков равно:

$$I_H = \frac{4F_p}{\pi\left(d^2 - d_1^2\right)[\sigma_{CM}]} \leq I_P$$

Рабочее число витков резьбы определяется высотой гайки, шагом резьбы и равно iP = H/P Ориентировочно высоту гайки можно принять равной H = 0,8 d. Если окажется невыполненным условие iP. >iH, то необходимо выбрать более высокую гайку или увеличить

Перечень тем докладов

по дисциплине: ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Индикаторы достижения компетенций
УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации
УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов
УК-2.В.1 Навыками проведения работ, связанных с анализом и синтезом проекта на всех этапах его цикла

Наименование темы	Вопросы
Тема 2.2 Методы изготовления. Материалы, термообработка, допускаемые напряжения.	1.Накатывание зубьев 2. Нарезание зубьев 3. Отделка зубьев 4.Основные погрешности изготовления и монтажа зубчатых колес 5.Материалы зубчатых передач и их выбор. 6. Виды термической обработки. Особенности. 7. Допускаемые напряжения в зубчатых передачах. 8. Виды разрушения зубьев.
Тема 2.6 Конические зубчатые передачи.	1. Что понимают под основными и дополнительными конусами? 2. Какими достоинствами обладают передачи с круговыми зубьями по сравнению с прямозубыми? 3.Почему за расчетное сечение конических колес принято среднее? 4. Какова связь между внешним окружным, средним окружным и средним нормальным модулями? 5. В каких формах можно выразить передаточное число конической передачи? 6 Каким образом осуществляется приведение конических передач к эквивалентным цилинд-рическим?
Тема 2.7-2.8 Червячные передачи.	1.Что такое червячная передача? 2. Как определяется и от чего зависит направление вращения элементов передачи? 3. Каким инструментом нарезают зубья червячных колес? 4. Чему равно передаточное число червячной передачи? 5.Какой вид разрушения является наиболее опасным для зубьев колеса? 6.С определения какого параметра начинают проектировочный расчет червячной передачи? 7.Почему зубья червячного колеса на изгиб прочнее таких же зубьев цилиндрического колеса?
Тема 3.3 Цепные передачи.	1.Каковы достоинства и недостатки цепной передачи по сравнению с ременной? 2.Каковы конструкции приводных роликовой и зубчатой цепей? 3.Почему рекомендуют принимать четное число звеньев цепи? 4.Что является основным критерием работоспособности цепной передачи? 5.Чем вызвана необходимость применения натяжных устройств? Каковы способы натяжения цепей?

Таблица 1.2. **Параметры, определяемые в результате расчёта**

Наименование величины	Обозначения	Значения
Диаметры, мм:		
выходного конца вала	$d_к$	
цапф вала под подшипниками	$d_п$	
вала под шестернёй (колесом).	$d_ш$	
Суммарные реакции на опорах, Н:		
левой	R_A	
правой	R_B	
Моменты изгибающие, Н·мм:		
в горизонтальной плоскости	M_{zx}	
в вертикальной плоскости	M_{yx}	
Коэффициент запаса прочности	S	

Таблица 2.1. **Ориентировочные значения e, u, f и w для валов, мм**

Передаваемый момент T_{ij}, Н·м	e	u	f, не менее	w
До 10	45…65	30…55	35…50	20…40
10…20	45…70	35…60	40…55	25…45
20…40	50…80	40…65	45…65	25…50
40…60	55…85	45…75	50…70	25…55
60…80	60…90	50…80	55…75	30…55
80…100	65…100	55…90	60…80	30…60
100…200	70…120	60…100	65…90	30…70
200…400	80…145	70…130	70…105	40…80
400…600	100…160	90…140	80…115	45…85
600…800	115…175	105…155	90…125	50…90
800…1000	130…185	120…165	95…135	55…95

Таблица 2.2. **Значение коэффициентов Ψ_σ и Ψ_τ**

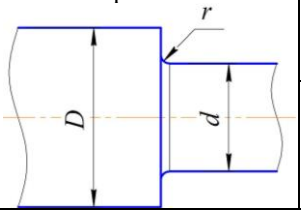
Сталь	Ψ_σ	Ψ_τ
Малоуглеродистая мягкая	0,15	0,05
Среднеуглеродистая	0,2	0,1
Высокоуглеродистая, легированная	0,25	0,15

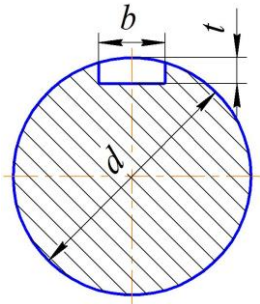
Таблица 2.3. **Значение масштабного коэффициента ε**

Вид нагружения вала и материала	Значение ε при диаметре вала d, мм						
	20	30	40	50	70	100	200

Изгиб вала из углеродистой стали (ε_σ)	0,92	0,88	0,85	0,81	0,76	0,7	0,61
Изгиб вала из легированной стали (ε_σ) и кручение из любых сталей (ε_τ)	0,83	0,77	0,73	0,7	0,65	0,59	0,52

Таблица 2.4. **Эффективные коэффициенты концентрации напряжений k_σ и k_τ**

Концентратор	k_σ		k_τ	
	$\sigma_в$, МПа			
	≤ 700	≥ 1000	≤ 700	≥ 1000
Галтель при отношении: 	Момент сопротивления при изгибе		Момент сопротивления при кручении	
	$W = \frac{\pi d^3}{32}$		$W_к = \frac{\pi d^3}{16}$	

Концентратор	k_σ		k_τ	
	$\sigma_в$, МПа			
	≤ 700	≥ 1000	≤ 700	≥ 1000
Шпоночный паз 	Момент сопротивления при изгибе		Момент сопротивления при кручении	
	$W = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt(d-t)^2}{2d}$		$W_к = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t)^2}{2d}$	
	1,75	2,00	1,50	1,90

Для определения реакции опор и построения эпюр моментов

необходимо знать расстояние между опорами, а также расстояние между находящимися на валу деталями (зубчатыми колёсами, шкивами, звёздочками, муфтами и т. д.) и опорами.

1. Цилиндрический одноступенчатый редуктор (рис. 2.3).

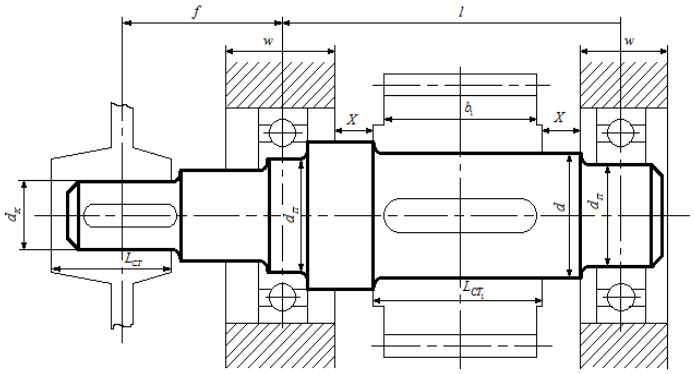


Рис. 2.3. К определению расстояния между опорами вала цилиндрического одноступенчатого редуктора

Расстояние между опорами вала, мм:

$$l \approx L_{\text{СТ1}} + 2x + w, \qquad (2.1)$$

где $L_{\text{СТ1}}$ – длина ступицы шестерни, которая может быть равна ширине шестерни $b_1 = \psi_a a_w$ или $L_{\text{СТ1}} = b_1 + (5\ldots10)$ мм;

x – зазор между зубчатыми колёсами и внутренними стенками корпуса редуктора: $x = 8\ldots15$ мм.

Расчёт валов на прочность

3.1. Основные критерии работоспособности и расчёт валов

Основными критериями работоспособности при расчёте валов являются прочность и надёжность. Прочность вала определяется действием изгибающего (M) и вращающего (T) моментов. Растягивающие и сжимающие силы незначительны и их влияние не учитывают.

В расчёте валов различают два этапа: предварительный и проверочный.

3.1.1. Предварительный проектный расчёт

На этом этапе вал рассчитывается только на кручение, определяют диаметр опасного сечения или диаметры нескольких характерных сечений вала и разрабатывают его предварительную конструкцию. Как правило, определяют диаметры выходного конца вала или диаметры среднего участка вала для промежуточных валов, не имеющих выходных концов. При конструировании учитывают возможность свободного передвижения деталей вдоль вала до места их посадки и возможность осевой фиксации этих деталей на валу и осевой фиксации самого вала.

3.1.2. Уточнённый проверочный расчёт

На этом этапе вал рассчитывается на совместное действие изгиба и кручения. Уточнённый расчёт вала сводится к определению коэффициента запаса прочности для опасного его сечения или для нескольких предположительно опасных сечений.

3.2. Определение диаметра выходного конца вала

Диаметр выходного конца ведущего или ведомого валов определяют при расчёте на чистое кручение по пониженным допускаемым напряжениям $[\tau_{кр}] = 20\ldots35$ МПа, мм:

$$d_к \geq \sqrt[3]{\frac{16T \times 10^3}{\pi \cdot [\tau_{кр}]}}, \qquad (3.1)$$

где T – вращающий момент на валу, Н·м.

Как правило, диаметр вала приходится увеличивать на 5…10% в связи с ослаблением сечения вала пазом под шпонку. Окончательно диаметр выходного конца вала принимают по нормативным документам – ГОСТ 12080–66 и ГОСТ 12081–72.

3.3. Определение диаметра средних участков вала

Под средними участками вала понимают те, на которых находятся шестерни, зубчатые и червячные колёса. Диаметр d в месте посадки шестерни (зубчатого колеса) на промежуточном валу определят по формуле (3.1), принимают допускаемое напряжение $[\tau_{кр}] = 20\ldots35$ МПа.

3.4. Определение коэффициента запаса прочности

В большинстве случаев разрушение валов носит усталостный характер, поэтому расчет валов на усталостную прочность является основным. Он сводится к определению расчётных коэффициентов запаса прочности для предположительно опасных сечений вала.

Условие прочности:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \geq [S], \tag{3.2}$$

где S – расчётный коэффициент запаса прочности;

$[S]$ – требуемый коэффициент запаса прочности и жёсткости $[S]=2{,}5\ldots4$;

S_σ – коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям (3.3);

S_τ – коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям (3.4).

Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma}\sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m}, \tag{3.3}$$

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau}\tau_a + \psi_\tau \tau_m}, \tag{3.4}$$

где σ_{-1} и τ_{-1} – пределы выносливости материала вала при симметричных циклах изгиба и кручения;

σ_a, τ_a, σ_m, τ_m – амплитуда и среднее напряжение цикла нормальных и касательных напряжений;

K_σ, K_τ – эффективные коэффициенты концентрации напряжений при изгибе и кручении;

$\varepsilon_\sigma, \varepsilon_\tau$ – масштабные коэффициенты при изгибе и кручении;

ψ_σ, ψ_τ – коэффициенты асимметрии цикла при изгибе и кручении.

Можно считать, что нормальные напряжения, возникающие в сечении вала изгиба, изменяются по симметрическому циклу и равны:

$$\sigma_a = \sigma_и = \frac{M}{W_x}, \text{ а } \sigma_m = 0, \tag{3.5}$$

где M – изгибающий момент в рассматриваемом сечении вала, Н·мм;

W_x – момент сопротивления сечения, мм^3.

Так как вращающий момент, передаваемый валом, является переменным, при расчёте принимают для касательных напряжений наиболее неблагоприятный знакопостоянный цикл отнулевой:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{T}{2W_p}, \qquad (3.6)$$

где T – изгибающий момент в рассматриваемом сечении вала, Н·мм;

W_p – полярный момент сопротивления сечения, мм^3.

