

ОПД.Ф.02.04 ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Программа и контрольные вопросы по курсу,
задания и методические указания по курсовому проекту
для студентов заочной формы обучения

В соответствии с Государственным стандартом (ГОС) сформулированы цели и задачи дисциплины, перечислены требования к уровню освоения ее содержания. Приведены разделы дисциплины, раскрыто их содержание. Даны контрольные вопросы по курсу. Разработаны технические задания на курсовое проектирование. Показаны основные стадии (этапы) проектирования, определены объемы и требования выполнения курсового проекта. Указания предназначены для студентов заочной формы обучения.

1. Программа дисциплины

Цели и задачи дисциплины

“Прикладная механика” – комплексная дисциплина. Она включает в себя разделы курсов: “Теория механизмов и машин”, “Сопротивление материалов”, “Элементы приборных устройств”. Для достижения целостности дисциплины все разделы и темы должны излагаться с единых позиций механики, логически дополняя друг друга.

Основными целями изучения дисциплины являются: дать студенту знания, умения и навыки по основам теории механизмов и машин, принципам инженерных расчётов и проектирования механических устройств в объёме необходимом для будущей профессиональной деятельности по своей специальности.

Задачи изучения дисциплины следующие:

- 1). Изучить основы методов структурного, кинематического, силового и динамического анализа механизмов; принципы инженерных расчётов на прочность типовых элементов изделий.
- 2). Освоить основы прочностных расчётов и конструирования деталей машин.
- 3). Получить представление о последовательности проектирования изделий, об основных стадиях выполнения конструкторской разработки; а так же получить первичные навыки практического проектирования и конструирования механических устройств.
- 4). Формировать и развивать творческие начала личности при выполнении курсового проекта и углублённой проработке разделов курса в процессе самостоятельной работы.

В результате освоения дисциплины студенты должны:

а) Знать основы устройства типовых механизмов и машин; основные методы определения кинематических характеристик звеньев и силовых факторов, действующих на звенья в процессе работы механизма; основные методы исследования напряжённо-деформированного состояния и выполнения расчётов на прочность типовых элементов; методы проектных и проверочных расчётов типовых деталей машин; последовательность проектирования изделий и основные стадии выполнения конструкторской разработки; основы обеспечения взаимозаменяемости элементов конструкции.

б) Уметь пользоваться терминологией, принятой в различных разделах прикладной механики; выбирать аналоги и прототипы конструкций при проектировании; выполнять инженерные расчёты и конструировать несложные типовые механические устройства, обеспечивая их работоспособность; разрабатывать конструкторскую документацию простых типовых деталей в соответствии с требованиями ЕСКД.

в) Иметь представление о компьютерных методах выполнения инженерных расчётов и конструирования; об инженерном проектировании, как о виде человеческой деятельности, требующей сложных проявлений разума.

При изучении прикладной механики используется содержание ранее изученных дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, металловедение, начертательная геометрия, инженерная графика.

Прикладная механика в дальнейшем используется при изучении ряда специальных дисциплин, в которых рассматриваются устройства приборов, механизмов, аппаратов и оборудования, специфичные для конкретных направлений и специальностей. Полученные навыки инженерного проектирования и конструирования будут непосредственно востребованы при дипломном проектировании.

Государственным стандартом по общеобразовательной дисциплине (федеральный компонент) (ГОС ОПД.Ф.02, Ф03) для группы вышеперечисленных направлений и специальностей предусмотрено следующее содержание дисциплины:

Прикладная механика Основной текст из ГОС

Машины и механизмы:

Структурный, кинематический, динамический и силовой анализ; синтез механизмов.

Принципы инженерных расчётов:

Расчётные модели геометрической формы, материала и предельного состояния, Типовые элементы изделий; теория напряжённо-деформированного состояния; механические свойства конструкционных материалов, расчёт несущей способности типовых элементов (расчёт на прочность при растяжении, изгибе, кручении, сложном виде деформаций стержней)

Особенности проектирования изделий: виды изделий, требования к ним, стадии разработки. Сопряжение деталей. Технические измерения допуски и посадки, размерные цепи. Механические передачи трением и зацеплением. Валы и оси, соединения вал-втулка. Опоры скольжения и качения. Уплотнительные устройства. Упругие элементы. Муфты соединения деталей: резьбовые, заклёпочные, сварные, паяные, клеевые. Отсчетные и регистрирующие устройства.

