

D6181

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Кафедра теоретической механики

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Рабочая программа, методические указания
к самостоятельной работе и тестовые задания
для студентов специальностей 260601, 260602
и направления 150400
очной формы обучения



Санкт-Петербург
2009

Кулаев Д.Х. Теория механизмов и машин: Рабочая программа, метод. указания к самостоятельной работе и тестовые задания для студентов спец. 260601, 260602 и направления 150400 очной формы обучения. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2009. – 40 с.

Приведены рабочая программа дисциплины «Теория механизмов и машин», методические указания для самостоятельной работы и примеры тестовых заданий для студентов специальностей «Машины и аппараты пищевых производств», «Пищевая инженерия малых предприятий» и направления «Технологические машины и оборудование».

Рецензент

Доктор техн. наук, проф. В.А. Аret

Рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2009

Теория механизмов и машин - наука, изучающая общие методы исследования свойств механизмов и машин и проектирования их схем.

Цель преподавания дисциплины - научить студентов общим методам исследования и проектирования схем механизмов и машин, пониманию общих принципов реализации движения с помощью механизмов, взаимодействия механизмов в машине, обуславливающие кинематические и динамические свойства механической системы для создания высокопроизводительных, надежных и экономичных машин, а также для модернизации существующих машин.

Изучившие этот курс должны:

знать: основные виды механизмов и их основные характеристики; методы кинематического и силового анализа плоских механизмов второго класса, а также проектирования их схем; методы динамического анализа машин и механизмов; методы уравновешивания масс механизмов; свойства одноосного линейного виброизолятора; основные методы синтеза и анализа кулачковых и зубчатых механизмов;

уметь: производить кинематический анализ рычажных, зубчатых и кулачковых механизмов; проводить силовой анализ плоских рычажных механизмов второго класса; производить синтез и анализ цилиндрических зубчатых и кулачковых механизмов; составлять дифференциальные уравнения движения механизмов; рассчитывать противовесы для уравновешивания масс механизма; выбирать параметры линейного одноосного виброизолятора ;

иметь навык по чтению и составлению структурных и кинематических схем.

Теория механизмов и машин базируется на механико-математической подготовке студентов, обеспечиваемой предшествующими курсами: «Высшая математика» (разделы: аналитическая геометрия; векторная алгебра; исследование функций; дифференциальное и интегральное исчисление; дифференциальные уравнения); «Теоретическая механика» (в полном объеме); «Информатика» (разделы: численные методы; Windows; Mathcad).

При изучении дисциплины «Теория механизмов и машин» требуется проводить большой объем вычислений, поэтому преду-

сматривается использование вычислительной техники при выполнении курсовой работы и проведении ряда лабораторных работ.

Теория механизмов и машин является основой для последующего изучения дисциплин «Детали машин», «Расчет и конструирование оборудования» и др.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Изучение дисциплины «Теория механизмов и машин» предусмотрено в 4 семестре и включает изучение теоретического материала на 17 лекциях и самостоятельно по учебникам [1] или [2], выполнение 6 лабораторных работ и курсовой работы с последующей их защитой и сдачу экзамена. Курсовая работа состоит из трех частей: структурный и кинематический анализ механизма; силовой анализ механизма, синтез кулачкового механизма. По каждой части проводятся расчеты и графические построения, оформляемые в виде пояснительной записи и листа -- приложения.

К экзамену по дисциплине «Теория механизмов и машин» допускаются студенты, защитившие лабораторные работы и курсовую работу, а также сдавшие теоретический материал, вынесенный для самостоятельного изучения.

Аудиторные занятия (лекции, лабораторные занятия и занятия по выполнению курсовой работы) являются обязательными для посещения. К каждому аудиторному занятию студент должен готовиться, следуя методическим указаниям, приведенным в следующем разделе.

Перед лекцией необходимо прочитать рекомендуемые страницы учебника и конспект лекций по предшествующему материалу. В противном случае лекция может показаться малопонятной и неинтересной. Следует иметь в виду, что на лекциях не могут быть исчерпывающе изложены все темы, указанные в программе изучаемой дисциплины. Поэтому некоторые темы программы необходимо изучить самостоятельно по учебнику. Таким образом будут формироваться навыки работы с технической литературой, что очень важно в будущей инженерной деятельности при освоении нового оборудования. Не следует думать, что для понимания вопроса достаточно прочитать рекомендованные разделы один раз. Даже квалифицированно-

му специалисту для полного понимания требуется многократное прочтение технической документации.

В случае пропуска лекции независимо от причины студент должен восполнить конспект лекций и пройти собеседование с преподавателем по пропущенному материалу, показав его понимание.

Важным аспектом обучения является конспектирование лекций и теоретического материала из учебника при самостоятельном изучении. Конспектирование лекций не должно сводиться только к бездумному копированию материала с доски и к записям под диктовку лектора. Лекция будет интересна и полезна студенту, если он включится в умственную деятельность, предлагаемую лектором, станет соучастником решения проблем и при этом сумеет кратко конспектировать их ход. Конспект лекции позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в теме. При помощи такой записи легко вспомнить мысли возникшие во время лекции, да и сам текст лекции может быть восстановлен в памяти. Конспект лекций является пособием для повторения, и может оказать существенную помощь при выполнении курсовой работы и подготовке к лабораторным занятиям и к экзамену.

Подготовка к лабораторному занятию предусматривает ознакомление с целью лабораторной работы, изучение теоретического материала как по конспекту лекций, так и по учебнику, предварительное ознакомление с лабораторной установкой и методикой выполнения лабораторной работы по методическим указаниям к выполнению лабораторной работы [3] и самопроверку по контрольным вопросам и тестовым заданиям. Будет полезно воспользоваться Интернет-ресурсами, приведенными в списке литературы. Подготовленность студента проверяется при собеседовании или тестировании перед выполнением лабораторной работы. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются. Рекомендуется заранее подготовить форму отчета и завершить его оформление на текущем занятии. Защита лабораторной работы осуществляется путем собеседования на специально отведенном занятии.