Моменты сопротивлений сечений без учёта наличия концентраторов, мм^3:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \text{ и } W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}. \qquad (3.7)$$

3.5. Пример компоновки и расчёта валов

Таблица 3.1. **Исходные данные к примеру по расчёту вала**

Параметр	Обозначение	Значение
Быстроходная ступень – индекс *I*:		
Крутящий момент на валу, Н·м	$T_1 = T_{I1}$	8
Усилие в зацеплении, Н:		
окружное усилие	F_{tI}	246,235
радиальное усилие	F_{rI}	97,246
осевое усилие	F_{aI}	71,818
Тихоходная ступень – индекс *II*:		
Крутящий момент на валу, Н·м	$T_2 = T_{I2} = T_{II1}$	15,68
Усилие в зацеплении, Н:		
окружное усилие	F_{tII}	480
радиальное усилие	F_{rII}	189,568
осевое усилие	F_{aII}	139,998
Крутящий момент на валу, Н·м	$T_3 = T_{II2}$	30,733
Диаметры делительной окружности, мм:		
шестерни быстроходной ступени	d_{I1}	66,667
колеса быстроходной ступени	d_{I2}	133,333
шестерни тихоходной ступени	d_{II1}	66,667
колеса быстроходной ступени	d_{II2}	133,333
Ширины зубчатых колёс, мм		
шестерни быстроходной ступени	b_{I1}	31

колеса быстроходной ступени	b_{I2}	26
шестерни тихоходной ступени	b_{II1}	40
колеса быстроходной ступени	b_{II2}	35

1. Так как редуктор выполнен по развёрнутой схеме (рис. 3.1), компоновку начинаем с промежуточного – 2-го вала.

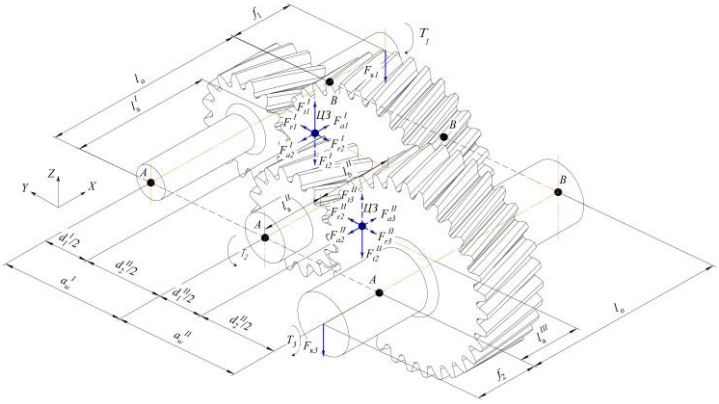


Рис. 3.1. К компоновке цилиндрического двухступенчатого редуктора

2. По значению крутящего момента на валу – $T_2 = T_{I2} = T_{II1} = 15,68$ Н·м – по табл. 2.1 назначаем ширину стенки корпуса по месту установки подшипников – $w = 40$ мм. При этом учитываем, что на тихоходном валу крутящий момент выше и принятое значение w входило бы и в диапазон значений для тихоходного вала; зазор между зубчатыми колёсами и внутренними стенками корпуса редуктора назначаем $x = 10$ мм, тогда ширина ступиц:

$$L_{CT2} = b_{I2} + (5\ldots10) = 26 + 9 = 35 \text{ мм}$$

$$\text{и } L_{CT3} = b_{II1} + (5\ldots10) = 40 + 10 = 50 \text{ мм.}$$

В результате получаем проект промежуточного вала расчётной длиной по центрам опор $l \approx L_{CT2} + L_{CT3} + 3x + w = 35 + 50 + 3\times10 + 40 = 155 \approx 160$ мм – с округлением по ряду предпочтительных чисел. Результат компоновки отражён на рис. 3.2.

Необходимо отметить, что запланированные расстояния $x = 10$ ***мм скорректировали для удобства дальнейшей работы со значениями расстояний между точками приложения сил в за-***

цеплении.

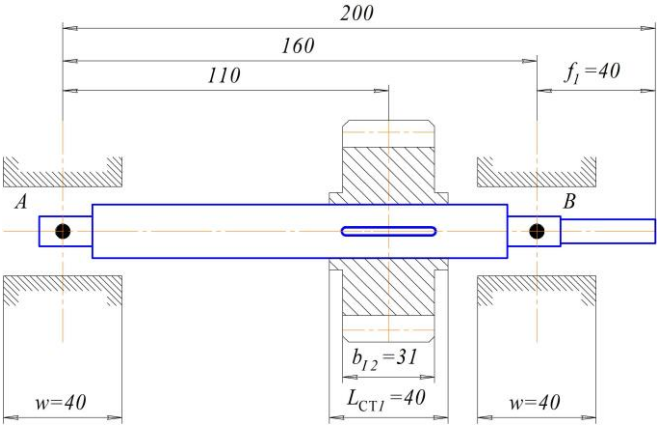


Рис. 3.3. К компоновке быстроходного вала цилиндрического двухступенчатого редуктора

3. Переходим к компоновке быстроходного вала, у которого значение крутящего момента составляет $T_1 = T_{I1} = 8$ Н·м, аналогично по таблице определяем расстояние от середины подшипника до середины посадочного участка выходного конца вала – $f_1 = 40$ мм. С промежуточного вала остаётся расстояние между опорами A и B – $l_o = 160$ мм, а также расстояние от опоры A до плоскости действия сил в зацеплении колёс первой ступени – $l_a^I = 58 + 52 = 110$ мм (рис. 3.3).

Общая схема компоновки редуктора и расположение сил в зацеплениях колёс в пространстве показаны на рис 3.1. Важно силу $F_к$ на схеме прикладывать так, чтобы она была направлена против максимальной радиальной силы из всех, возникающих в зацеплении – в примере максимальной радиальной силой в зацеплении колёс первой ступени является сила $F_{tI} = 246{,}235$ Н. На рис. 3.1. показаны направления всех сил, возникающих в зацеплении зубчатых колёс редуктора, при вращении валов и направлении нарезки зубьев так, как показано на рисунке основными линиями силы в зацеплении, пунктирными – их реакции со стороны парного колеса.

$F_{к1} = 0,3F_{tI} = 0,3 \times 246,235 = 73,87$ Н и $F_{к3} = 0,3F_{tII} = 0,3 \times 480 = 144$ Н.

Производим расчёт быстроходного вала. Схема к расчёту показана на рис. 3.1.

Определяем диаметр выходного конца вала по формуле (3.1) – $d_{к1} \geq \sqrt[3]{\frac{16T_1 \times 10^3}{\pi \cdot [\tau_{кр}]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 8 \times 10^3}{\pi \cdot 30}} \approx 11,07$ мм, увеличиваем на 10% – $d_{к1} \approx 1,1 \times 11,07 \approx 12,18$ мм и окончательно принимаем по ГОСТ 12080–66 $d_{к1} = 12$ мм с полем допуска $js6 - \left(\begin{smallmatrix}+0,0055\\-0,0055\end{smallmatrix}\right)$ мм.

Увеличиваем диаметр вала на 2…3 мм для пропуска уплотнительной манжеты по ГОСТ 8752–79 (в ред. 1991 г.), получаем $d_{м1} = d_{к1} + (2...3) = 12 + (2...3) = 14$ мм с полем допуска $h10 - \left(\begin{smallmatrix}\\-0,07\end{smallmatrix}\right)$ мм.

Увеличиваем диаметр вала для возможности установки подшипника качения (значения диаметров 3…10, 12, 15, 17, 20 далее через 5 мм) до $d_{п1} = 15$ мм с полем допуска $k6 - \left(\begin{smallmatrix}+0,012\\+0,001\end{smallmatrix}\right)$ мм.

Принимаем диаметр вала по месту установки шестерни $d_{ш1} = 20$ мм с полем допуска $p6 - \left(\begin{smallmatrix}+0,035\\+0,022\end{smallmatrix}\right)$ мм и предусматриваем упорный буртик для неё диаметром $d_{б1} = 25$ мм.

На выходном конце вала будет расположен шпоночный паз с размерами $b \times t_1 = 4 \times 2,5$ мм, а под шестерней – $b \times t_1 = 6 \times 3,5$ мм.

Производим проверочный расчёт вала

Рассматриваем плоскость *ZX* (рис. 3.5).

Решение

Опорные реакции:

$$\sum M_B = R_{az1} l_o - F_{tI}(l_o - l_a^I) - F_{к1} f_1 = 0;$$

$$R_{az1} = \frac{F_{tI}(l_o - l_a^I) + F_{к1} f_1}{l_o} = \frac{246,235 \times (160 - 110) + 73,87 \times 50}{160} =$$

$$= 100,033 \text{ Н}.$$

$$\sum M_A = -R_{bz1} l_o + F_{tI} l_a^I - F_{кI}(l_o + f_1) = 0;$$

$$R_{bz1} = \frac{F_{tI} l_{\text{a}}^{I} - F_{\kappa I}\left(l_{\text{o}} + f_1\right)}{l_{\text{o}}} = \frac{+246{,}235 \times 110 - 73{,}87 \times \left(160 + 50\right)}{160} =$$

$= 72{,}332$ Н.

Проверка:

$-R_{az1} + F_{tI} - R_{bz1} - F_{\kappa 1} = -100{,}033 + 246{,}235 - 72{,}332 - 73{,}87 = 0$.

Строим эпюру изгибающих моментов:

сечение № *I* ($x = 0$): $M_{zx}^{I} = -R_{az1} x = -100{,}033 \times 0 = 0$ Н·мм;

сечение № *II* ($x = 58$): $M_{zx}^{II} = -R_{az1} x = -100{,}033 \times 58 =$

$= -5801{,}914$ Н·мм;

сечение № *III* ($x = 110$): $M_{zx}^{III} = -R_{az1} x = -100{,}033 \times 110 =$

$= -11003{,}63$ Н·мм;

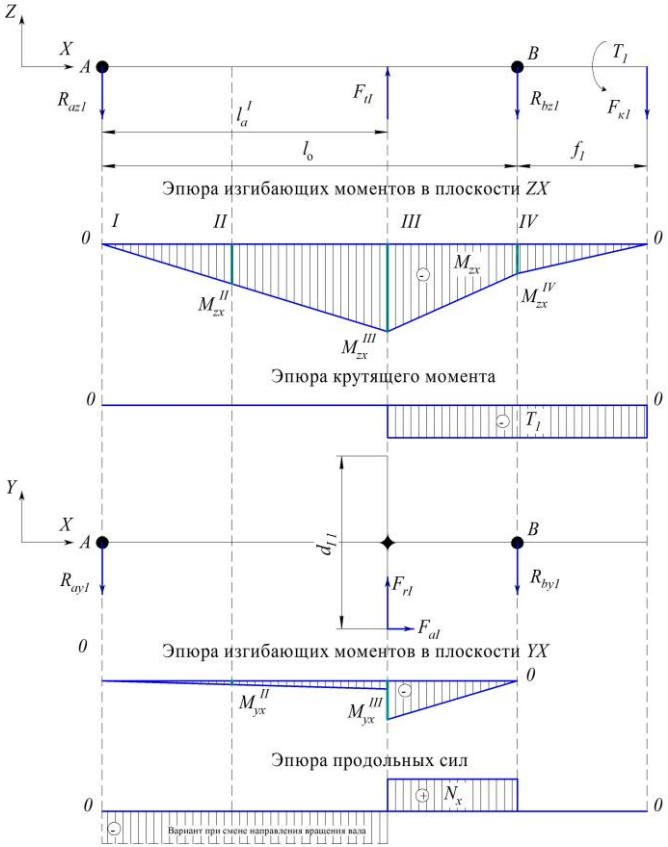


Рис. 3.5. К расчёту быстроходного вала
цилиндрического двухступенчатого редуктора

сечение № *IV* ($x = 160$): $M_{zx}^{IV} = -R_{az1}x + F_{tI}\left(x - l_a^I\right) = -100{,}033 \times$

$\times 160 + 246{,}235 \times (160 - 110) = -3693{,}53$ Н·мм;

проверка – $M_{zx}^{IV} = -F_{к1} f_1 = 73{,}87 \times 50 = -3693{,}53$ Н·мм.

Рассматриваем плоскость *YX* (см. рис. 3.5).

Решение

В рассматриваемой плоскости действует сосредоточенный изгибающий момент от смещённой относительно оси осевой силы –

$$M_{yx}^{\text{и}} = \frac{F_{aI} d_{I1}}{2} = \frac{71{,}818 \times 66{,}667}{2} = 4787{,}891 \text{ Н·мм}.$$

Опорные реакции:

$$\sum M_B = R_{ay1} l_{\text{о}} + M_{yx}^{\text{и}} - F_{rI}(l_{\text{о}} - l_{\text{а}}^{I}) = 0;$$

$$R_{ay1} = \frac{-M_{yx}^{\text{и}} + F_{rI}(l_{\text{о}} - l_{\text{а}}^{I})}{l_{\text{о}}} = \frac{-4787{,}891 + 97{,}246 \times (160 - 110)}{160} = 0{,}465 \text{ Н}.$$

$$\sum M_A = -R_{by1} l_{\text{о}} + F_{rI} l_{\text{а}}^{I} + M_{yx}^{\text{и}} = 0,$$

$$R_{by1} = \frac{F_{rI} l_{\text{а}}^{I} + M_{yx}^{\text{и}}}{l_{\text{о}}} = \frac{97{,}246 \times 110 + 4787{,}891}{160} = 96{,}781 \text{ Н}.$$

Проверка: $-R_{az1} + F_{rI} - R_{bz1} = -0{,}465 + 97{,}246 - 96{,}781 = 0$.

