

**Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический
университет»**

**Н.В. Куцубина
В.В. Васильев**

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

**Перечень и содержание разделов дисциплины. Контрольные вопросы.
Перечень основной и дополнительной учебной литературы,
необходимой для изучения дисциплины**

Методические указания для самостоятельной работы студентов
очной и заочной форм обучения направления 151000 (15.03.02)
по дисциплине «Теория механизмов и машин»

**Екатеринбург
2015**

Рекомендовано к опубликованию кафедрой технической механики и оборудования ЦБП, протокол № 2 от 7 октября 2015 г.

Рецензент профессор, д-р техн. наук

А.А. Санников

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Перечень и содержание разделов дисциплины	3
2. Контрольные вопросы по дисциплине	6
3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для изучения дисциплины	8

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать	Формат 60x84	1/16
Плоская печать	Объем п.л.	Тираж
Заявка		

ВВЕДЕНИЕ

Теория механизмов и машин (ТММ) – это наука об общих методах исследования и проектирования машин и механизмов, научная основа создания машин. Курс ТММ подготавливает студентов к изучению специальных дисциплин, посвященных проектированию, эксплуатации и обслуживанию машин и оборудования.

Целью дисциплины ТММ является обеспечение будущих специалистов широким спектром знаний общих методов исследования механизмов и машин и проектирования их схем, в том числе на основе математического и компьютерного моделирования, необходимых для создания, дальнейшей эксплуатации и обслуживания технологических машин и оборудования лесного комплекса, соответствующих современным требованиям эффективности, точности, надёжности и экономичности.

1. ПЕРЕЧЕНЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Актуальные проблемы и основные понятия ТММ

1.1. Современные тенденции развития машиностроения в свете ТММ

Приоритетные направления развития техники. Машиностроение как ведущая отрасль в научно-техническом прогрессе. Роль машины в создании материально-технической базы общества. Современные концепции создания машин. Применение современных методов проектирования и анализа машин и механизмов, приводов, систем. ТММ – научная основа создания машин и механизмов. Место ТММ в подготовке инженеров. Основные этапы развития науки о механизмах и машинах.

1.2. Задачи ТММ при проектировании машин и механизмов лесного комплекса

Особенности конструкций машин и механизмов, применяемых в лесном комплексе, в частности, в ЦБП и деревообработке. Значение применения методов математического и компьютерного моделирования при проектировании машин и механизмов, соответствующих современным требованиям эффективности, точности, надёжности и экономичности.

1.3. Основные понятия ТММ

Основные понятия о машине, механизме. Деталь, звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизмы. Основные виды механизмов. Входные и выходные звенья. Типы машин, машинный агрегат, машины-автоматы, автоматические линии.

Раздел 2. Структура (строение) механизмов

2.1. Основные принципы строения механизмов.

Структурный анализ.

Задачи учения о структуре механизмов. Элементы механизма – звенья, связи. Классификация звеньев: по функциональному назначению (входное, выходное, промежуточное, ведущее, ведомое), по виду движения (стойка, коромысло, шатун, ползун, направляющие), по структурным признакам. Типы связей – геометрические, кинематические, динамические и их свойства. Примеры механизмов с геометрическими связями (жесткими связями), кинематическими связями (гидравлическими с несжимаемой жидкостью), динамическими связями (упругими звеньями).

Кинематические пары и их классификация: по числу условий связи; по характеру контакта элементов пары (низшие, высшие и сложные пары); по характеру относительного движения звеньев (поступательные, вращательные, цилиндрические, сферические, винтовые).

Кинематические цепи, классификация. Определение понятия «механизм» по структурным признакам. Условное изображение элементов механизмов на кинематических схемах. Число степеней свободы механизма. Плоские механизмы. Структурная формула П.Л. Чебышева. Пространственные механизмы. Структурная формула Сомова-Мальшева. Лишние звенья. Строение плоских механизмов по Л. Ассуру. Понятие о структурной группе. Классификация. Последовательность структурного анализа, структурная схема и формула строения механизма.

2.2. Особенности структурного и методы кинематического синтеза механизмов с низшими кинематическими парами.

Общие сведения о синтезе механизмов. Синтез рычажных механизмов. Избыточные связи в кинематических парах. Пути устранения избыточных связей.

Задачи кинематического синтеза и последовательность их решения. Графические и аналитические методы. Углы передачи и углы давления. Коэффициент изменения средней скорости выходного звена. Основное и дополнительные условия синтеза рычажных механизмов. Этапы синтеза механизмов. Входные и выходные параметры синтеза. Основные и дополнительные условия синтеза. Целевые функции. Ограничения. Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ. Постановка задачи приближенного синтеза механизмов по Чебышеву. Интерполирование. Квадратичное приближение функций.