На занятиях по выполнению курсовой работы даются рекомендации по расчетам и графическому оформлению каждой части курсовой работы, проводятся консультации и проверка выполненных расчетов и построений. Полезно воспользоваться методическими указаниями к выполнению курсовой работы [4]. Обращаем внимание на

своевременность выполнения заданий по курсовой работе. Задание рекомендуется выполнить на следующий день после занятия, иначе объяснения преподавателя забудутся и приступить к выполнению курсовой работы будет трудно.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЕЕ ИЗУЧЕНИЮ

Раздел 1. Основные виды механизмов и машин

Тема 1.1. Основные виды механизмов и машин

Лекция 1. (часть 1)- 1 час.

Теория механизмов и машин - научная основа создания новых машин и механизмов и модернизации существующих. Содержание дисциплины и ее значение для инженерного образования. Машина. Механизм. Основные виды механизмов и машин.

Самостоятельная работа студента (СРС) – 1 час.

Работа с учебником [1]:1.1, 1.2, 2.6, стр. 7-22, 75-81, или [2]: введение, стр. 4-17.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

Каковы основные задачи теории механизмов и машин?

Чем машина отличается от механизма?

Привод механизмов, в которых преобразование движения происходит посредством сочетания твёрдых и жидкых тел:

- газопривод
- пневмопривод
- гидропривод
- электропривод

...механизм – это механизм, все подвижные звенья которого описывают неплоские траектории или траектории, лежащие в пересекающихся плоскостях

Раздел 2. Структура механизмов.

Лекция №1(часть 2)- 1 час.

Звенья механизма. Кинематические пары и их классификация. Структурная и кинематическая схемы механизма. Кинематические цепи.

Лекция №2- 2 час.

Обобщенные координаты механизма, Начальные звенья. Число степеней свободы механизма. Избыточные связи и их влияние на работоспособность и надежность машин. Образование механизмов путем наследования структурных групп (групп Ассура).

Лабораторное занятие (ЛЗ) №1 – 2 час.

Основные виды механизмов и построение их структурных схем.

Занятие по выполнению курсовой работы № 1(ЗКР №1) - 2 час.

Структурный анализ механизма.

Самостоятельная работа студента (СРС)- 4 час.

Работа с учебником [1]: 2.1-2.5, стр. 47-74, или [2]: введение, 2.1-2.7, стр. 18-47.

Оформление отчета по ЛЗ №1. Структурный анализ механизма.

Изучение структуры механизмов позволит в дальнейшем правильно выбрать его схему и методы кинематического и силового анализа.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

Движение для приведения в движение других звеньев механизма сообщается ... звену

- входному
- начальному
- подвижному
- поступательному

... - это звено плоского рычажного механизма, являющееся подвижной направляющей для ползуна

- кривошип
- кулиса
- коромысло
- шатун

... - это звено плоского рычажного механизма, совершающее плоское движение

- кривошил
- ползун
- коромысло
- шатун

Звено, закон движения которого определяет виды движения ведомых звеньев механизма, называется ... звено.

- ведущее
- ведомое
- выходное
- промежуточное

Назовите основные кинематические пары плоских механизмов

По какому признаку кинематические пары делятся на классы, на высшие и низшие?

Кинематическая пара, имеющая две связи, - это... пара

- одноподвижная
- двухподвижная
- трехподвижная
- четырехподвижная
- пятиподвижная

Класс кинематической пары ...

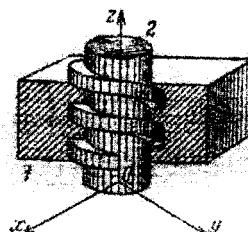
- 2
- 3
- 4
- 5

Число степеней подвижности кинематической пары «Шар – Плоскость» равна...

- трем
- единице
- двум
- пяти

Количество ограничений налагаемые на относительное движение каждого звена кинематической пары первого класса:

- пять
- четыре
- шесть



- одно

- два

Звенья высшей кинематической пары соприкасаются ...

- по линии или в точке
- по касательной
- по поверхности
- по плоскости

Механизмы с высшими кинематическими парами превосходят механизмы с низшими кинематическими парами ...

- большей точностью преобразования движения
- передачей движения на большие расстояния
- возможностью передачи больших сил
- использованием меньшего количества звеньев в цепи

Кинематическая цепь, образованная звеньями входящими НЕ БОЛЕЕ ЧЕМ В ДВЕ кинематические пары, называется ...

- сложной;
- простой;
- замкнутой;
- разомкнутой.

Кинематическая цепь, имеющая звено, входящая БОЛЕЕ ЧЕМ В ДВЕ кинематические пары, называется ... цепью.

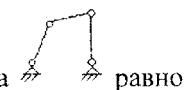
- сложной
- раскрытой
- простой
- обычной

Формула Чебышева для расчета плоского механизма имеет вид

- $\Delta W = 3n - (2p_5 + p_4) + q$
- $\Delta W = 3n - (2p_5 + p_4) - q$
- $\Delta W = 6n - (2p_5 + p_4) + q$
- $\Delta W = 6n - (2p_5 + p_4) - q$

Формула, применяемая для определения степени подвижности пространственной кинематической цепи ...

- Ассура
- Жуковского
- Чебышева
- Малышева



Число степеней свободы механизма ... равно

- 0
- 1
- 2
- 1

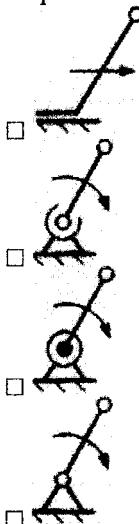
Можно ли в механизме с одной степенью свободы изменить положение звеньев, не меняя положения входного звена?

Как определить наличие избыточных связей в механизме?

Механизм, по Ассуру, состоит из первичных механизмов и последовательно присоединённых ... групп Ассура.