Строим эпюру изгибающих моментов:

сечение № *I* ($x = 0$): $M_{yx}^{I} = -R_{ay1} x = -0{,}465 \times 0 = 0$ Н·мм;

сечение № *II* ($x = 58$): $M_{yx}^{II} = -R_{ay1} x = -0{,}465 \times 58 = -26{,}97$ Н·мм;

сечение № *III* ($x \le 110$):

$M_{yx}^{III} = -R_{ay1} x = -0{,}465 \times 110 = -51{,}15$ Н·мм;

сечение № *III* ($x > 110$):

$M_{yx}^{III} = -R_{ay1} x - M_{yx}^{\text{и}} = -0{,}465 \times 110 - 4787{,}891 = -4839{,}041$ Н·мм;

сечение № *IV* ($x = 160$):

$M_{yx}^{IV} = -R_{ay1} x - M_{yx}^{\text{и}} + F_{rI}\left(x - l_{\text{а}}^{I}\right) = -0{,}465 \times$

$\times 160 - 4787{,}891 + 97{,}246 \times (160 - 110) = 0$ Н·мм;

проверка – $M_{yx}^{IV} = -R_{by1} \times 0_1 = -96{,}781 \times 0 = 0$ Н·мм.

Анализ эпюр показывает, что наиболее опасным является сечение № *III*.

Суммарный изгибающий момент в сечении составляет $M_{\text{и}} = \sqrt{\left(M_{zx}^{III}\right)^2 + \left(M_{yx}^{III}\right)^2} = \sqrt{(-11003{,}63)^2 + (-4839{,}041)^2} = 12020{,}657$ Н·мм.

Момент сопротивления сечения при изгибе составляет $W_x = \frac{\pi d_{\text{ш1}}{}^3}{32} - \frac{b t_1 (d_{\text{ш1}} - t_1)^2}{2 d_{\text{ш1}}} = \frac{\pi \times 20^3}{32} - \frac{6 \times 3{,}5 \times (20 - 3{,}5)^2}{2 \times 20} = 642{,}467$ мм^3.

Нормальные напряжения в опасном сечении вала под шестернёй для симметричного цикла равны (3.5):

$$\sigma_a = \frac{M_и}{W_x} = \frac{12020{,}657}{642{,}467} = 18{,}71\,\text{МПа}.$$

Момент сопротивления сечения при кручении составляет

$$W_к = \frac{\pi d_{ш1}{}^3}{16} - \frac{bt_1\left(d_{ш1} - t\right)^2}{2d_{ш1}} = \frac{\pi \times 20^3}{16} - \frac{6 \times 3{,}5 \times \left(20 - 3{,}5\right)^2}{2 \times 20} =$$

$$= 1427{,}865\,\text{мм}^3.$$

Касательные напряжения для от нулевого цикла равны (3.6).

$$\tau_a = \tau_m = \frac{T}{2W_к} = \frac{8 \cdot 10^3}{2 \times 1427{,}865} = 2{,}801\,\text{МПа}.$$

Разница диаметров окружности впадин зубьев шестерни $d_{f1} = 56{,}667$ мм и диаметра вала $d_{ш1} = 20$ мм позволяет соединить шестерню и вал с помощью шпоночного соединения, поэтому вал изготавливаем из нормализованной стали 45 по ГОСТ 1050–88 заготовка – круг по ГОСТ 2590–88 с пределами выносливости при изгибе $\sigma_{-1} = 210$ МПа; при кручении $\tau_{-1} = 155$ МПа.

Эффективные коэффициенты концентрации напряжений для сечения со шпоночной канавкой для стали 45 с пределом прочности $\sigma_в = 610$ МПа < 700 МПа равны: $K_\sigma = 1{,}75$; $K_\tau = 1{,}50$.

Масштабные факторы (сталь среднеуглеродистая при диаметре вала $d_{ш1} = 20$ мм):

$\varepsilon_\sigma = 0{,}92$; $\varepsilon_\tau = 0{,}83$.

12. Коэффициенты симметрии цикла для среднеуглеродистых сталей:

$\psi_\sigma = 0{,}2$; $\psi_\tau = 0{,}1$.

Коэффициенты запаса прочности по нормальным напряжениям (3.3):

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma}\sigma_a + \psi_\sigma \sigma_m} = \frac{210}{\frac{1{,}75}{0{,}92} \times 18{,}71 + 0{,}2 \times 0} = 5{,}901.$$

Коэффициенты запаса прочности по касательным напряжениям (3.4):

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau}\tau_a + \psi_\tau \tau_m} = \frac{155}{\frac{1{,}50}{0{,}83} \times 2{,}801 + 0{,}1 \times 2{,}801} = 29{,}014.$$

Общий коэффициент запаса прочности:

$$S = \frac{5{,}901 \cdot 29{,}014}{\sqrt{5{,}901^2 + 29{,}014^2}} = 5{,}765 > [2{,}4 \ldots 4{,}0].$$

Так проверяются все сечения вала.

Перечень тем сообщений

по дисциплине: ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Индикаторы достижения компетенций
УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации
УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов

Наименование темы	Вопросы
Тема 2.1 Зубчатые передачи. Классификация. Особенности геометрии косозубых цилиндрических передач.	1. Какие силы определяют в зубчатых передачах? 2.Что такое усталостное выкрашивание активных поверхностей зубьев? 3.Для каких передач наиболее опасна усталостная поломка зубьев? 4.Что является критериями работоспособности закрытых и открытых передач? 5.В чем заключается отличие при определении допускаемых напряжений прямозубых и косозубых передач?
Тема 4.5-4.7 Подшипники качения.	1.Из каких элементов состоит подшипник качения? 2.На какие типы подразделяют ПК? От чего зависит выбор типа? 3.Как влияют серии подшипников на их размеры, грузоподъемность и быстроходность? 4. Каковы причины выхода ПК из строя? 5.Что такое статическая и динамическая грузоподъемность подшипников качения? 6.В чем заключается способ подбора по статической грузоподъемности?
Тема 4.9. Муфты. Пружины	1.Каково назначение и по каким признакам разделяют муфты приводов? 2.Чем обусловлена необходимость применения компенсирующих муфт? 3.Как в общем случае подбирают муфты? 4.Почему глухие муфты требуют строгой соосности валов? 5.Как устроена зубчатая муфта? Для чего применяют смазку и почему изнашиваются зубья? 6.Каково устройство втулочно-пальцевой муфты?

Перечень вопросов для опроса

По дисциплине «Детали машин и основы конструирования»

Контролируемые компетенции:

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Индикаторы достижения компетенций

УК-2.3.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации

Наименование темы	Вопросы
Тема 4.10 Соединения. "Расчет фланцевого соединения валов"	1. 1. Классификация резьбовых соединений 2.Методы стопорения 3. Расчет витков резьбы на прочность 4. Методы изготовления 5.Материалы

Курсовой проект по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» направлен на формирование следующих универсальных (УК) компетенций
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Индикаторы достижения компетенций
УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации
УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов
УК-2.В.1 Навыками проведения работ, связанных с анализом и синтезом проекта на всех этапах его цикла

Темы Курсовых проектов
1. Спроектировать привод ленточного конвейера.
2. Спроектировать привод цепного конвейера.
3. Спроектировать привод винтового конвейера.
4. Спроектировать привод ленточного элеватора.
5. Спроектировать привод электролебедки.

5 ТЕМ ПО 10 ВАРИАНТОВ

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Цель написания курсового проекта

Курсовой проект является завершающим этапом изучения профилирующей дисциплины выбранного направления обучения. Выполнение курсового проекта является не только проверкой полученных знаний в ходе теоретических и практических занятий, но и важной формой развития навыков самостоятельной научной работы. Она представляет собой индивидуальную самостоятельную работу студента, своеобразный отчет, показывающий степень осмысления выбранной темы курсового проекта, а также степень подготовки автора к самостоятельной работе.

Цель курсового проекта – систематизация, обобщение и расширение знаний на основе самостоятельного изучения и обобщения научной и учебной литературы по избранной теме, а также приобретение практических навыков обработки учетно-аналитической информации.

Для достижения поставленной цели при подготовке и написании курсового проекта перед студентом ставятся следующие задачи:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний, полученных по дисциплине;

- приобретение навыков самостоятельной работы с научной, учебной и периодической литературой по избранной теме.

Техническое задание, содержащее основные исходные параметры и показатели проектируемого объекта, является основанием для разработки эскизного проекта, в свою очередь необходимого для разработки технического проекта. Технический проект, предшествующий рабочему проекту, желательно выполнять в 2–3 вариантах с целью выбора

оптимального. Это достигается с помощью ЭВМ и системы автоматизированного проектирования (САПР).

Следовательно, проект – это совокупность различных конструкторских документов, расчетов, обоснований и пояснений, необходимых в целом для изготовления, монтажа, наладки и эксплуатации данной машины, привода механизма.

2. Общие методические указания по подготовке курсового проекта.

Проектирование является сложным творческим процессом, успешное осуществление которого предполагает у конструктора наличие глубоких инженерных знаний, знакомство с конструкциями и умение творчески решать конкретные инженерно-технические задачи.

В процессе проектирования конструктору приходится выполнять кинематические, энергетические, силовые, прочностные и другие расчеты; учитывать требования экономики, технологии изготовления и монтажа деталей, промышленной эстетики и дизайна, эффективности и безопасности эксплуатации, надежности и др. Иными словами, изготовленная машина должна иметь современный товарный вид и обеспечивать высокую надежность, экономичность и производительность.

При выполнении курсового проекта по деталям машин студенты впервые самостоятельно решают в сокращенном объеме эти задачи. В процессе проектирования они должны творчески использовать разнообразную учебную и справочную литературу, атласы конструкций и готовых изделий, стандарты на параметры, материалы и др. При выполнении курсового проекта студенты не только закрепляют теоретические знания и учатся самостоятельно творчески работать, но и одновременно приобретают новые знания и навыки конструирования. Без преувеличения можно сказать, что при выполнении курсового проекта по деталям машин студенты познают общие методологические основы проектирования машин и механизмов, которые в дальнейшем служат базой для выполнения курсовых и дипломных проектов по специальным дисциплинам.

3. Тематика курсовых проектов

Технические задания на курсовой проект по деталям машин для студентов очного и заочного обучения, представленные в данной работе (см. варианты), разработаны с учетом современной техники водного транспорта и специальности, по которой готовятся инженеры. С учетом этих факторов технические задания предусматривают проектирование приводов ленточных, цепных и винтовых конвейеров, элеваторов, судовых лебедок, рулевых устройств.

В качестве механических передач заданиями предусмотрены зубчатые цилиндрические и конические редукторные передачи, червячные, цепные и ременные передачи.

Каждое из 23 заданий содержит кинематическую схему привода, обозначения его элементов и 10 вариантов значений исходных параметров. Кроме того, в 18 заданиях (с № 1 по № 18 включительно) предусмотрены графики нагрузки привода и срок его службы. Они необходимы для определения расчетной нагрузки, методика которой изложена в данных методических указаниях, а также в литературе и др.