Дополнительный текст из ГОС

Детали приборов и устройств:

Критерии работоспособности деталей машин, основы расчёта и конструирования, техникоэкономические характеристики, область рационального применения. Расчёты на прочность при динамических нагрузках. Механические колебания в конструкциях.

Разделы дисциплины и их содержание

1. Машины, механизмы и приборы.

1.1 Введение.

Предмет и задачи курса; Машиностроение и социально-экономическое развитие общества, основные функциональные части приборных устройств.

1.2 Структурный анализ механизмов.

Структура механизмов; звенья; кинематические пары и их классификация; кинематические цепи; методы построения стержневых механизмов. Зубчатые передачи; плоское эвольвентное зацепление, его параметры и свойства; многоструктурные передачи.

2. Принципы инженерных расчётов.

2.1 Расчётные модели геометрической формы, материала и предельного состояния.

Типовые элементы изделий. Гипотеза абсолютно твёрдого тела; деформируемое твёрдое тело, упругие и пластические деформации.

2.2 Теория напряжённо-деформированного состояния.

Силы внешние и внутренние, метод сечений; напряжённое состояние, нормальное и касательное напряжения; линейная деформация и деформация сдвига; зависимость между напряжениями и деформациями, закон Гука.

2.3 Механические свойства конструкционных материалов.

Основные механические характеристики материалов; диаграмма растяжения стержня из малоуглеродистой стали; показатели прочности; технологические свойства.

2.4 Расчёт несущей способности типовых элементов.

Расчёт стержней на прочность по допускаемым напряжениям; расчётные и предельные напряжения, коэффициент запаса; Расчёт на прочность при растяжении (сжатии); прямой и косой изгиб, напряжения при изгибе, момент сопротивления изгибу, условие прочности; кручение стержня круглого и кольцевого поперечного сечения, напряжения, момент сопротивления кручению, условие прочности. Контактная задача теории упругости; контакт двух цилиндров (задача Герца). Расчёты на прочность при динамических нагрузках.

3. Детали машин и приборных устройств.

3.1 Виды изделий. Требования к ним. Стадии разработки.

ЕСКД, технические объекты, сборочные единицы, детали; типовые детали; работоспособность; критерии работоспособности, виды нагрузений, условия эксплуатации; расчётные модели деталей машин; основные этапы проведения ОКР, техническое задание; технико-экономическая характеристика.

3.2 Механические передачи трением и зацеплением.

Зубчатые передачи, классификация, силы в зубчатом зацеплении; виды разрушений, алгоритмы проектировочных и проверочных расчётов, конструкция и материалы зубчатых колёс, допускаемые напряжения; многоступенчатые передачи, разбивка общего передаточного отношения между ступенями. Фрикционные и ременные передачи, кинематические и силовые характеристики, области рационального применения.

3.3 Сопряжение деталей. Допуски и посадки. Размерные цепи. Технические измерения, виды сопряжений, понятие о взаимозаменяемости; единая система допусков и посадок (ЕСДП), номинальный размер, точность размера (поле допуска) и виды посадок, система отверстия и вала, выбор допусков и посадок по ГОСТ и их обозначение на чертежах, размерные цепи; шероховатость поверхности. Линейные и угловые измерения; международная система еди-

ниц физических величин; методы измерений; виды контроля, калибры, автоматизация контроля.

3.4 Валы и оси.

Конструкция валов, расчёт валов.

3.5 Опоры скольжения и качения. Виды подшипников, подшипники скольжения и качения, конструкция, работоспособность, выбор.

3.6 Муфты. Упругие элементы, назначение, классификация, конструкция.

3.7 Соединения деталей. Разъёмные (шпоночные, шлицевые, резьбовые) и неразъёмные (сварные, паяные, клеевые); расчёт резьбовых соединений; расчёт сварных соединений.

3.8 Отсчетные и регистрирующие устройства. Конструкция.

2. Контрольные вопросы по курсу для самопроверки качества подготовки.