- первичных;
- структурных;
- многозвенных;
- кинематических

Первичный механизм с числом связей равный четырём ...



- 2 класса, 1 порядка
- 2 класса, 2 порядка
- 3 класса, 2 порядка
- 2 класса, 3 порядка

Класс группы Ассура определяется...

- числом звеньев в группе



является группой Ассура ...

- числом кинематических пар
- классом кинематических пар
- видом кинематической цепи

Плоский рычажный механизм, структурная формула которого имеет вид I-III - II_l, - это механизм ... класса

- 3
- 2
- 1
- 5

Раздел 3. Кинематический анализ механизмов

Лекция № 3- 2 час.

Задачи и методы кинематического анализа механизмов. Определение положений звеньев методом замкнутого векторного контура. Определение скоростей и ускорений в механизмах. Кинематические передаточные функции.

ЗКР №2 – 4 час.

Кинематический анализ механизма.

CPC- 5 час.

Работа с учебником [1]- 3.1-3.4, стр.82-85, 93-106, или [2]- 3.1-3.3, стр.59-64, 81-86, 92-99.

Расчет, оформление пояснительной записи курсовой работы по разделу: "Структурный и кинематический анализ механизма".

Кинематический анализ является необходимым этапом как проектирования, так и изучения существующего механизма, так как позволяет оценить пригодность механизма для выполнения поставленных задач. Кроме того, знание кинематических характеристик механизма необходимо и для динамических расчетов.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

... звено – это звено, которому приписывается одна или несколько обобщенных координат механизма

- входное
- начальное
- подвижное

поступательное

Параметры, определяемые при кинематическом анализе механизмов...

движущая сила

движущий момент

угловое ускорение

сила тяжести

угловая скорость

момент сопротивления

Правильная последовательность выполнения кинематического анализа плоского рычажного механизма:

Строится план ускорений

Выбирается масштаб чертежа механизма

Вычерчивается кинематическая схема механизма по заданному положению ведущего звена

Проводится структурный анализ и классификация механизма по Ассуру

Выбирается ведущее звено

Строится план скоростей

Неверно, что кинематическими характеристиками являются ...

траектории точек

обобщенные координаты

силы трения

скорости точек и звеньев механизма

равномерность вращения начального звена

... звено – это звено, которому приписывается одна или несколько обобщённых координат механизма

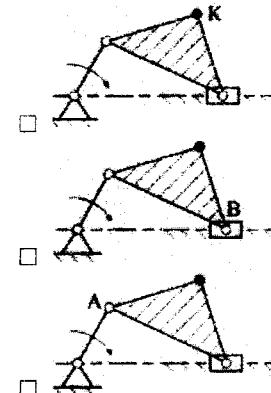
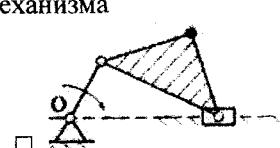
начальное

входное

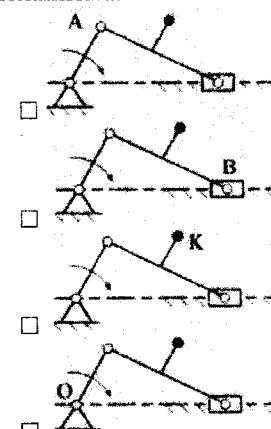
выходное

промежуточное

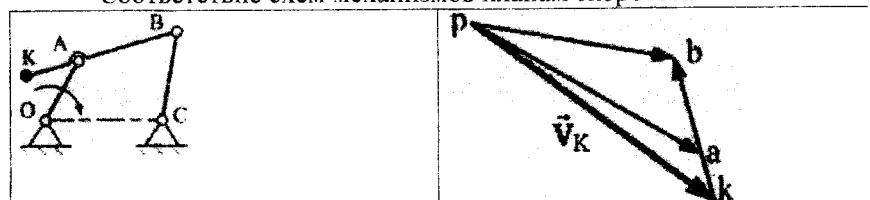
Последовательность определения скоростей характерных точек механизма

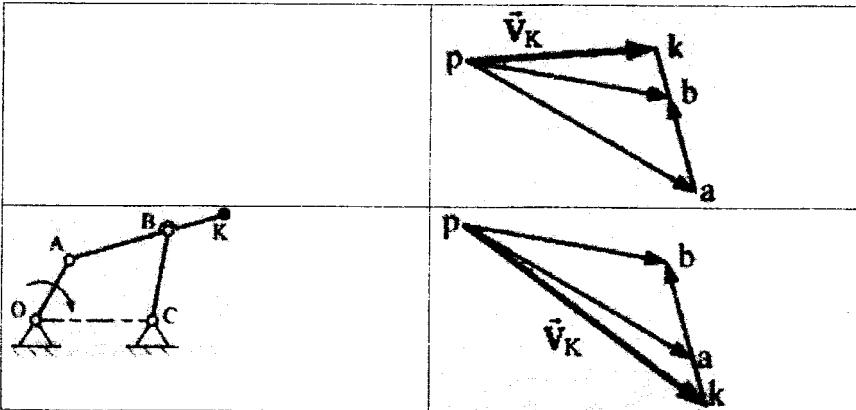


Последовательность определения ускорений характерных точек механизма.