Таблица 1. **Выбор задания на курсовой проект**

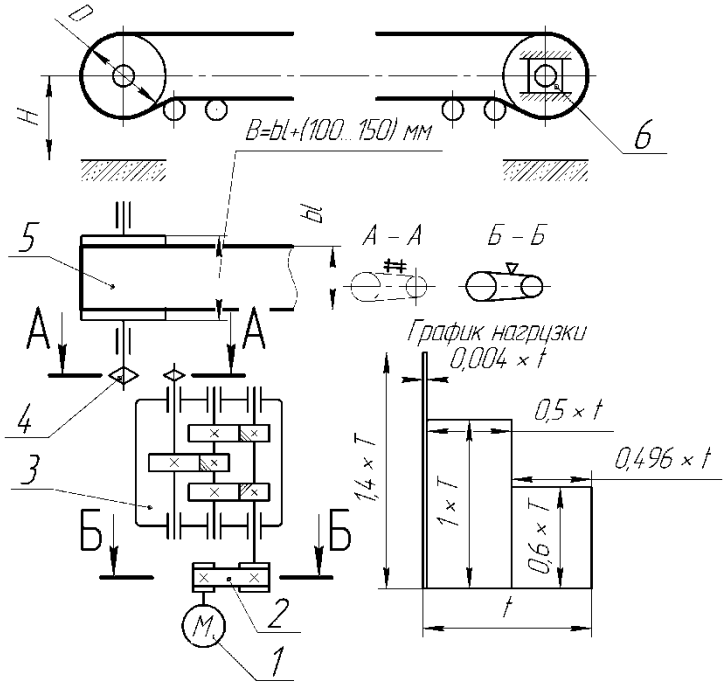
Специальность	Начальная буква фамилии студента и номер задания

Эксплуатация судовых энергетических установок (26.05.06)	А-1	Б-2	В-3	Г-2	Д-19	Е-20	Ж-21
	З-22	И-23	К24	Л-5	М-1	Н-3	О-5
	П-7	Р-9	С-11	Т-12	У-13	Ф-14	Х-15
	Ц-16	Ч-17	Ш-18	Щ-2	Э-4	Ю-6	Я-8
	Ц-9	Ч-5	Ш-23	Щ-1	Э-2	Ю-3	Я-4

ВАРИАНТЫ

Техническое задание № 1

Спроектировать привод ленточного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – барабан тяговый: *D*, *B*;
6 – натяжное устройство.

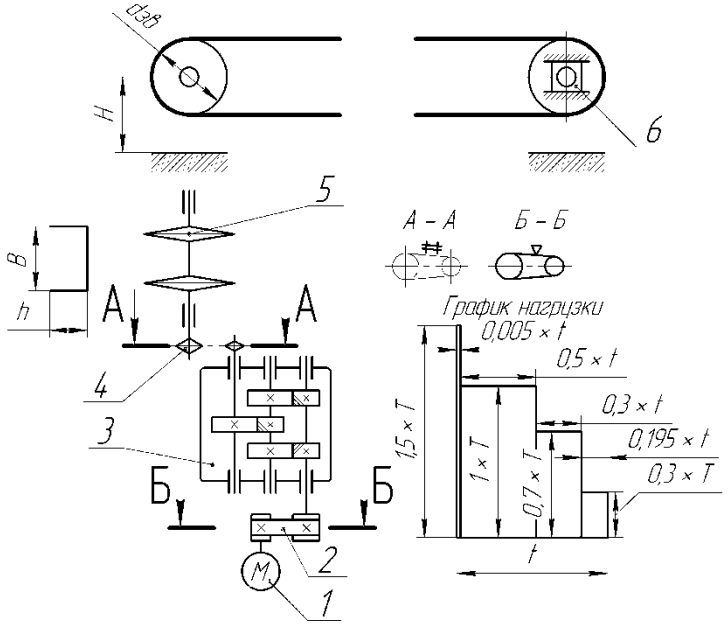
Скорость вращения барабана: $n_б = \dfrac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}$, об/мин.

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,5.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 2

Спроектировать привод цепного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – звездочка тяговая: $d_{зв}$;
6 – натяжное устройство.

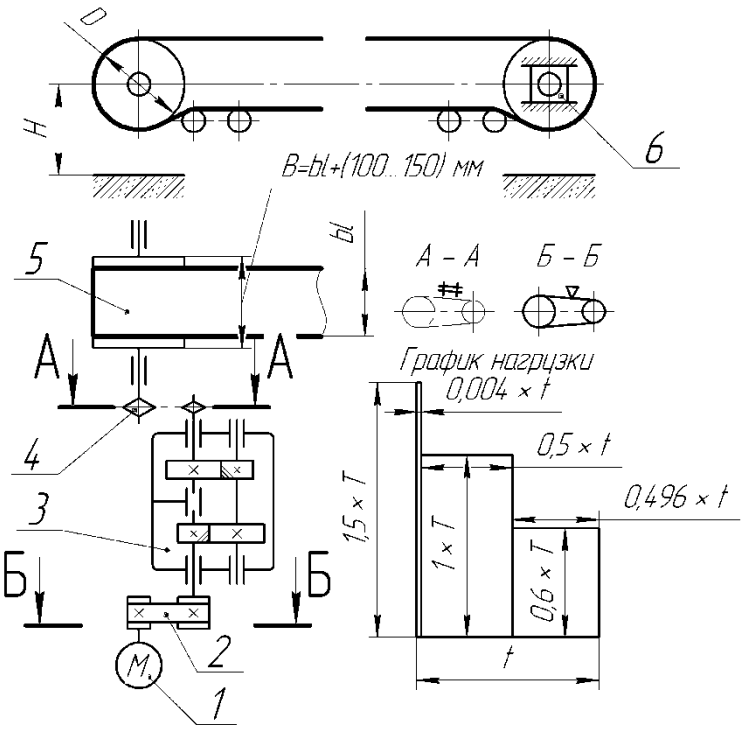
Скорость вращения звездочки:

$$n_{зв} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v_ц}{t z_{зв}}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,65; $k_с$ = 0,5.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 3
Спроектировать привод ленточного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный;
4 – открытая цепная передача;
5 – барабан тяговый: *D*, *B*;
6 – натяжное устройство.

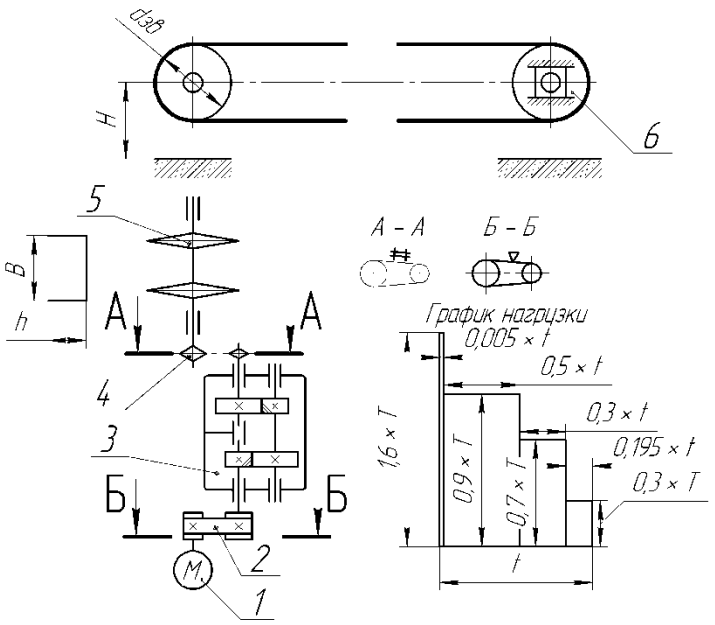
Скорость вращения барабана:

$$n_б = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,5.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 4
Спроектировать привод цепного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный;
4 – открытая цепная передача;
5 – звездочка тяговая: $d_{зв}$;
6 – натяжное устройство.

Скорость вращения звездочки

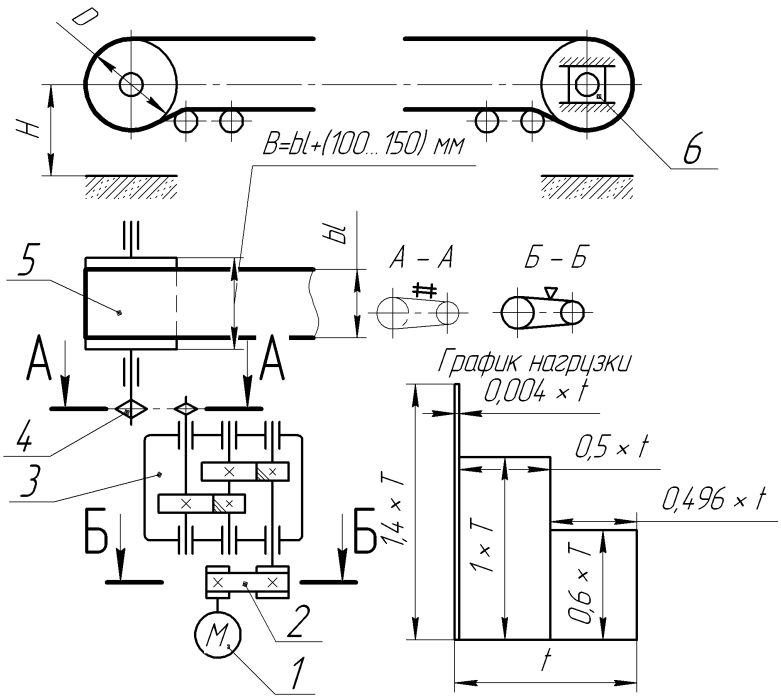
$$n_{зв} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v_ц}{t z_{зв}}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,7; $k_с$ = 0,6.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 5

Спроектировать привод ленточного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – барабан тяговый: D, B;
6 – натяжное устройство.

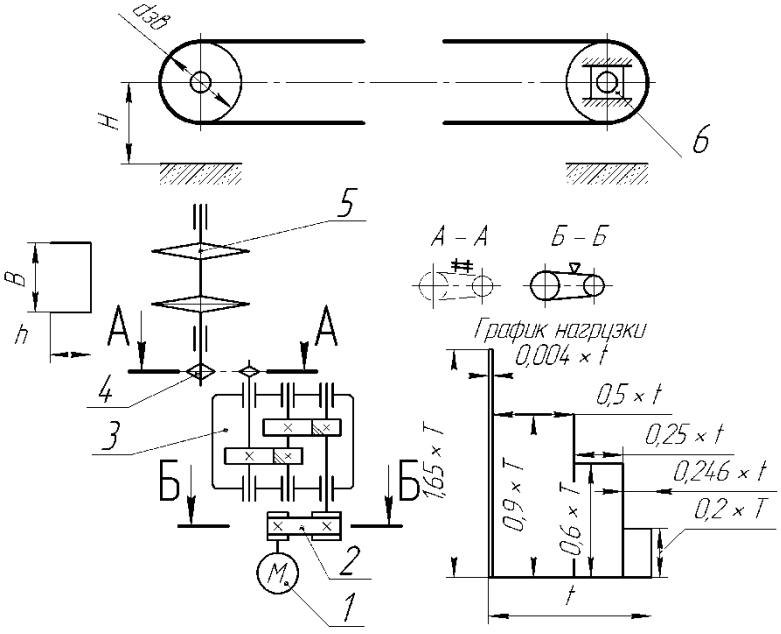
Скорость вращения барабана

$$n_б = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: $L = 5$ лет; $k_г = 0{,}6$; $k_с = 0{,}5$.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 6
Спроектировать привод цепного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – звездочка тяговая: $d_{зв}$;
6 – натяжное устройство.

Скорость вращения звездочки:

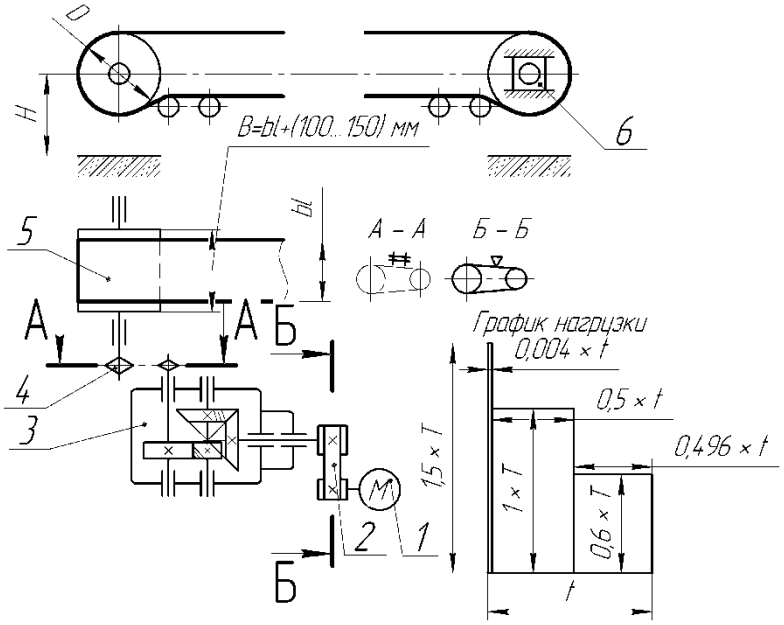
$$n_{зв} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v_ц}{t z_{зв}}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,7; $k_с$ = 0,6.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 7

Спроектировать привод ленточного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый коническо-цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – барабан тяговый: D, B;
6 – натяжное устройство.