2.1. Теория механизмов и машин

1. Основные понятия: машина, механизм, звено, кинематическая пара.
2. Виды кинематических пар.
3. Степень подвижности плоских механизмов.
4. Плоские рычажные механизмы. Принцип образования с использованием групп Ассура.
5. Цель и задачи кинематического анализа механизмов. Методы.
6. Кинематический анализ механизма. Определение скоростей звеньев и их точек.
7. Кинематический анализ механизма. Определение ускорений звеньев и их точек.
8. Силы, действующие в механизме.
9. Реакции в кинематических парах.
10. Цель и задачи силового анализа механизма.
11. Порядок силового расчёта механизма.
12. Силовой расчёт ведущего звена.
13. Метод “жёсткого рычага” Жуковского.
14. Статическое уравновешивание вращающихся масс.
15. Неравномерность хода машин. Коэффициент неравномерности.
16. Кинетическая энергия механизма и его звеньев.
17. Приведённая масса (момент инерции) механизма.
18. Звено приведения. Приведённая сила (момент) механизма.
19. Уравнение движения механизма в энергетической форме.
20. Дифференциальные уравнения движения механизма.
21. Механизм с рядовым соединением зубчатых колёс.
22. Многоступенчатые зубчатые механизмы.
23. Планетарные зубчатые механизмы.
24. Эвольвента окружности и её свойства.

25. Геометрия нулевых зубчатых колёс.
26. Основные размеры цилиндрической зубчатой пары.
27. Коэффициент торцевого перекрытия.
28. Кулачковые механизмы их классификация.
29. Углы давления в кулачковых механизмах.
30. Колебания в механизмах.

2.2. Принципы прочностных инженерных расчётов (Основы сопротивления материалов).

1. Силы внешние и внутренние. Реакции опор.
2. Определение внутренних сил в нагруженных стержнях. Метод сечений.
3. Эпюры перерезывающих и продольных сил.
4. Эпюры крутящих моментов.
5. Эпюры изгибающих моментов.
6. Деформации. Виды деформаций стержней.
7. Зависимость между деформацией и напряжением. Закон Гука.
8. Основные механические характеристики конструкционных материалов.
9. Расчёт стержней на прочность по допускаемым напряжениям.
10. Напряжение, условие прочности стержня при растяжении (сжатии).
11. Напряжение, условие прочности стержня при кручении.
12. Напряжение, условие прочности стержня при изгибе.
13. Напряжение, условие прочности стержня при срезе.
14. Совместный изгиб и кручение стержня.
15. Контакт двух цилиндров. Формула Герца.
16. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.
17. Колебания упругих систем. Собственные колебания.
18. Вынужденные колебания. Явление резонанса.
19. Понятие запаса прочности.
20. Расчёт стержней на прочность по запасу прочности.

2.3. Детали машин

1. Техническое устройство. Сборочные единицы, детали машин.
2. Стадии разработки изделия, регламентированные ЕСКД.
3. Типовые детали машин.
4. Виды нагружений деталей машин.
5. Физико-климатические воздействия окружающей среды на детали при эксплуатации.
6. Работоспособность. Критерии работоспособности деталей машин.
7. Стержневые и контактные расчётные модели деталей.
8. Зубчатые передачи. Классификация.
9. Силы в зубчатом зацеплении.
10. Виды разрушений зубчатых колёс.
11. Алгоритм проектного расчёта цилиндрических зубчатых колёс.
12. Допускаемые контактные напряжения в зубчатых колёсах.
13. Допускаемое контактное напряжение в зубчатой паре.

14. Влияние конструктивных параметров зубчатого колеса на изгибную выносливость зуба.
15. Конструкция, материалы зубчатых колёс.
16. Фрикционные передачи. Виды передач. Вариаторы и их кинематика.
17. Силы в фрикционной передаче. Критерии работоспособности.
18. Ременные передачи. Виды передач. Тяговые усилия.
19. Валы и оси. Предварительный расчет валов.
20. Муфты. Классификация.
21. Шлицевые и шпоночные соединения, их достоинства и недостатки.
22. Призматические шпонки. Конструкция. Выбор. Расчет.
23. Подшипники. Виды подшипников.
24. Подшипники качения. Конструкция. Выбор.
25. Резьбовые соединения. Виды резьб. Основные конструктивные параметры. Обозначения метрических резьб.
26. Расчет стержня болта нагруженного внешней силой.
27. Расчет болтов нагруженных силами, сдвигающими детали в стыке.
28. Сварные соединения. Основные виды.
29. Расчет нахлесточного сварного соединения.
30. Расчет стыкового сварного соединения.
31. Номинальный размер. Точность размера (допуск). Качество.
32. Соединение сопряженных деталей. Посадка. Виды посадок.
33. Система посадок. Основное отверстие. Основной вал.
34. Система отверстия и система вала их применения.
35. Обозначение допусков на чертежах.
36. Обозначение посадок на чертеже.
37. Значения предельных отклонений не указанных на чертеже.
38. Шероховатость поверхности. Основные показатели.