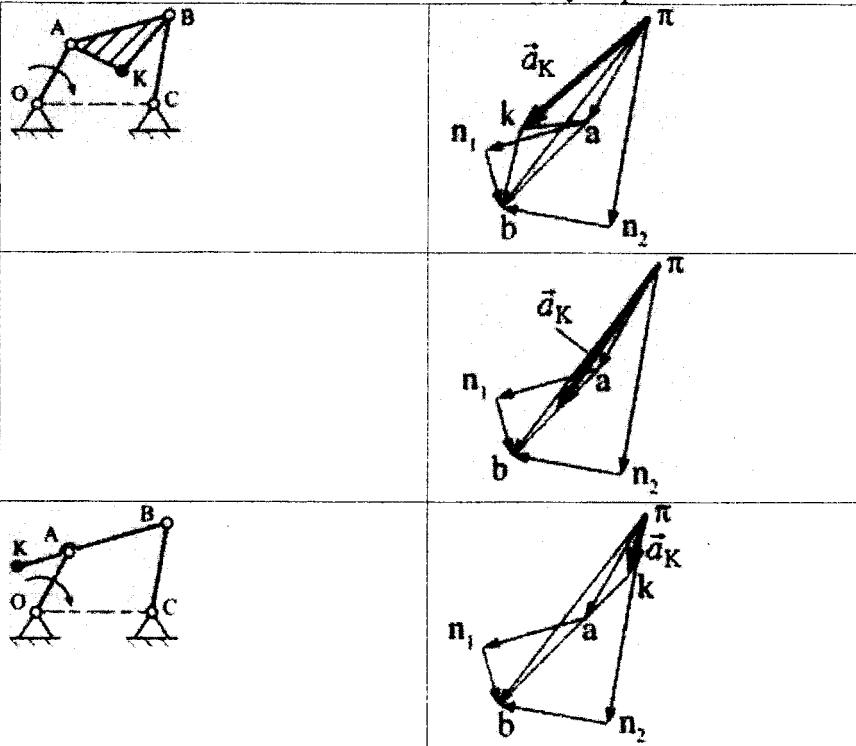


Соответствие схем механизмов планам скоростей.





Соответствие схем механизмов планам ускорений.



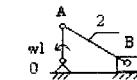
Центростремительное ускорение точки звена, совершающего плоское движение, рассчитывается по формуле...

- $a^{\omega} = \omega^2 L$
- $a^{\omega} = \omega L^2$
- $a^{\omega} = \omega^2 / L$
- $a^{\omega} = \omega / L^2$

Вращательное ускорение точки звена, совершающего плоское движение, рассчитывается по формуле...

- $a^{\varepsilon} = \varepsilon L^2$
- $a^{\varepsilon} = \varepsilon L$
- $a^{\varepsilon} = \varepsilon / L^2$
- $a^{\varepsilon} = \varepsilon / L$

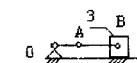
Угловая скорость шатуна 2 в заданном положении механизма равна ...



$\omega_1 = 10$ рад/с; $OA = 0,02$ м; $AB = 0,1$ м;

- 10 рад/с
- 2 рад/с
- 0
- 20 рад/с

Ускорение ползуна 3 в заданном положении механизма равно ...



$\omega_1 = 10$ рад/с; $OA = 0,02$ м; $AB = 0,1$ м;

- 2 м/с^2
- $2,4 \text{ м/с}^2$
- 0
- $1,6 \text{ м/с}^2$

Функция положения точки В кривошипно-ползунного механизма $x_b = A + r(\cos\varphi + \frac{\lambda}{4}\cos 2\varphi)$, где А – постоянная величина; $\lambda = \frac{r}{L}$

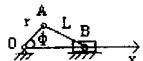


Кинематическая передаточная функция скорости точки В ...

- $r(\cos\varphi + \frac{\lambda}{4}\cos 2\varphi)$

- $-r(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi)$
- $r(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi)$
- $-r(\cos \varphi + \frac{\lambda}{4} \cos 2\varphi)$

Кинематическая передаточная функция скорости точки В кривошипно-ползунного механизма $x_{hp} = -r(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi)$. $\lambda = \frac{r}{L}$



Кинематическая передаточная функция ускорения точки В...

- $-r(\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$
- $r(\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$
- $r(\sin \varphi + \lambda \sin 2\varphi)$
- $-r(\cos \varphi + \frac{\lambda}{2} \cos 2\varphi)$

Кориолисово ускорение учитывается при кинематическом анализе

- кривошипно – ползунного механизма
- зубчатого механизма
- шарнирного четырехзвенника
- кулисного механизма

Величина кориолисова ускорения для плоского механизма определяется по формуле $a_c = ...$

- $= 2\omega_e v_r$
- $= 2\omega_r v_c$
- $= 2\omega_e v_r^2$
- $= -2\omega_e v_r$

Раздел 4. Динамика механизмов и машин

Тема 4.1. Силовой анализ механизмов

Лекция № 4.- 2 час.

Силы, действующие в механизмах. Силы трения. Угол давления. Метод кинетостатики. Силы инерции звеньев. Неизвестные параметры реакций в кинематических парах. Условие кинетостатической определимости кинематических цепей

ЗКР № 3,4 - 4 час.

Силовой анализ механизмов с учетом сил трения.

ЛЗ № 2- 2 час.

Экспериментальное определение КПД механизма.

СРС- 6 час.

Работа с учебником [1]: 6.1-6.5, стр. 222-254, или [2]: 4.1;5.1-5.2, стр. 140-143,180-190. Расчеты, оформление пояснительной записи по разделу "Силовой анализ механизма".

Без определения сил, действующих на звенья механизма, невозможно технически грамотно выбрать материал звеньев, их конструкцию и провести расчет на прочность. Эти задачи решаются в курсах материаловедения, сопротивления материалов, деталей машин, расчета и конструирования оборудования.

Силовой анализ проводится для групп Асур и первичного механизма, выявленных при структурном анализе механизма, а также с использованием ускорений звеньев, определенных при кинематическом анализе.

Следует учесть, что решение задачи силового анализа является приближенным, так как на этом этапе законы движения звеньев и их массы и моменты инерции задаются приближенно, из опыта использования подобных механизмов. Кроме того, звенья принимаются абсолютно твердыми. Однако в ряде случаев, например, в быстроходных механизмах приходится учитывать колебания упругих звеньев, вызывающие значительные дополнительные силы.

Методом приближения проводится и учет сил трения.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

Силовой расчет механизмов с учетом сил инерции звеньев называют ...