Скорость вращения барабана:

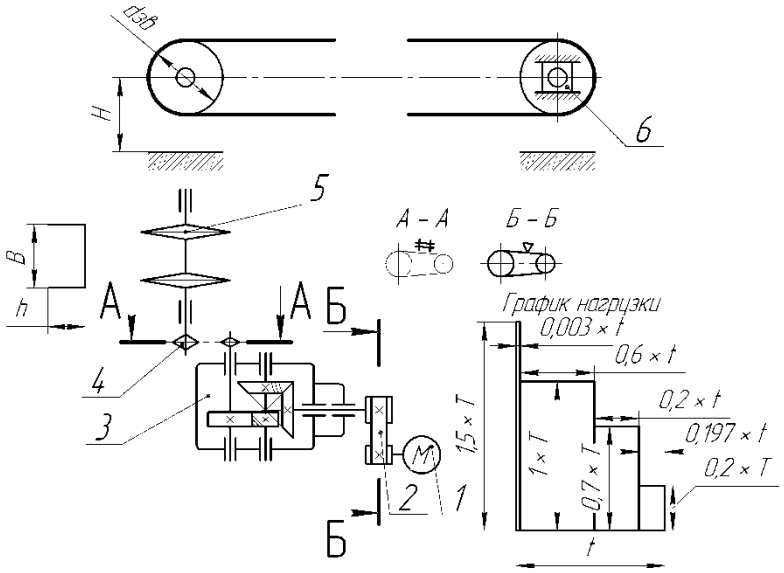
$$n_б = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,5.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 8

Спроектировать привод цепного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый коническо-цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – звездочка тяговая: $d_{зв}$;
6 – натяжное устройство.

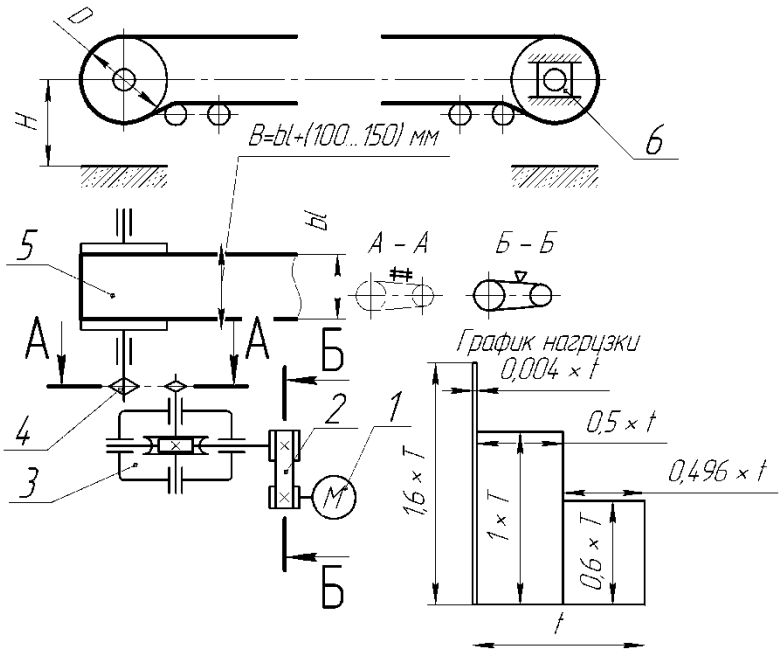
Скорость вращения звездочки:

$$n_{зв} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v_ц}{tz_{зв}}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,7; $k_с$ = 0,6.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 9
Спроектировать привод ленточного конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор червячный;
4 – открытая цепная передача;
5 – барабан тяговый: *D*, *B*;
6 – натяжное устройство.

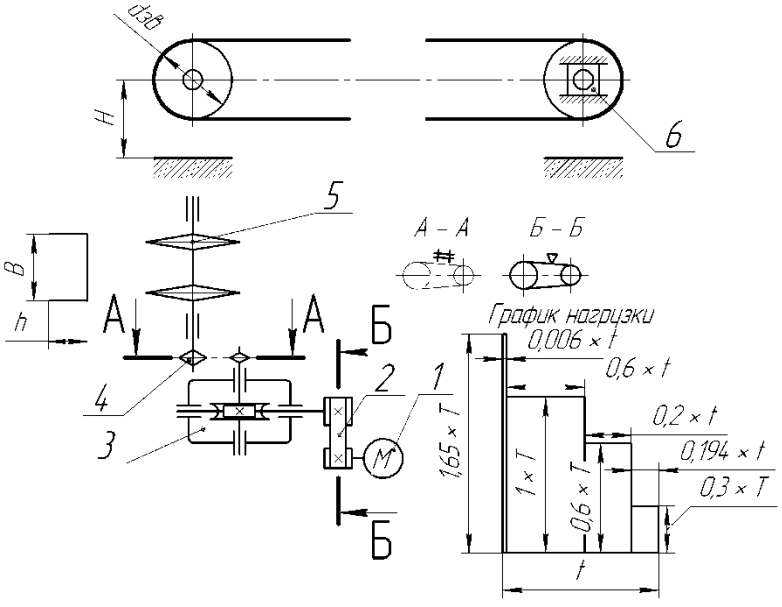
Скорость вращения барабана: Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,5.

$$n_б = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин.}$$

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	24,5	3,6	4,5	5,1	6,6	8,4	11,6	15,0	17,5	20,0
v, м/с	1,10	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
D, мм	630	250	250	400	400	400	500	500	630	630
$b_л$, мм	800	400	400	500	500	500	650	650	650	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900

Техническое задание № 10

Спроектировать привод цепного конвейера



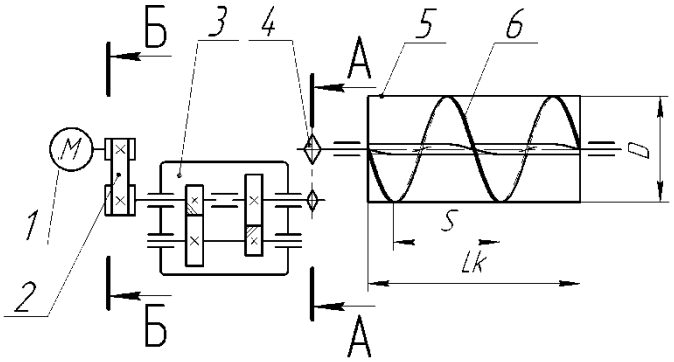
1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор червячный;
4 – открытая цепная передача;
5 – звездочка тяговая: $d_{зв}$;
6 – натяжное устройство.

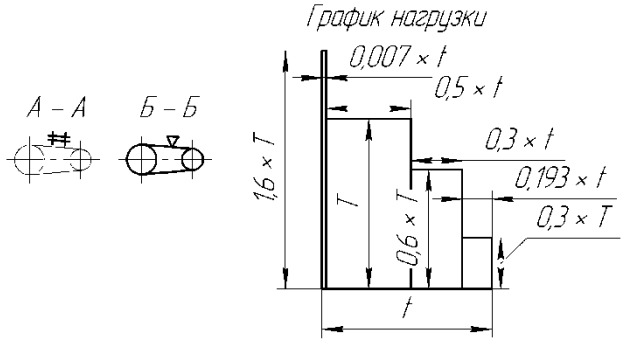
Скорость вращения звездочки: Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,7; $k_с$ = 0,6.

$$n_{зв} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v_ц}{t z_{зв}}, \text{ об/мин.}$$

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	49,0	6,40	7,30	9,10	10,5	14,0	17,6	22,5	30,0	31,7
$v_ц$, м/с	0,55	0,31	0,37	0,39	0,47	0,48	0,56	0,60	0,55	0,63
t, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250
$z_{зв}$	7	5	6	5	6	6	7	6	7	8
B, мм	800	300	300	400	400	500	570	600	600	800
H, мм	900	700	700	700	750	750	750	800	800	900
h, мм	250	100	100	125	125	160	160	200	200	250

Техническое задание № 11
Спроектировать привод винтового конвейера





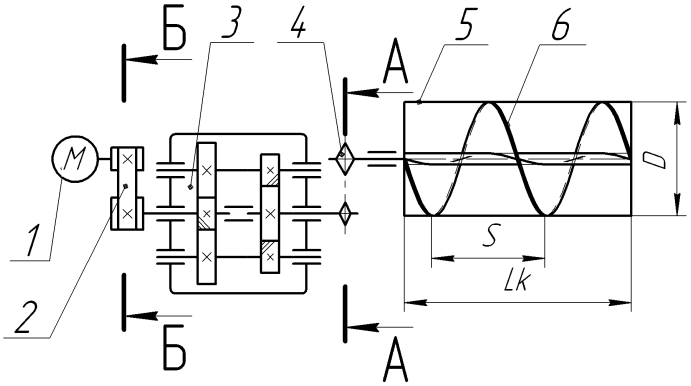
1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный;
4 – открытая цепная передача;
5 – корпус конвейера длиной $L_к$;
6 – винт: D, S.

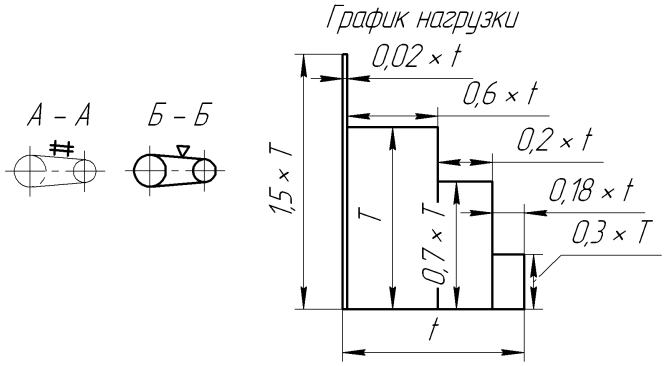
Скорость вращения винта: $n_в$, об/мин. Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,65; $k_с$ = 0,65.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_ч$, т/ч	100	12,5	16	25	32	40	50	50	65	80
$L_к$, м	20	20	20	20	20	20	25	25	30	20
D, мм	650	320	320	400	400	500	500	500	500	650
S, мм	500	250	250	320	320	400	400	400	400	500
$n_в$, об/мин	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6
ω	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	1,6	1,6	2,5

Техническое задание № 12

Спроектировать привод винтового конвейера





1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с двумя промежуточными валами;
4 – открытая цепная передача;
5 – корпус конвейера длиной $L_к$;
6 – винт: D, S.

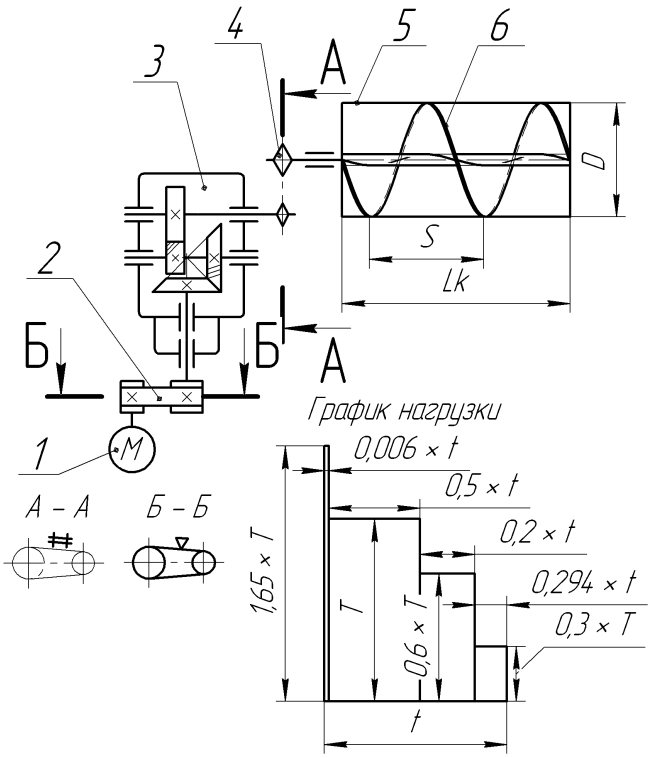
Скорость вращения винта: $n_в$, об/мин.