3. Курсовой проект (работа). Задание на курсовое проектирование. Основные этапы, их содержание.

Типовые задания на курсовое проектирование предусматривают разработку следующих устройств:

- приводы конвейеров (цепных, ленточных и др.);
- приводы механических лебёдок;
- приводы технологического оборудования (станков, приспособлений и др.);
- приводы, устанавливаемые на подвижных транспортных машинах;
- приводы энергетических машин и установок;

Технические задания (ТЗ) на курсовые проекты (работы) приведены в приложении. Каждое из 10 заданий всех типов проектов содержит 10 вариантов. Курсовая работа выполняется по техническому заданию, которое студент выбирает по двум последним цифрам своего шифра: номер задания – по последней цифре; номер варианта – по предпоследней цифре шифра. Например: при

шифре 362382 студент выполняет восьмой вариант второго задания. Если последняя цифра шифра ноль – то выполняется десятое задание, предпоследней цифре ноль соответствует десятый вариант задания.

В заданиях приняты следующие условные обозначения: 1 – электродвигатель; 2 – упругая муфта; 3 – редуктор; 4 – зубчатая передача; 5 – ременная передача или лента транспортёра; 6 – цепная передача или ведущая звёздочка конвейера.

Предполагаются следующие условия работы проектируемых устройств:

- а) срок службы – 5 лет при двух сменной работе;
- б) режим работы – тяжёлый при постоянной нагрузке.

При разработке курсового проекта целесообразно выделить три основных этапа проектирования регламентируемых ЕСКД: эскизный проект, технический проект, этап разработки конструкторской документации образца.

Эскизный проект (разделы 1,...,8 табл. 1) предусматривает принятие принципиальных конструктивных решений, определение основных параметров и габаритных размеров привода. Заканчивается утверждением компоновки (теоретического чертежа) редуктора.

Технический проект (разделы 9,...,15 табл. 1) определяет окончательные технические решения по устройству разрабатываемого привода и исходные данные для разработки рабочей конструкторской документации. Заканчивается этап окончательной компоновкой редуктора.

Этап разработки конструкторской документации предусматривает окончательное оформление конструкторской документации, предназначенной для изготовления образца. Заканчивается этап подписанием конструкторской документации и защитой курсового проекта.

Проект предусматривает разработку следующей конструкторской документации: чертежей и текстовой документации.

Чертежи: сборочный чертёж редуктора – 1 лист формата А1;

чертежи деталей (зубчатое колесо, вал, крышка подшипника и т.д.) – 0,5 – 1 лист формата А1;

Текстовая документация: спецификация редуктора, расчётно-пояснительная записка объёмом не менее 20 – 25 страниц.

Конструкторская документация должна быть выполнена в соответствии с требованиями ЕСКД. Текстовая документация должна соответствовать требованиям ГОСТ 2.105-79 “Общие требования к текстовой документации” и стандарту ИрГТУ СТП-95. Расчётно-пояснительная записка должна иметь титульный лист, содержание (перечень разделов 1,...,15 табл. 1), начинающееся на первом (заглавном) листе, анализ технического задания и само техническое задание, необходимые расчёты по разделам 1,...,15 табл.1 и пояснения к ним, перечень литературы.

Содержание и последовательность выполнения этапов курсового проекта приведены в таблице 1.