кинематическим

кинетостатическим

инерционным

уравновешивающим

Силовой расчет механизма начинается с ... звена

начального

выходного

произвольно выбранного

ведущего

Сила, действующая на начальное звено и обеспечивающая заданный закон ее движения, называется:

- уравновешивающей
- движущей
- полезного сопротивления
- трения

Уравновешивающая сила приложена к ... звену механизма

- начальному
- выходному

- наиболее нагруженному
- наименее нагруженному

Кинетостатический метод расчета механизмов основан на учёте сил и моментов сил... звеньев

- инерции
- полезного сопротивления
- трения
- тяжести

Силовой расчёт механизма начинается с ...

- силового расчёта начального звена
- определения внешних сил, приложенных к звеньям механизма
- разбивки кинематической цепи механизма на структурные группы Ассура
- силового расчёта групп Ассура

Силовой расчёт механизмов с учётом сил инерции звеньев, выполняют ...

- инерционным методом
- методом кинетостатики
- методом уравновешивания
- методом приведения сил

Момент (сила), условно приложенный к начальному звену и обеспечивающий заданный закон его движения, называется ...

- движущим
- уравновешивающим
- начальным
- инерционным

Главный вектор сил инерций звена определяется выражением (здесь m – масса звена, \ddot{a} - вектор ускорения центра масс звена).

$\vec{P}_H = -m\ddot{a}_s$

$\vec{P}_H = m\ddot{a}_s$

$\vec{P}_H = m^2 \ddot{a}_s$

$\vec{P}_H = m\ddot{a}_s / 2$

Главный момент сил инерции звена определяется выражением (здесь I_s – момент инерции звена относительно оси, проходящей через центр масс; ε – угловое ускорение звена):

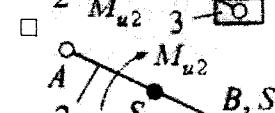
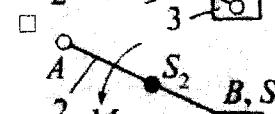
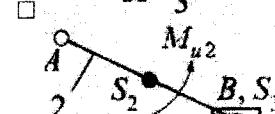
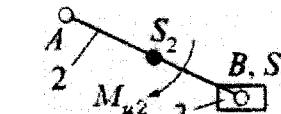
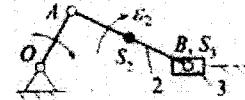
$M_H = I_s \varepsilon$

$M_H = -I_s \varepsilon$

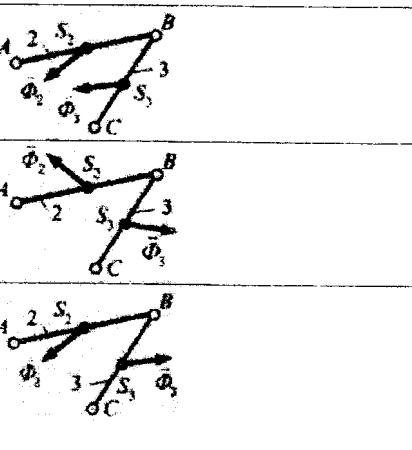
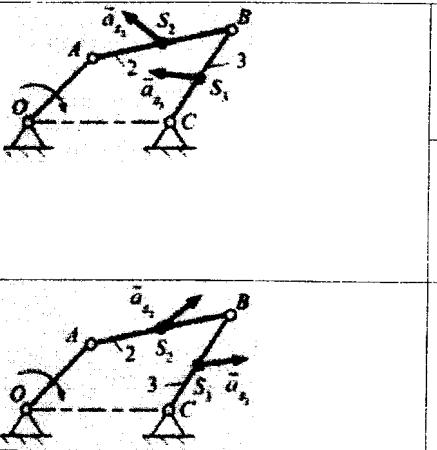
$M_H = I_s \varepsilon^2$

$M_H = I_s \varepsilon / 2$

Направление действия моментов пар сил инерции ...



Соответствие схем механизмов направление векторов сил инерции ...

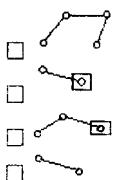


Соответствие видов кинематических пар ПЛОСКИХ механизмов схемам действия реакции связей (силами трения пренебречь):

вращательная кинематическая пара	
высшая кинематическая пара	

Кинетостатически - определимой является кинематическая

цепь:



Соответствие схем структурных групп количеству неизвестных:

	4
	2
	1
	3

Тема 4.2. Исследование движения машинного агрегата.
Лекция № 5 – 2 час.

Уравнение движения механизма в форме уравнения кинетической энергии. Режимы работы механизма. Коэффициент полезного действия (КПД) механизма. КПД при последовательном и параллельном соединении механизмов.

Лекция № 6 – 2 час.

Динамическая модель механизма. Приведение сил и масс в плоских механизмах. Дифференциальное уравнение движения механизма. Статическая характеристика машинного агрегата и устойчивость его движения. Расчет мощности для привода механизма. Типы приводов механизмов (электро-, гидро-, пневмоприводы). Выбор типа привода.

СРС- 2 час.

Работа с учебником [1]: 6.5, 4.1-4.4, стр. 254-255, 152-166, или [2]: 4.2-4.5, стр. 144-156.

КПД механизма является важнейшей характеристикой экономичности механизма и обязательно должен оцениваться при его проектировании или анализе, что позволит выбрать наиболее экономичный механизм.

Дифференциальное уравнение движения механизма, составленное на основе его динамической модели, позволяет решать мно-

жество задач, возникающих при проектировании или анализе механизма, например, определение быстродействия механизма или получения требуемого закона движения звеньев.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

КПД механизма называется отношение ... за цикл установившегося движения.

- работы движущих сил к работе сил полезного сопротивления
 - работы сил полезного сопротивления к работе движущихся сил
 - силы полезного сопротивления к движущейся силе
- КПД механизма характеризует ... механизма
- надёжность
 - стоимость
 - экономичность
 - быстродействие

КПД при последовательном соединении механизмов равен ...