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,65; $k_с$ = 0,65.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_ч$, т/ч	100	12,5	16	25	32	40	50	50	65	80
$L_к$, м	20	20	20	20	20	20	25	25	30	20
D, мм	650	320	320	400	400	500	500	500	500	650
S, мм	500	250	250	320	320	400	400	400	400	500
$n_в$, об/мин	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6
ω	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	1,6	1,6	2,5

Техническое задание № 13

Спроектировать привод винтового конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый коническо-цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – корпус конвейера длиной $L_к$;
6 – винт: D, S.

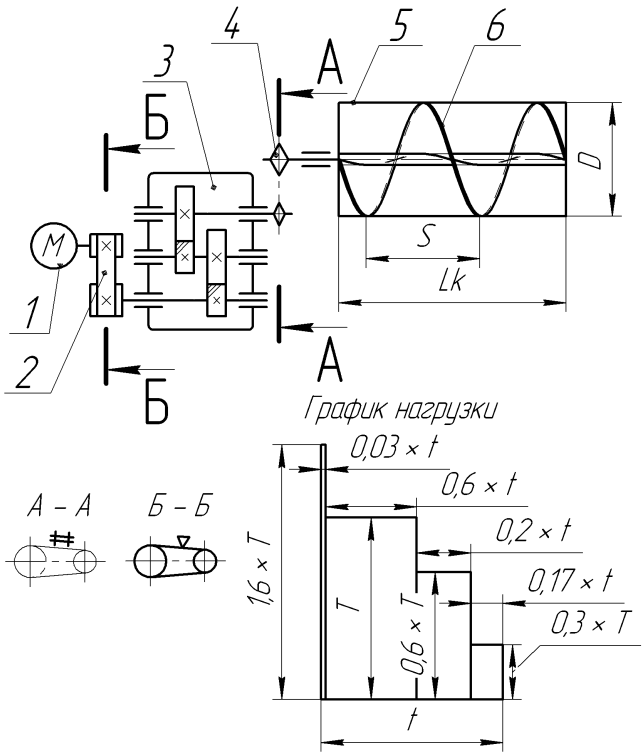
Скорость вращения винта: $n_в$, об/мин.

Срок службы: L = 5 лет;
$k_г$ = 0,65; $k_с$ = 0,65.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_ч$, т/ч	100	12,5	16	25	32	40	50	50	65	80
$L_к$, м	20	20	20	20	20	20	25	25	30	20
D, мм	650	320	320	400	400	500	500	500	500	650
S, мм	500	250	250	320	320	400	400	400	400	500
$n_в$, об/мин	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6
ω	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	1,6	1,6	2,5

Техническое задание № 14

Спроектировать привод винтового конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – корпус конвейера длиной $L_к$;
6 – винт: D, S.

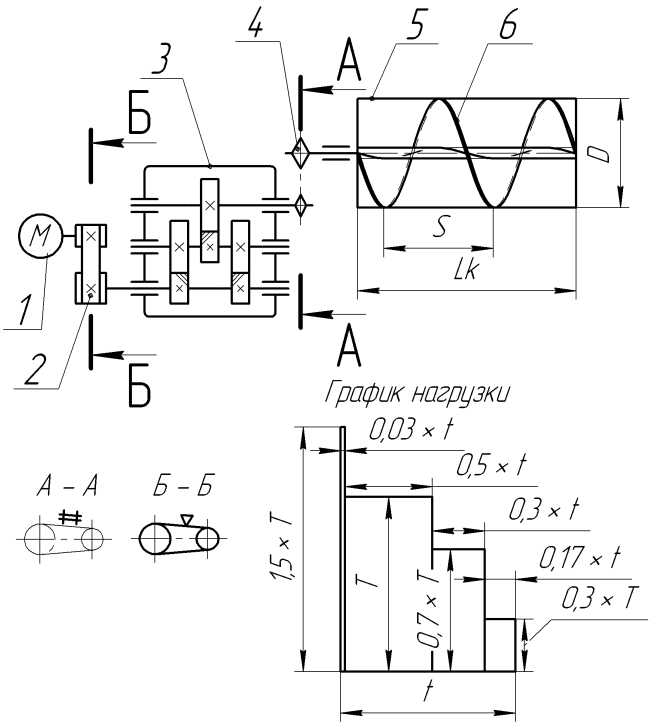
Скорость вращения винта:
$n_в$, об/мин.

Срок службы: L = 5 лет;
$k_г$ = 0,65; $k_с$ = 0,65.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_ч$, т/ч	100	12,5	16	25	32	40	50	50	65	80
$L_к$, м	20	20	20	20	20	20	25	25	30	20
D, мм	650	320	320	400	400	500	500	500	500	650
S, мм	500	250	250	320	320	400	400	400	400	500
$n_в$, об/мин	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6
ω	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	1,6	1,6	2,5

Техническое задание № 15

Спроектировать привод винтового конвейера



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – корпус конвейера длиной $L_к$;
6 – винт: *D*, *S*.

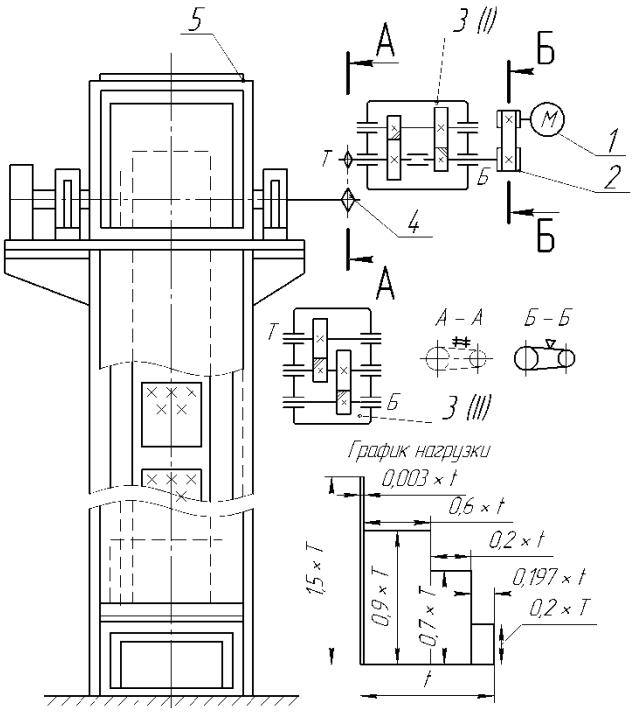
Скорость вращения винта: $n_в$, об/мин.

Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,65; $k_с$ = 0,65.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_ч$, т/ч	100	12,5	16	25	32	40	50	50	65	80
$L_к$, м	20	20	20	20	20	20	25	25	30	20
D, мм	650	320	320	400	400	500	500	500	500	650
S, мм	500	250	250	320	320	400	400	400	400	500
$n_в$, об/мин	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6	30,0	23,6
ω	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	1,6	1,6	2,5

Техническое задание № 16

Спроектировать привод ленточного элеватора



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – элеватор.

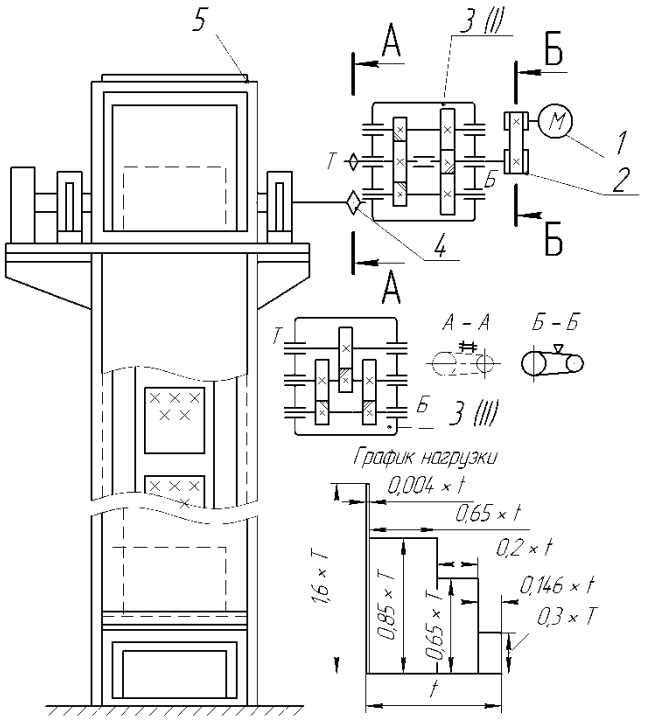
Скорость вращения барабана: Срок службы: L = 5 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,4.

$$n_б = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин.}$$

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	4,15	3,30	4,15	5,00	6,20	7,90	11,0	14,2	10,0	6,10
v, м/с	1,20	0,60	0,65	0,71	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10
D, мм	500	250	320	320	400	400	630	630	500	500
$b_л$, мм	400	150	200	200	250	250	300	300	400	400
$t_ч$, мм	400	200	200	250	250	250	320	320	400	400
Схема редуктора	II	II	II	I	I	II	II	I	I	II

Техническое задание № 17

Спроектировать привод ленточного элеватора



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – элеватор.

Скорость вращения барабана:

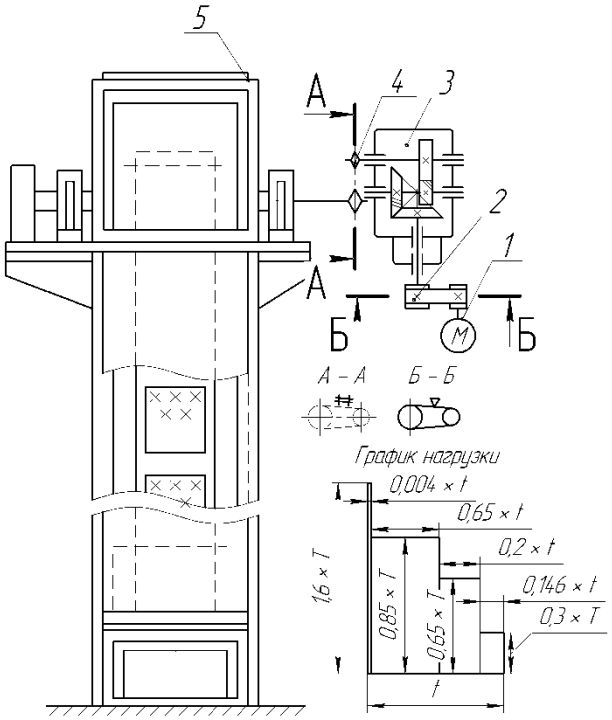
$$n_б = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: $L = 5$ лет;
$k_г = 0{,}65$; $k_с = 0{,}35$.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	4,15	3,30	4,15	5,00	6,20	7,90	11,0	14,2	10,0	6,10
v, м/с	1,20	0,60	0,65	0,71	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10
D, мм	500	250	320	320	400	400	630	630	500	500
$b_л$, мм	400	150	200	200	250	250	300	300	400	400
$t_ч$, мм	400	200	200	250	250	250	320	320	400	400
Схема редуктора	II	II	I	I	II	I	II	I	II	I

Техническое задание № 18

Спроектировать привод ленточного элеватора



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача клиноременная;
3 – редуктор двухступенчатый коническо-цилиндрический;
4 – открытая цепная передача;
5 – элеватор.