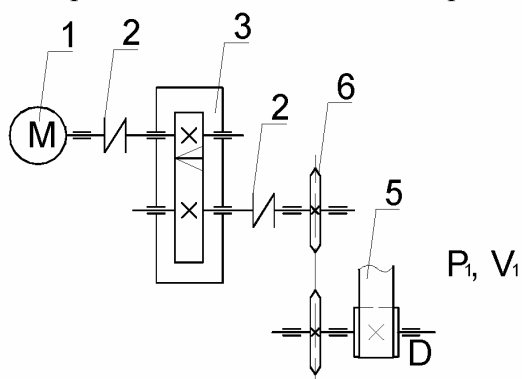
Таблица 1

Номер раздела	Наименование этапов и разделов	Литература
1	2	3
Эскизный проект		
	Анализ технического задания	
1	Выбор электродвигателя и кинематический расчёт привода.	[4],
2	Выбор материалов и термической обработки зубчатых колёс	[5],
3	Определение допускаемых напряжений зубчатых колёс	[13]
3.1	Допускаемые контактные напряжения зубчатых колёс и зубчатой пары при расчёте на выносливость	
3.2	Допускаемые напряжения зубьев шестерни и колеса при расчёте на выносливость при изгибе	
4	Расчёт на контактную выносливость активных поверхностей зубьев	
4.1	Вычисление межосевого расстояния	
4.2	Выбор модуля	
4.3	Определение чисел зубьев шестерни и колеса	
4.4	Определение основных геометрических параметров зубчатых колёс	
4.5	Определение сил действующих в зацеплении	
5	Предварительный расчёт диаметров валов	
5.1	Ведущий вал	
5.2	Ведомый вал	
6	Предварительный выбор подшипников	
7	Расчёт ременной (цепной) передачи	
8	Эскизная компоновка редуктора	
Технический проект		
9	Проверочный расчёт зубчатых колёс	[4],
9.1	Определение напряжений изгиба на переходных поверхностях зубьев колеса и шестерни	[5],
9.2	Сравнение действующих напряжений изгиба с допусками	[9],
10	Расчёт шпоночных соединений	[13].
11	Уточнённый расчёт валов	
12	Проверка долговечности подшипников	
13	Выбор муфт	
14	Окончательная компоновка редуктора	
14.1	Окончательный выбор способа смазки и вида смазки редуктора	
14.2	Оценка удобства сборки-разборки редуктора, ремонта и обслуживания в эксплуатации	
14.3	Выбор посадок сопрягаемых деталей и характера сопряжения зубчатых колёс	
15	Разработка технических требований по сборке редуктора	
Разработка конструкторской документации		
16	Чертежи	[5]
16.1	Сборочный чертёж редуктора	
16.2	Чертежи деталей	
17	Текстовая документация	
17.1	Спецификация	
17.2	Расчётно-пояснительная записка	

Задания на курсовой проект

Задание № 1

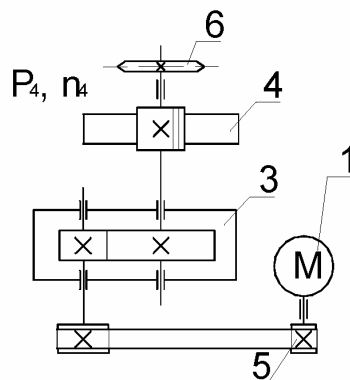
Привод ленточного конвейера



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тяговое усилие ленты P_1 , Н	1800	2000	2500	2700	2000	3000	3200	3500	4000	4500
Скорость ленты V_1 , м/сек	1,3	1,5	1,4	1,2	1,3	1,1	1,2	1,2	1,0	0,8
Диаметр барабана D , мм	250	300	350	300	250	350	300	300	400	400

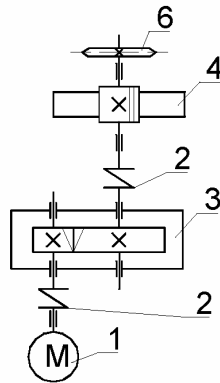
Задание № 2

Привод цепного конвейера



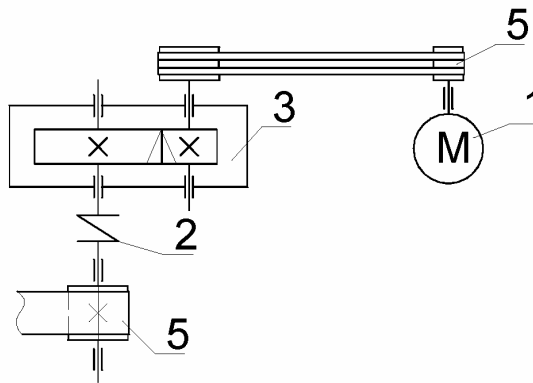
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность вала конвейера P_4 , кВт	4	6	7	8	8	6	6	7	7	5
Частота вращения вала конвейера n_4 , об/мин	20	30	25	15	30	15	25	40	30	10