2.3. Методы синтеза механизмов с высшими кинематическими парами.

Синтез кулачковых механизмов. Виды, конструктивные элементы и типовые схемы плоских и пространственных кулачковых механизмов.

Достоинства и недостатки. Классификация кулачковых механизмов. Выбор закона движения выходного звена. Краткая характеристика типовых законов (постоянная скорость, постоянное ускорение, синусоидальный закон изменения ускорения толкателя). Профилирование кулачка кулачковых механизмов с поступательно движущимся, роликовым и плоским толкателем.

Синтез зубчатых механизмов. Основная теорема зацепления. Графический метод синтеза сопряжённых профилей. Эвольвента окружности. Геометрия эвольвентного зубчатого колеса. Методы изготовления колес. Корригирование зубчатых колес. Теория эвольвентного зацепления. Качественные показатели зубчатого зацепления.

Схемы зубчатых редукторов с неподвижными осями и диапазоны их передаточных отношений. Распределение передаточных отношений между ступенями. Диапазоны передаточных отношений планетарных механизмов. Выбор схемы планетарного редуктора по заданному передаточному отношению и величине механического КПД. Подбор чисел зубьев из условий соосности, соседства, сборки и равных углов между сателлитами.

Раздел 3. Кинематический и силовой анализ механизмов.

Динамический анализ и синтез машинных агрегатов.

3.1. Общие методы кинематического и силового анализа механизмов.

Задачи и методы кинематического анализа механизмов. Определение положений звеньев и траекторий отдельных точек звеньев. Определение скоростей и ускорений звеньев механизма. Кинематическое исследование механизмов графоаналитическим методом (метод планов скоростей и ускорений).

Достоинства, недостатки метода планов. Кинематическое исследование плоских рычажных механизмов аналитическим методом. Аналитические зависимости угловых и линейных перемещений выходных звеньев и функции угла поворота кривошипа или времени. Дифференцирование зависимостей для определения скоростей и ускорений звеньев и точек механизма.

Кинематический анализ механизмов для передачи вращательного движения. Зубчатые цилиндрические передачи с внешним и внутренним зацеплением между параллельными осями. Многоступенчатые зубчатые передачи с неподвижными осями и их кинематический анализ. Паразитные колеса в рядовом соединении. Редукторы, мультипликаторы, зубчатые коробки скоростей, вариаторы.

Постановка задачи и классификация сил, действующих на механизм. Внутренние силы и силы инерции. Метод кинетостатики, его сущность.

Допущения, принимаемые при силовом расчете. Трение в кинематических парах механизмов. Условие статической определенности кинематической цепи. Последовательность силового расчета механизмов. Примеры силового расчета рычажных механизмов.

3.2. Общие методы динамического анализа и синтеза машинных агрегатов.

Задачи динамического анализа и синтеза машинных агрегатов. Исследование и регулирование движения машин. Динамическая модель машинного агрегата. Приведение сил и масс. Классификация режимов и движения машины: неустановившийся и установившийся. Принцип неравномерности, коэффициент неравномерности вращения.

Регулирование движения машин. Расчет маховика. Маховик, его назначение, эффекты действия. Определение момента инерции маховика. Определение размеров маховика. Саморегулируемые машинные агрегаты.

3.3. Динамика машинных агрегатов с электро-, гидро- и пневмоприводом.

Классификация приводов машин. Особенности динамики агрегатов с электроприводом, с гидроприводом, с пневмоприводом.

Классификация, принцип действия вибрационных транспортирующих машин с электромагнитным, пневматическим и гидравлическим приводом.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Экзаменационные вопросы

1. Основные понятия и определения ТММ (звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, механизм).
2. Виды механизмов, их краткая характеристика.
3. Подвижность кинематической цепи, плоской, пространственной.
4. Избыточные связи, их определение и устранение.
5. Структурные группы Ассура. Классификация структурных групп.
6. Задачи кинематического анализа. Методы кинематического анализа.
7. Кинематический анализ кривошипно-коромыслового механизма методом планов.
8. Кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма методом планов.
9. Кинематический анализ кривошипно-кулисного механизма методом планов.
10. Передаточные функции (аналоги скоростей и ускорений), их применение в кинематическом анализе механизмов.