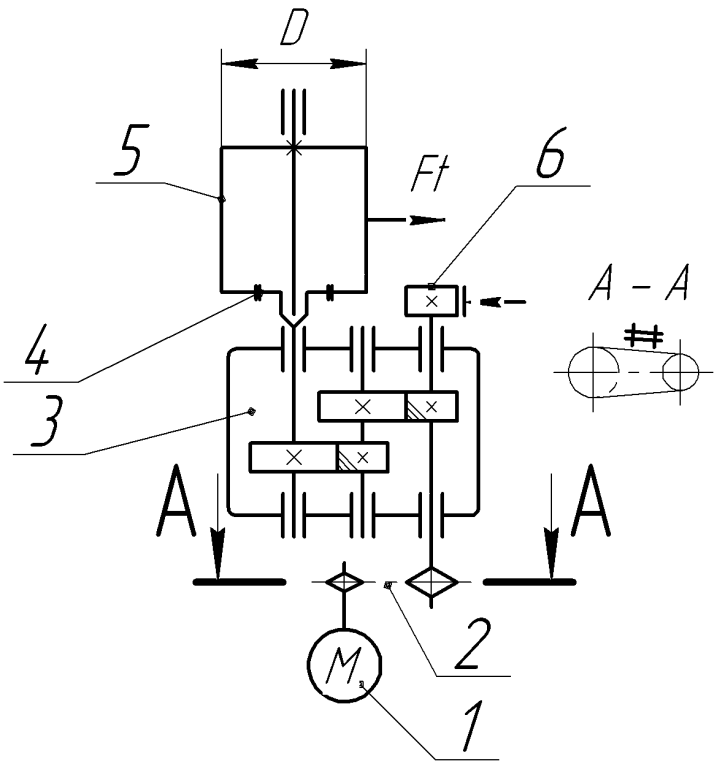
Скорость вращения барабана:

$$n_б = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi D}, \text{ об/мин.}$$

Срок службы: L = 5 лет;
$k_г$ = 0,7; $k_с$ = 0,3.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	4,15	3,30	4,15	5,00	6,20	7,90	11,0	14,2	10,0	6,10
v, м/с	1,20	0,60	0,65	0,71	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,10
D, мм	500	250	320	320	400	400	630	630	500	500
$b_л$, мм	400	150	200	200	250	250	300	300	400	400
$t_ч$, мм	400	200	200	250	250	250	320	320	400	400

Техническое задание № 19
Спроектировать привод электролебедки

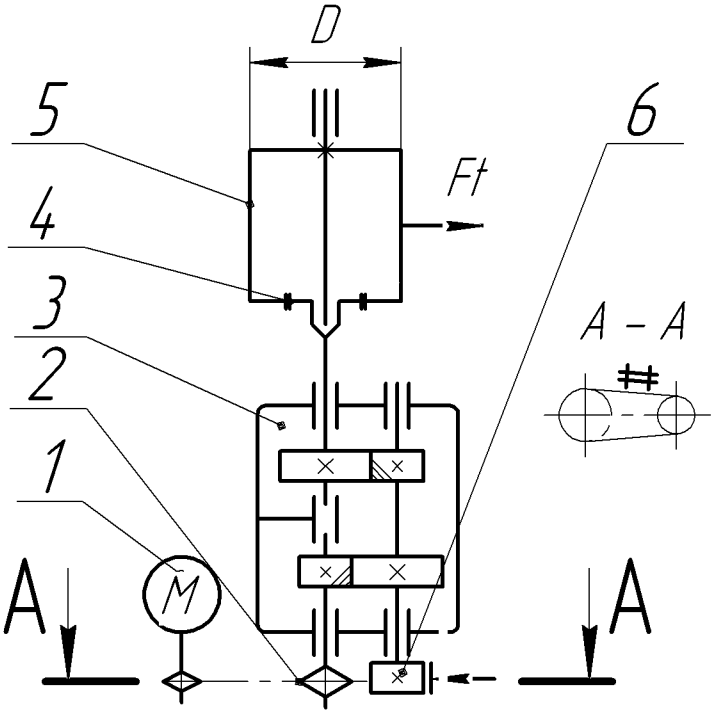


1 – электродвигатель;
2 – открытая передача цепная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – тихоходный вал в виде части зубчатой муфты;
5 – барабан тяговый диаметром *D*;
6 – тормоз колодочный.

Срок службы: L = 25 лет; $k_г$ = 0,65; $k_с$ = 0,02.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	32,0	3,20	5,00	6,30	8,00	10,0	12,5	15,0	20,0	25,0
v, м/с	0,50	0,42	0,35	0,35	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45	0,56
D, мм	360	165	165	180	200	220	240	260	300	330
$d_к$, мм	18	8,3	8,3	9,1	9,9	11	12	12	15	16,5
L, м	60	45	45	55	55	60	60	65	65	60
ПВ,%	40	25	25	25	30	30	30	35	35	40

Техническое задание № 20
Спроектировать привод электролебедки

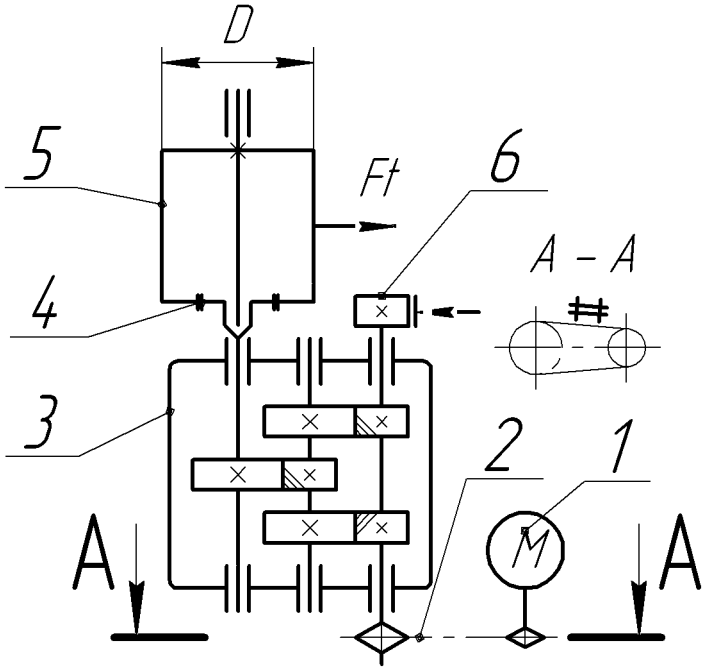


1 – электродвигатель;
2 – открытая передача цепная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный;
4 – тихоходный вал в виде части зубчатой муфты;
5 – барабан тяговый диаметром *D*;
6 – тормоз колодочный.

Срок службы: L = 20 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,03.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	32,0	3,20	5,00	6,30	8,00	10,0	12,5	15,0	20,0	25,0
v, м/с	0,50	0,42	0,35	0,35	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45	0,56
D, мм	360	165	165	180	200	220	240	260	300	330
$d_к$, мм	18	8,3	8,3	9,1	9,9	11	12	12	15	16,5
L, м	60	45	45	55	55	60	60	65	65	60
ПВ,%	40	25	25	25	30	30	30	35	35	40

Техническое задание № 21
Спроектировать привод электролебедки

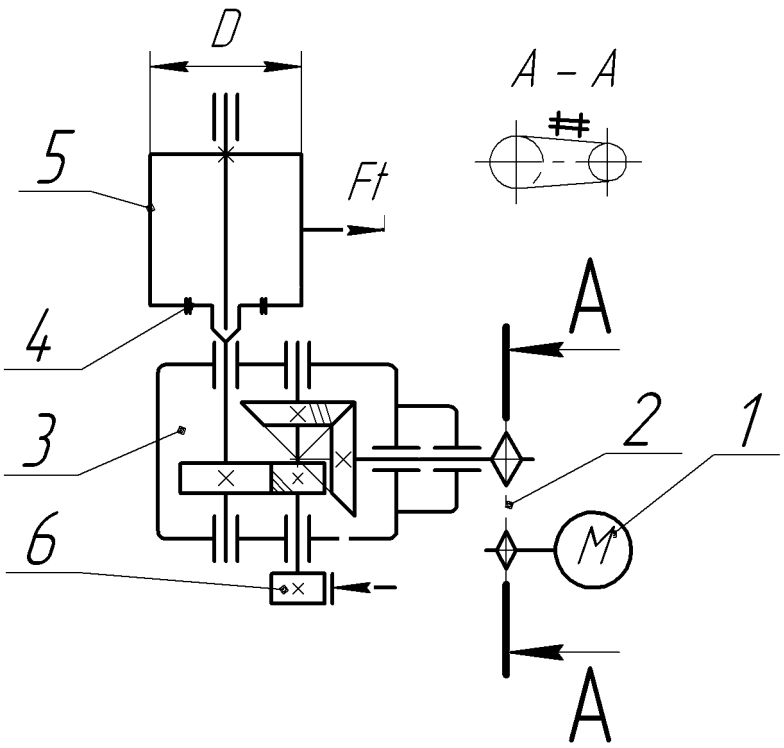


1 – электродвигатель;
2 – открытая передача цепная;
3 – редуктор двухступенчатый цилиндрический;
4 – тихоходный вал в виде части зубчатой муфты;
5 – барабан тяговый диаметром *D*;
6 – тормоз колодочный.

Срок службы: L = 25 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,03.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	32,0	3,20	5,00	6,30	8,00	10,0	12,5	15,0	20,0	25,0
v, м/с	0,50	0,42	0,35	0,35	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45	0,56
D, мм	360	165	165	180	200	220	240	260	300	330
$d_к$, мм	18	8,3	8,3	9,1	9,9	11	12	12	15	16,5
L, м	60	45	45	55	55	60	60	65	65	60
ПВ,%	40	25	25	25	30	30	30	35	35	40

Техническое задание № 22
Спроектировать привод электролебедки

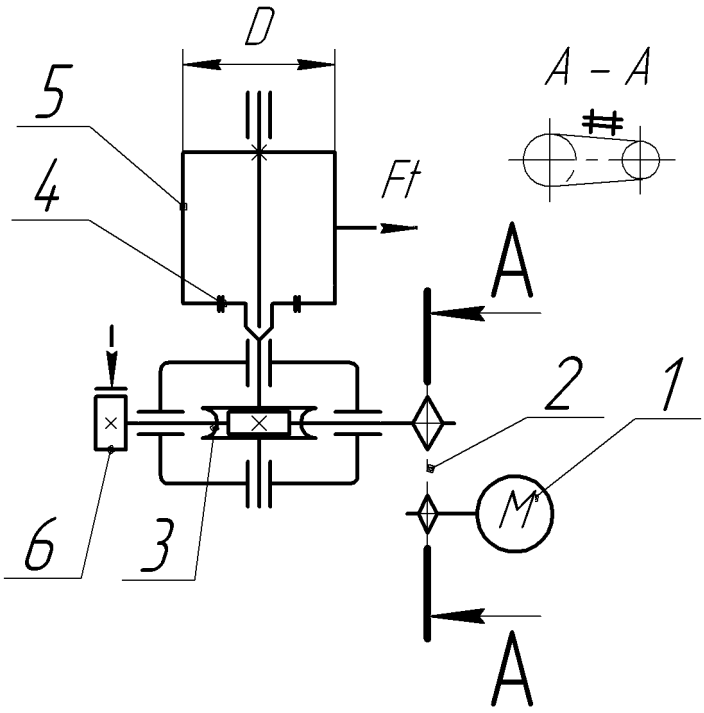


1 – электродвигатель;
2 – открытая передача цепная;
3 – редуктор коническо-цилиндрический
4 – тихоходный вал в виде части зубчатой муфты;
5 – барабан тяговый диаметром *D*;
6 – тормоз колодочный.

Срок службы: L = 20 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,03.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	32,0	3,20	5,00	6,30	8,00	10,0	12,5	15,0	20,0	25,0
v, м/с	0,50	0,42	0,35	0,35	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45	0,56
D, мм	360	165	165	180	200	220	240	260	300	330
$d_к$, мм	18	8,3	8,3	9,1	9,9	11	12	12	15	16,5
L, м	60	45	45	55	55	60	60	65	65	60
ПВ, %	40	25	25	25	30	30	30	35	35	40

Техническое задание № 23
Спроектировать привод электролебедки



1 – электродвигатель;
2 – открытая передача цепная;
3 – редуктор червячный;
4 – тихоходный вал в виде части зубчатой муфты;
5 – барабан тяговый диаметром *D*;
6 – тормоз колодочный.

Срок службы: L = 25 лет; $k_г$ = 0,6; $k_с$ = 0,03.

Параметры	Варианты и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_t, кН	32,0	3,20	5,00	6,30	8,00	10,0	12,5	15,0	20,0	25,0
v, м/с	0,50	0,42	0,35	0,35	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45	0,56
D, мм	360	165	165	180	200	220	240	260	300	330
$d_к$, мм	18	8,3	8,3	9,1	9,9	11	12	12	15	16,5
L, м	60	45	45	55	55	60	60	65	65	60
ПВ, %	40	25	25	25	30	30	30	35	35	40

Студенты всех специальностей очного и заочного обучения техническое задание на курсовой проект принимают согласно табл. 1.1, в которой номер задания соответствует начальной букве фамилии студента. Номер варианта и величины параметров задания принимать по последней цифре шифра студента.

4. Объём и содержание проекта

Курсовой проект содержит несколько листов чертежей и пояснительную записку. Объем проекта зависит от специальности, по которой обучается студент.