Задание № 3
Привод цепного конвейера



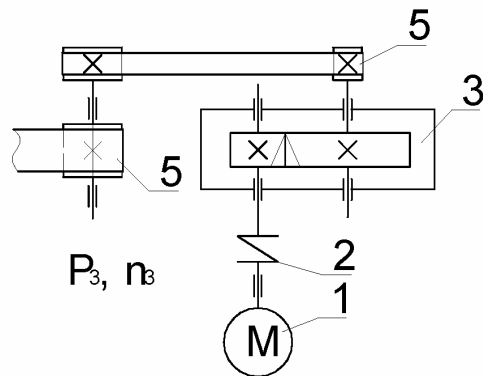
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность на ведомом валу P_3 , кВт	8	7	7	8	6	7	6	5	5	4
Частота вращения ведомого вала n_3 , об/мин	30	25	30	25	20	15	40	15	30	40

Задание № 4
Привод ленточного конвейера



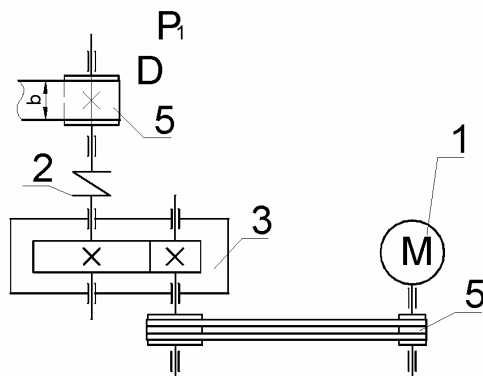
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность на ведомом валу P_3 , кВт	5	6	7	8	7	6	5	4	5	6
Частота вращения ведомого вала n_3 , об/мин	50	55	60	65	40	45	65	70	35	50

Задание № 5
Привод ленточного конвейера



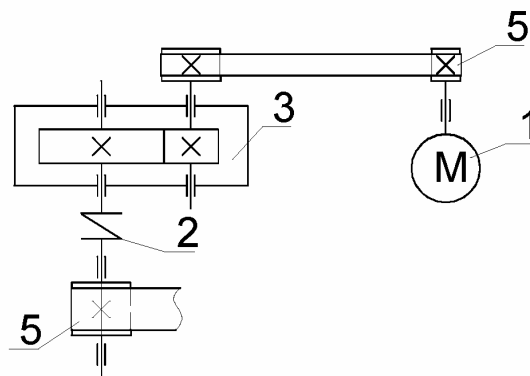
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность на ведомом валу P_3 , кВт	11	10	12	9	12,5	11	13	12	14	9,8
Частота вращения ведомого вала n_3 , об/мин	85	80	75	90	80	70	90	65	60	70

Задание № 6
Привод ленточного питателя



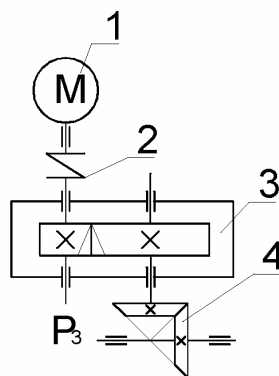
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тяговое усилие ленты P_1 , Н	1000	1300	1500	1800	2000	2200	2500	2800	3000	3500
Скорость ленты V_1 , м/сек	1,3	1,2	1,3	1,5	1,2	1,1	1,0	1,3	1,4	1,0
Диаметр барабана D , мм	300	350	300	300	350	300	350	350	300	300