КПД механизмов

- сумме
- разности
- произведению
- среднему

Угол трения это угол между

- силой трения и нормальной реакцией
- силой трения и полной реакцией
- нормальной и полной реакциями

Угол трения при коэффициенте трения $f = 0,18$ равен

- $10,2^\circ$
- $10,31^\circ$
- $11,34^\circ$
- 11°

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения во вращательной паре, рассчитывается по формуле...

- $N = F^n \cdot f \cdot v$
- $N = F^n \cdot f \cdot v^2$
- $N = F^n \cdot f \cdot r \cdot w$

$$\square N = F^n \cdot f \cdot r \cdot w^2$$

Динамика механизмов решает такие задачи, как ...

- изучение режима движения механизма под действием заданных сил
- изучение влияния внешних сил на звенья механизма
- разработка способов уменьшения нагрузок, возникающих при движении механизма
- разработка способов, обеспечивающих заданные режимы движения механизма

Уравнение для определения кинетической энергии звена, совершающего вращательное движение, имеет вид ...

$$\square T = \frac{mv^2}{2}$$

$$\square T = \frac{Yw^2}{2}$$

$$\square T = \frac{mv^2}{2} + \frac{Yw^2}{2}$$

$$\square T = \Sigma \left(\frac{mv^2}{2} + \frac{Yw^2}{2} \right)$$

Уравнение для определения кинетической энергии звена, совершающего поступательное движение, имеет вид ...

$$\square T = \frac{mv^2}{2}$$

$$\square T = \frac{Yw^2}{2}$$

$$\square T = \frac{mv^2}{2} + \frac{Yw^2}{2}$$

$$\square T = \Sigma \left(\frac{mv^2}{2} + \frac{Yw^2}{2} \right)$$

Приведенный момент инерции измеряется в ...

- $\text{кг}\cdot\text{м}^2$
- $\text{кг}\cdot\text{м}$
- $\text{кг} / \text{м}^2$
- $\text{Н}\cdot\text{м}^2$
- $\text{Н} / \text{м}^2$

Обобщенная форма уравнения для расчета приведенного момента сил, приложенных к j-му звену, совершающему поступательное движение, имеет вид ...

$$\square M_{\Sigma}''' = Fj \frac{v}{w_1} \cos(\bar{F}, \bar{v})$$

$$\square M_{\Sigma}''' = Fj \frac{v^2}{w_1} \cos(\bar{F}, \bar{v})^2$$

$$\square M_{\Sigma}''' = Fj \frac{v}{w_1^2} \cos(\bar{F}, \bar{v})$$

$$\square M_{\Sigma}''' = Fj \left(\frac{v}{w_1} \right)^2 \cos(\bar{F}, \bar{v})$$

Тема 4.3. Уравновешивание механизмов

Лекция №7 (часть 1) – 1 час.

Неравномерность движения механизма в установившемся режиме. Коэффициент неравномерности. Уменьшение колебаний скорости главного вала с помощью маховика.

Лекция №7 (часть 2) – 1 час.

Условия уравновешенности механизмов. Статическое и динамическое уравновешивание механизмов и роторов.

Лекция №8 – 2 час.

Метод замещающих масс. Уравновешивание рычажных механизмов.

ЛЗ № 3 – 3 час.

Статическая и динамическая балансировка ротора с известным расположением неуравновешенных масс.

ЛЗ № 4 – 3 час.

Динамическая балансировка ротора с неизвестным расположением неуравновешенных масс.

СРС- 4 час.

Работа с учебником [1]: 4.8, 4.9, 7.5, 7.6, стр. 178-190, 275-295, или [2]: 4.6, 6.1-6.5, стр. 156-158, 202-225. Оформление отчетов по ЛЗ № 3 и № 4.

В ряде механизмов выпускаемые промышленностью двигатели не обеспечивают равномерного движения входного звена, что значительно ухудшает рабочий процесс машины. Одним из способов уменьшения колебаний скорости входного звена является установка маховика. Определение момента инерции маховика проводится при проектировании механизма и является одной из задач динамического синтеза.

Еще одна задача динамического синтеза состоит в перераспределении масс звеньев механизма, устраняющего (уменьшающего)

вредное динамическое воздействие на свое основание. Решение этой задачи называется уравновешиванием механизма и является обязательным этапом при проектировании и изготовлении большинства механизмов, особенно быстроходных.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

Равномерность движения механизма оценивается коэффициентом ...

- динамичности
- неравномерности
- равномерности
- движения

Маховик в механизмах...

- уменьшает вибрацию при работе механизма
- уменьшает амплитуду периодических колебаний скорости начального звена
- увеличивает амплитуду периодических колебаний скорости начального звена
- изменяет направление вращение начального звена

Способ определения приведенного момента инерции маховика с помощью графика энергомасс называют методом ...

- Виттенбауэра
- Жуковского
- Эйлера
- планов

Скорость главного вала (начального звена) при установившемся режиме движения машинного агрегата ...

- меняется периодически
- остается постоянной
- достигает максимального значения
- достигает минимального значения

Размеры и массу маховика уменьшают, устанавливая маховик на ... вал

- более быстроходный
- менее быстроходный
- промежуточный
- начальный

Размеры и массу маховика уменьшают, ...

- устанавливая маховик на более быстроходный вал
 - устанавливая маховик на менее быстроходный вал
 - повышая угловую скорость вращения начального вала
 - понижая угловую скорость вращения начального
- Условия статической уравновешенности механизма ...

- $P_H \neq 0$
- $P_H = 0$
- $M_H \neq 0$
- $M_H = 0$

Условия моментной неуравновешенности механизма ...

- $P_H \neq 0$
- $P_H = 0$
- $M_H \neq 0$
- $M_H = 0$

Статического уравновешивания звеньев достигают, используя

...

- противовесы
- пружины
- маховики

Неуравновешенность ротора вызывает ...