Студенты выполняют проект в объеме 3,0–3,5 листа чертежей формата А1 (594×841; ГОСТ 2.104–68) со спецификациями и пояснительной запиской на 25–30 листах формата А4 (210×297).

Состав чертежей (табл. 2):

– чертеж общего вида привода в трех проекциях (лист формата А1);

– чертеж редуктора в трех проекциях (лист формата А1);

– рабочие чертежи деталей (зубчатое колесо, корпус или крышка редуктора) на 1,0–1,5 листах формата А1.

Таблица 2.. **Выбор задания на курсовой проект**

Чертежи	Номера заданий
1. Общий вид привода	С 1 по 23
2. Редуктор в сборе	С 1 по 23
3. Вал промежуточный	С 3 по 8, с 11 по 18, с 21 по 22

Чертежи и пояснительная записка оформляются согласно стандартам ЕСКД и СТ СЭВ, которые приводятся в литературе.

Выбрать научные и нормативные источники, необходимые для написания курсовой работы по конкретной теме, можно используя методические указания и пособия по дисциплине. Для решения этой задачи можно также использовать следующие издания:

1.Детали машин: задания на курсовой проект и метод. указания по его выполн. для студ.-механиков / сост. А.С. Рукодельцев, О.В. Сидорова. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2010. – 64 с.

2. Механика. Расчёты зубчатых передач: метод. пособие по выполнению курсового проекта для студентов-механиков / Н.С. Отделкин [и др.]. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2010. – 60 с.

3.Детали машин. Расчёты валов зубчатых передач: метод. указания по выпол. курс. проекта для студ. оч. и заоч. обуч. технич. специальностей / сост. – А.С. Рукодельцев, О.В. Сидорова. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО ВГАВТ, 2014. – 40 с.

4. **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В.И. Анурьев; под общ. ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.

5. **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора машиностроителя. В 3 т. Т. 2 / В.И. Анурьев; под общ. ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.

6. **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора машиностроителя. В 3 т. Т. 3 / В.И. Анурьев; под общ. ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – Минск: Машиностроение, 2001. – 864 с.

5. Требования к оформлению курсового проекта

Оформление **курсового проекта** должно отвечать следующим требованиям:

1. На титульном листе указывается полное наименование учебного заведения, фамилия и инициалы автора, курс, группа, название дисциплины и темы, по которой выполняется работа, научный руководитель (ученая степень, ученое звание либо должность, фамилия и инициалы), место и год написания работы.

2. Курсовой проект должна иметь план (оглавление). Он оформляется на отдельной странице и располагается вслед за титульным листом. Введение и заключение в плане не нумеруются. Основные вопросы в плане обозначаются цифрами и наименованием вопроса. Следует обратить внимание на то, что в тексте курсового проекта каждый ее раздел излагается с новой страницы и выделяется заголовком, который должен точно соответствовать разделам (введению, всем основным вопросам, заключению, списку используемой литературы) плана.

3. Страницы текста должны быть пронумерованы. Нумерация начинается с титульного листа, но номер страницы на нем не ставится. На странице должны быть оставлены поля (сверху не менее 20 мм, снизу – 25 мм, слева – 30 мм, справа – 10 мм). Текст работы должен

быть исполнен аккуратно и тщательно выверен (отредактирован). Сокращения слов, кроме общепринятых, не допускаются.

4. Во всех случаях использования учебной, монографической или иной специальной литературы, нормативных материалов, актов официального толкования необходимо делать ссылки (сноски) на источники информации. Дословное или близкое к тексту воспроизведение источника без соответствующей ссылки на него оценивается научным руководителем как плагиат.

Структурно работа должна состоять из:
– плана;
– введения;
– содержательной части, в точном соответствии с разделами (пунктами) плана;
– заключения;
– списка использованной литературы.

Курсовой проект, в соответствии с планом, начинается с введения, в котором обосновывается выбор темы, ее актуальность (практическая значимость), дается общая оценка источникам исследования, обосновываются цель, задачи и методика исследования.

6. Порядок защиты курсового проекта

При наличии в рецензии, подготовленной научным руководителем, положительной оценки (на титульном листе курсового проекта должна иметь место резолюция рецензента – «допускается к защите») на выполненный курсовой проект она подлежит защите. Если содержание проекта не соответствует предъявляемым требованиям (не раскрыты вопросы, все переписано из одного источника и т. д.), то курсовой проект направляется на доработку. Только после устранения указанных в рецензии замечаний студент допускается к защите.

Оценка выставляется с учетом качества выполненной работы и результатов ее защиты. В случае получения неудовлетворительной оценки за защиту курсового проекта, студент должен подготовить работу заново по той же самой теме или другой, по согласованию с научным руководителем и заведующим кафедрой и пройти ту же самую процедуру защиты. Оценка за курсовой проект выставляется в зачетную книжку и ведомость. Студент, не написавший курсовой проект в срок, указанный в учебном плане, считаются имеющими академическую задолженность.

7. Примерная тематика и планы курсовых проектов:

дисциплина “Детали машин и основы конструирования”

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

«Привод ленточного конвейера»

Содержание

Введение

1 Исходные данные

2 Кинематическая схема привода

3 Определение мощности

4 Определение общего передаточного числа

5 Основные параметры передачи

6 Выбор материалов и расчёт допускаемых напряжений шестерня и колеса

7 Расчёт быстроходной ступени

7.1 Геометрические параметры передачи

8 Расчёт тихоходной ступени

9 Расчёт валов

9.1 Расчёт ведущего вала

9.2 Расчёт промежуточного вала

9.3 Расчёт ведомого вала

10 Выбор и проверка подшипников качения

10.1 Подшипники ведущего вала

10.2 Подшипники промежуточного вала

10.3 Подшипники тихоходного вала

11. Выбор шпонок и элементов корпуса

11.1 Промежуточный вал

11.2 Ведомый вал

Заключение (выводы)

Список используемой литературы

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: **«Детали машин и основы конструирования»** 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Классификация механизмов, узлов и деталей.
2. Механические передачи. Общие сведения, назначения, классификация и их основные параметры.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Требования к деталям, критерии работоспособности и влияющие на них факторы.
2. Зубчатые передачи. Критерии работоспособности. Материалы цилиндрических и конических передач

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20__ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Конструкции подшипниковых узлов.
2. Зубчатые передачи. Расчет цилиндрических передач на контактную прочность.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20__ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Подшипники скольжения. Общие сведения и классификация.
2. Зубчатые передачи. Расчет цилиндрических передач на изгиб.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Червячные передачи. Особенности геометрии и кинематики.
2. Подшипники качения. Общие сведения и классификация.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Зубчатые передачи. Расчет конических передач на изгиб.
2. Практический расчёт подшипников скольжения

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Червячные передачи. Особенности геометрии и кинематики.

2. Подшипники качения. Общие сведения и классификация

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. КПД и материалы червячных передач. Расчет червячных колес на изгиб и контактную прочность.
2. Условия работы подшипника качения, влияющие на его работоспособность.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Передачи трением. Фрикционные передачи. Критерии работоспособности.
2. Валы и оси – общие сведения.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Цепные передачи. Критерии работоспособности.
Виды и основные параметры цепей.
2. Практический расчёт подшипников качения.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Ременные передачи. Основные сведения и основы расчета.
2. Основные сведения о волновых передачах

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Цепные передачи. Основные сведения и основы расчета.
2. Муфты. Общие сведения, назначение и классификация.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

1. Передачи винт-гайка. Основные сведения и основы расчета.
2. Основные сведения о планетарных передачах.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Классификация соединений деталей машин.

2.Расчёт болтового соединения на прочность (болт поставлен с зазором).

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1. Основные сведения о рычажных передачах.

2. Уплотнительные устройства.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смеша река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

1. Сварные соединения. Расчёт нахлёсточного сварного соединения.

2.Расчёт болтового соединения на прочность.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

1. Сварные соединения. Расчёт стыкового сварного соединения.

2.Проверочный расчёт вала.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смеша река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

1. Заклёпочные соединения. Виды заклёпок.
2. Проектировочный расчёт вала.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

1. Сварные соединения. Расчёт таврового сварного соединения.

2. Расчет группового заклёпочного соединения.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

1. Основы проектирования механизмов, стадии разработки.
2. Муфта зубчатая. Устройство и подбор.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21

1. Муфты зубчатые. Устройство и подбор.
2. Шлицевые соединения. Расчёт прямобочного шлицевого соединения.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22

1.Червячные передачи. Геометрические параметры.
2.Подшипники качения. Расчет по статической грузоподъемности.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

\МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23

1. Проектировочный расчет валов.

2. Основные показатели надежности.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

\МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24

1. Клеевые и паяные соединения деталей. Основы расчёта.
2. Шпоночные соединения. Расчёт шпоночного соединения на призматической шпонке.

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.

\МИНТРАНС РОССИИ
РОСМОРРЕЧФЛОТ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)
ул. Нестерова д. 5, Нижний Новгород, 603951
телефон: (831) 419-47-56,
тел/факс: (831) 419-78-58
otd_o@vsuwt.ru, www.vsuwt.ru

Кафедра Подъемно-транспортных машин и машиноремонта

Экзамен по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования» 202_ -20___ учебного года

Направление подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Профиль: «Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25

1.Характерные виды разрушения зубьев

2.Силы в зацеплении зубчатых передач.

Зав. кафедрой ПТМ и МР  Никитаев И.В.

ИТОГОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ
по дисциплине: ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Общее время выполнения: 60 минут Общая инструкция: Внимательно прочитайте каждый вопрос и выберите или дайте ответ в соответствии с предложенной инструкцией.
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Индикаторы достижения компетенций
УК-2.З.1 Механизмы разработки, оформления конструкторской и технологической документации
УК-2.У.1 Разрабатывать эскизы сборочной единицы, создавать чертежи деталей и механизмов
УК-2.В.1 Навыками проведения работ, связанных с анализом и синтезом проекта на всех этапах его цикла

Базовый уровень сложности (60% заданий — 6 вопросов)

Прочитайте текст и выберите ответ
1) Какое из определений проекта является верно:
А) проект – уникальная деятельность, имеющая начало и конец во времени, направленная на достижение определенного результата/цели, создание определённого, уникального продукта или услуги при заданных ограничениях по ресурсам и срокам;
Б) проект – совокупность заранее запланированных действий для достижения какой-либо цели;
В) проект – процесс создания реально возможных объектов будущего или процесс создания реально возможных вариантов продуктов будущего;
Г) проект – совокупность взаимосвязанных мероприятий или задач, направленных на создание определённого продукта или услуги для потребителей.

2) Что из нижеперечисленного относится к признакам классификации проектов:
А) Применение новых технологий;
Б) Продолжительность периода осуществления проекта;
В) Основные сферы деятельности, в которых осуществляется проект.

3) Вероятность безотказной работы изделия в течение заданного промежутка времени называют…
А) сроком службы;
Б**)** надежностью;
В) долговечностью.

4) Какие оси в цилиндрической передаче…
А) параллельные;
Б) перекрещивающиеся;
В) пересекающиеся.

5) Передачи, понижающие скорость:
А) редукторы;
Б) мультипликаторы.

6) Какие из перечисленных механических передач осуществляют передачу мощности за счет сил трения?
А) Зубчатая планетарная передача
Б) Цепная передача с роликовой цепью
В) Фрикционная передача

Г) Скользящая цилиндрическая передача

Повышенный уровень сложности (20% заданий — 2 вопросов)

7)**Прочитайте текст и установите соответствие**

Выполняемая задача	Вид инфографики
А. Метод мозгового штурма	1.Участники обсуждения генерируют максимальное количество идей решения задачи, в том числе самые фантастические
Б. Инверсия	2. Поиск решений противоположной направленности
В. Метод контрольных вопросов	3.Список специально подобранных вопросов, которые помогают точно определить суть выполняемой задачи
	4. метод, направленный на визуализацию связей и активизацию ассоциативного мышления

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

А	Б	В

8) **Прочитайте текст и установите соответствие**

А) Окружная сила	1) Fa
Б) Осевая сила	2)Ft
В) Радиальная сила	3)Fr

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами

А	Б	В

Высокий уровень сложности (20% заданий — 2 вопроса)

Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

9) Механизм имеет несколько последовательных передач; при вращении ведущего вала со скоростью 1000 об/мин ведомый вращается со скоростью 80 об/мин. Как правильно назвать этот механизм?

10) Порядок действий расчета подшипника качения на динамическую грузоподъемность

Зав. кафедрой ПТМ и МР Никитаев И.В.