11. Кинематический анализ методом диаграмм. Показать на примере.
12. Кинематический анализ методом координат (аналитический).
13. Задачи и методы силового анализа.
14. Принцип Даламбера. Классификация сил, действующих на механизм.
15. Силовой анализ группы Ассура 2кл 1 вида.
16. Силовой анализ группы Ассура 2кл 2 и 3 вида.
17. Силовой анализ рычажного механизма аналитическим методом.
18. Метод жесткого рычага Жуковского.
19. Режимы движения машинного агрегата.
20. Звено приведения (динамическая модель). Требования к динамической модели.
21. Факторы, влияющие на изменение угловой скорости входного звена.
22. Условия определения приведенного момента инерции и приведенного момента сил полезного сопротивления.
23. Расчет маховика методом Виттенбауэра. Изложите последовательность расчета.
24. Исследование и регулирование движения аналитическим методом.
25. Уравновешивание роторов. Статическое, моментное и динамическое уравновешивание роторов.
26. Элементы зубчатого колеса.
27. Способы изготовления зубчатых колес. Подрезание и заострение зубьев.
28. Устранение подреза ножки зуба при нарезании зубьев.
29. Определение передаточных отношений зубчатых механизмов.
30. Основные и дополнительные условия синтеза зубчатой передачи.
31. Виды кулачковых механизмов, их краткая характеристика.
32. Законы движения толкателя.
33. Определение минимального радиуса профиля кулачка в механизме с поступательно движущимся толкателем.
34. Определение минимального радиуса профиля кулачка в механизме с коромысловым толкателем.
35. Определение минимального радиуса профиля кулачка в механизме с плоским толкателем.
36. Углы давления, передачи в кулачковых механизмах.
37. Условия и порядок синтеза кулачковых механизмов.
38. Условия существования кривошипа в рычажных механизмах.
39. Синтез рычажных механизмов. Примеры.

Темы экзаменационных задач

1. Уметь выполнить структурный анализ механизма (определение класса структурных групп, кинематических пар, вида кинематической цепи, подвижности плоских и пространственных кинематических цепей, избыточных связей, вида механизма). Знать формулы для определения подвижности в плоских и пространственных кинематических цепях, определения числа избыточных связей.

2. Уметь выполнить кинематический анализ механизма (план скоростей, план ускорений). Уметь пользоваться теоремой подобия при определении скоростей и ускорений точек звеньев. Уметь пользоваться аналогами скоростей и ускорений, передаточными функциями). Знать формулы определения скоростей (линейных и угловых), ускорений (линейных и угловых).

3. Уметь выполнить силовой анализ механизма (подготовить исходные данные для анализа, определить порядок выполнения анализа, наметить последовательность определения реакций в кинематических парах и уравновешивающего момента, знать определение направления моментов сил инерции и векторов сил инерции, сил сопротивления. Знать сущность рычага Жуковского. Уметь определять приведенные к рычагу Жуковского моменты сил инерции.

4. Уметь определять приведенный момент инерции механизма, приведенный момент сил сопротивления, коэффициент неравномерности вращения кривошипа, среднюю угловую скорость.

5. Уметь определять передаточные отношения зубчатых передач, подбирать коэффициенты смещения инструментальной рейки для конкретной зубчатой передачи. Знать условия проектирования зубчатых зацеплений.

6. Уметь распознавать вид графика толкателя (безударный, с мягкими ударами, с жесткими ударами), характер движения толкателя для заданного положения, определять углы давления и передачи. Знать условия и последовательность проектирования кулачковых механизмов разных типов.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Евдокимов Ю. И. **Теория механизмов и машин**. Ч. 1: Структура, кинематика и кинетостатика механизмов [Электронный ресурс] : курс лекций / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – 136 с. - Режим доступа: <http://znanium.com>.

2. **Теория механизмов и машин**: учебно-методическое пособие / В. П. Чмиль. - СПб; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 288 с.

3. **Теория механизмов, машин и манипуляторов** [Текст] : Учебное пособие / Борисенко. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М" ; Минск : ООО "Новое знание", 2013. - 200 с. Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=369685>.

4. **Теория механизмов и машин** [Электронный ресурс] / П. Э. Гончаров. - Москва : ВГЛТА (Воронежская государственная лесотехническая академия), 2014. - 60 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64159.

Дополнительная литература

5. **Теория механизмов и машин**: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Сергеевичев. - Москва : СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет), 2011. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58853.

6. **Курсовое проектирование по теории механизмов и машин в примерах**: учеб.-метод. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: Ю.И. Евдокимов. – Новосибирск, 2011. – 177 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=515945>.

Учебно-методическая литература

7. Куцубина Н.В., Васильев В.В. **Курсовое проектирование по теории механизмов и машин**. [Электронный ресурс] Руководство к выполнению курсового проекта по теории механизмов и машин для студентов очной и заочной форм обучения направления 151000 (15.03.02).– Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. Режим доступа: <http://elar.usfeu.ru/>.

8. Васильев В.В., Калимулина Т.В., Куцубина Н.В., Перескоков И.В. **Лабораторные работы по теории механизмов и машин**. Методические указания для студентов очной и заочной форм обучения механических направлений и специальностей 150405, 151000, 190600, 190100, 250400 по дисциплине «Теория механизмов и машин». – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. Режим доступа: <http://elar.usfeu.ru/>.