Задание № 7
Привод ленточного транспортера



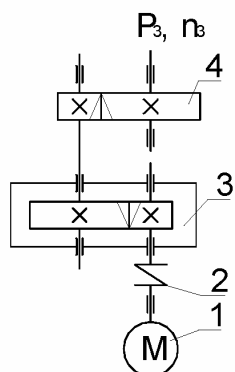
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность на ведомом валу P_3 , кВт	7,5	1,5	1,5	8	8	8	9	9	9	10
Частота вращения ведомого вала n_3 , об/мин	70	75	80	85	65	70	80	85	90	60

Задание № 8
Привод конвейера



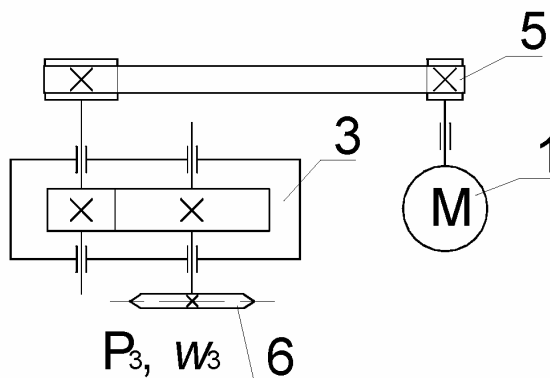
Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность на ведомом валу P_3 , кВт	3,5	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
Частота вращения ведомого вала n_3 , об/мин	60	70	75	80	40	50	55	45	100	120

Задача № 9
Привод конвейера



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность на ведомом валу P_3 , кВт	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10,0	14,0	16,0
Частота вращения ведомого вала n_3 , об/мин	40	50	30	35	45	60	55	25	30	40

Задание № 10
Привод конвейера



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность на ведомом валу P_3 , кВт	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
Частота вращения ведомого вала n_3 , об/мин	2π	$2,2\pi$	$2,3\pi$	$2,5\pi$	$2,7\pi$	$2,8\pi$	3π	$3,2\pi$	$3,3\pi$	$3,4\pi$

Литература

Основная

1. Иосилевич Г. Б., Строганов Г. Б., Маслов Г. С. Прикладная механика: учебник для немашиностроительных специальностей ВТУЗов. М: высшая школа, 1989.-351с.
2. Теория механизмов и машин: учебник для ВТУЗов / К. В. Фролов, С. А. Попов, А. К. Мусатов и др. Под ред. К. В. Фролова: – 2-е изд. перераб. и доп. М: высшая школа, 1998.-495с.
3. Феодосьев В. И. Соппротивление материалов: Учебник для студентов ВТУЗов. М: Издательство МГТУ им Н. Э. Баумана, 1999.-512с.
4. Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для студентов ВТУЗов. М: Высшая школа, 1998.-383с.
5. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для технических специальностей ВУЗов. М: Высшая школа, 1998.-447с.

Дополнительная

6. Чернилевский Д. В. Основы проектирования машин: Учебное пособие для студентов ВУЗов. М: УМ и ИЦ "Учебная литература", 1998.-472с.
7. Теория механизмов и машин. Конспект лекций. Составил П. В. Королёв – Иркутск. Издательство ИрГТУ, 2001.-104с.
8. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник. Иркутск: Издательство ИрГТУ, 2002.-430с.
9. Расчёт зубчатых цилиндрических эвольвентных передач. Учебное пособие. Составил Г. В. Грудинин – Иркутск, ИрГТУ, 2003.-74с.
10. Нормирование точности. Задания и методические указания по выполнению РГР. Составили Ю. В. Димов, А. В. Высоцкая – 9-ое изд. перераб. – Иркутск, 1999.-56с.
11. оформление курсовых и дипломных проектов. СТП ИрГТУ 05-99.
12. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин – М.: Высшая школа, 1991.-432 с.
13. Чернавский С.А., Боков К.Н., Чернин И.М. и др. Курсовое проектирование деталей машин – М.: Машиностроение, 1988.-416 с.
14. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин – М.: Машиностроение, 1979.-351 с.

Оглавление

1. Программа дисциплины.....	3
2. Контрольные вопросы по курсу для самопроверки качества подготовки.....	6
3. Курсовой проект. Задание на курсовое проектирование. Основные этапы, их содержание.....	8
Приложение	11
Литература.....	16