- неравномерность вращения главного вала
- повышение динамических нагрузок на опоры
- уменьшение угловой скорости вращения главного вала
- увеличение угловой скорости вращения главного вала

Модуль главного вектора сил инерции неуравновешенного ротора рассчитывается из уравнения...

- $P_H = w^2 D_{cm}$
- $P_H = w D_{cm}$
- $P_H = w^2 / D_{cm}$
- $P_H = 2wD_{cm}$

... возникает при совпадении частоты вынужденных колебаний механизма с частотой собственных колебаний

- диссонанс
- резонанс
- вибрация
- амортизация

Метод ... используют для статического уравновешивания механизмов

- Виттенбауэра
- приведения масс
- замещающих масс
- рычага Жуковского

Сбалансированный ротор ... при изменении угловой скорости начального звена

- перестает быть уравновешенным
- остается уравновешенным
- меняет положение центра масс
- расбалансируется

Формула, используемая для расчета дисбаланса неуравновешенного ротора, имеет вид

- $\Delta = m/e^2$
- $\Delta = 2m \cdot e$
- $\Delta = m \cdot e^2$

Правильный порядок метода замещающих масс, используемого для статического уравновешивания механизмов:

Размещение общей массы механизма в подвижных точках

Вводятся противовесы

Каждое звено механизма заменяется двумя сосредоточенными массами

Объединение противовесов с замещающими массами звеньев
Центр масс статически уравновешенного ротора находится ...

- в центре ротора
- на оси вращения ротора
- на внешней поверхности ротора
- на торце ротора

Центр масс системы подвижных звеньев при статической уравновешенности механизма должен быть ...

- приложен к начальному звену
- неподвижен
- уравновешен
- подвижен

Главный вектор сил инерции звена массой $m = 10$ кг, вращающегося с угловой скоростью $\omega = 100$ рад/с, с центром масс отстоящим от оси вращения на $r = 1$ мм равен по модулю ...

- 100 000 Н
- 1 000 Н

- 100 Н
- 1 Н

Тема 4.4. Основы виброзащиты машин

Лекция № 9 – 2 час.

Вибрации. Принципы виброизоляции. Динамическая модель машины, установленной на фундаменте. Линейный одноосный виброизолатор. Эффективность виброизоляции. Динамические гасители. Вибрационные транспортеры.

СРС- 2 час.

Работа с учебником [1]: 7.7, 7.9, стр. 295-304, 309-327, или [2]: 10.1; 10.2; 10.4- 10.6, стр. 267-273, 277-282.

В том случае, когда не удается полностью уравновесить механизм, применяют средства виброзащиты, например, виброизолаторы и динамические гасители. Обратите внимание на различие в принципе работы виброизолаторов и динамических гасителей.

Вопросы и тестовые для самопроверки

В чем состоит назначение виброизолатора?

Что называется коэффициентом виброизоляции?

Для эффективной виброизоляции необходимо обеспечить коэффициент виброизоляции...

< 1

> 1

«1 (значительно меньше 1)

= 1

Для уменьшения коэффициента виброизоляции необходимо ... жесткость виброизолатора

увеличивать

уменьшать

На чем основан принцип действия динамических гасителей колебаний?

Перечислите основные виды динамических гасителей колебаний

Раздел 5. Методы проектирования схем основных видов механизмов

Тема 5.1.Проектирование кинематических схем рычажных механизмов

Лекция № 10 (часть 1) – 1 час.

Основные этапы синтеза. Синтез кинематических схем рычажных механизмов. Условие существования кривошипа. Синтез четырехзвенных механизмов по двум положениям звеньев.

СРС – 3 час.

Работа с учебником [1]: 13.1-13.4, стр. 516-525, [2]: 11.1; 11.2, стр. 308-314. Для студентов направления 150400 – дополнительное самостоятельное изучение разделов: «Методы оптимизации в синтезе механизмов с применением ЭВМ»; «Синтез механизмов по методу приближения функций»; «Синтез направляющих механизмов»: [1]: 13.6, 13.7, стр. 530- 539, или [2]: 11.4, стр. 317-321.

Тема 5.2. Проектирование кулачковых механизмов

Лекция № 10 (часть 2) – 1 час.

Кулачковые механизмы и их виды. Типовые законы движения выходного звена. Мягкие и жесткие удары. Угол давления.

Лекция № 11- 2 час.

Основная теорема передачи движения (основная теорема зацепления). Геометрическое место возможных положений оси вращения кулачка. Определение основных размеров плоского кулачкового механизма из условия ограничения угла давления.

ЗКР № 5,6 - 4 час.

Проектирование кулачкового механизма

СРС- 7 час.

Работа с учебником [1]: 13.1-13.4, 14.1- 14.4, стр. 516-530, 547-570, или [2]: 12.1, 17.1-17.4, 17.7, стр. 343-344, 444-459. Для студентов направления 150400 – дополнительное самостоятельное изучение темы «Колебания в механизмах»: [1]: 14.8, стр. 582- 586, или [2]: 17.8, стр. 472-474. Расчет и оформление пояснительной записи части №3 курсовой работы «Проектирование кулачкового механизма».

Четырехзвенные рычажные и кулачковые механизмы широко используются в различных машинах пищевой промышленности. В отличие от рычажных механизмов, кулачковые механизмы, при ма-

лых размерах, достаточно точно реализуют законы движения с остановками выходного звена, что особенно важно для машин-автоматов.

Проектирование кулачкового механизма начинается с выбора закона движения выходного звена, от которого в значительной степени зависят долговечность, вибративность и функциональные свойства механизма. Определение основных размеров кулачкового механизма проводят простым геометрическим методом, используя важную геометрическую характеристику – угол давления, характеризующую экономичность и долговечность кулачкового механизма. Причем метод проектирования основан на результатах доказательства основной теоремы передачи движения.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

Начертите схемы основных типов плоских кулачковых механизмов

Опасность заклинивания кулачкового механизма при ведущем толкателе и силовом замыкании контакта характерна для фазы ...

- удаления
- сближения
- верхнего выстоя
- нижнего выстоя

Преимущественное использование в кулачковых механизмах толкателей с роликовым наконечником связано с ...

- уменьшением трения
- возможностью быстрой замены ролика при изнашивании
- снижение шума
- исключением заклинивания

Назовите основные способы замыкания высшей кинематической пары в кулачковых механизмах

Рабочий цикл кулачкового механизма состоит из фаз ...

- удаления толкателя
- верхнего выстоя толкателя
- приближения толкателя
- нижнего выстоя толкателя

Диаграмму перемещения толкателя кулачкового механизма получают путем графического ... диаграммы аналога скорости толкателя

- интегрирования
- дифференцирования
- экстраполирования
- суммирования

«Мягкие» удары характерны для кулачкового механизма с ... выходного звена.

- синусоидальным изменением ускорения
- косинусоидальным изменением ускорения
- параболическим изменением координаты
- линейным изменением координаты

Углом давления называют угол между ... и вектором скорости конца выходного звена.

- вектором скорости точки контакта, принадлежащей кулачку
- нормально к профилю кулачка в точке контакта
- касательной к профилю кулачка в точке контакта
- вектором нормальной реакции, действующей на выходное звено

Габаритные размеры кулачкового механизма при увеличении угла давления ...

- увеличиваются
- уменьшаются
- не изменяются

Угол давления для кулачковых механизмов с коромысловым толкателем удовлетворяет условию...

- $15^\circ \leq \nu_{\text{доп}} \leq 30^\circ$
- $20^\circ \leq \nu_{\text{доп}} \leq 45^\circ$
- $\nu_{\text{доп}} = 90^\circ$
- $\nu_{\text{доп}} = 0$

По какому условию определяется положение оси вращения кулачка?

Для построения теоретического профиля кулачка применяется метод...

- движения
- обращения
- Виттенбаэра
- Жуковского

По каким условиям выбирается радиус ролика?

Тема 5.3. Проектирование зубчатых передач

Лекция № 12- 2 час.

Виды зубчатых передач. Передаточное отношение. Определение основных размеров зубчатого колеса цилиндрической передачи. Условие постоянства передаточного отношения. Эвольвента окружности и ее свойства.

Лекция № 13 -2 час.

Эвольвентное зацепление. Угол зацепления, линия зацепления, Коэффициент перекрытия.

Лекция № 14 – 2 час.

Реечное станочное зацепление. Варианты нарезания колес. Подрезание зубьев и способ его устраниния.

Лекция № 15 – 2 час.

Определение толщины зубьев по любой окружности. Расчет зубчатой передачи со смещением. Косозубые колеса. Особенности геометрического расчета косозубых колес.

Лекция № 16 - 2 час.

Планетарные зубчатые механизмы и их виды. Кинематический анализ планетарных механизмов.

Лекция № 17 - 2 час.

Синтез планетарных механизмов. Условия соосности, правильного зацепления, соседства, сборки.

ЛЗ № 5- 3 час.

Построение эвольвентных профилей методом огибания.

ЛЗ № 6- 3 час.

Определение передаточных отношений зубчатых механизмов.

CPC- 6 час.

Самостоятельное изучение темы «Пространственные зубчатые передачи»: конические зубчатые передачи. Углы начальных конусов. Конусы вершин и впадин. Виды конических колес. Червячные передачи. Основные размеры червячной передачи.

Работа с учебником [1]:11.1- 11.11, 12.1, 12.2, стр. 446-477, 489-514, или [2]:13.1- 13.6, 14.1, 14.2, 15.1, 15.2, 15.4, стр. 358-381, 383-389, 398-400, 402-411, 422-424. Оформление отчета по ЛЗ № 5.

Зубчатые передачи широко применяются в машинах пищевой промышленности, благодаря надежности и точности в воспроизведении закона вращения. Основной кинематической характеристикой

зубчатых передач является передаточное отношение. Следствие из основной теоремы передачи движения (теоремы зацепления) позволяет сформулировать требование к кривым, очерчивающим боковые профили зубьев, а именно – обеспечение постоянство передаточного отношения. Одной из кривых, удовлетворяющей этому требованию, является эвольвента окружности. Проектирование эвольвентного зацепления часто встречается в инженерной практике не только при разработке новых машин, но и при эксплуатации, например, при заказе новых зубчатых колес вместо вышедших из строя.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

Назовите основные виды зубчатых передач

Каковы достоинства и недостатки зубчатых передач?

Зубчатые цилиндрические передачи относятся к передачам с ... расположением осей

- параллельным
- скрещивающимся
- пересекающимся

... зацепление – это зацепление, при котором угловые скорости вращения w_1 и w_2 имеют одинаковые знаки

- внутреннее
- внешнее
- эвольвентное

Однаковыми должны быть такие параметры зубчатых колес, находящихся в зацеплении, как ...

- коэффициент смещения
- диметры делительных окружностей
- модуль
- угол профиля
- толщина зуба по делительной окружности

Зубчатые колеса, у которых толщина зуба по делительной окружности равна ширине впадины, – это колеса с ... шагом

- равноделенным
- симметричным
- делительным
- несимметричным

Модуль зубьев с окружным шагом по делительной окружности

$p = 9,425$ мм равен ...

- 3 мм
- 29,61 мм
- 4,713 мм
- 9,425 мм

Диаметр делительной окружности зубчатого колеса определяется по формуле ...

- $d = mZ$
- $d = m(Z + 2h_a)$
- $d = m(Z + 2h_a + 2X)$
- $d = (mZ)/2$

Основная теорема плоского зацепления (теорема Виллиса) определяет ...

- положение полюса зацепления
- передаточное отношение
- межосевое расстояние
- коэффициент смещения

Точка производящей прямой описывает эвольвенту при обкатывании по ... окружности

- делительной
- начальной
- основной
- вершин
- впадин

Полюс эвольвентного зацепления находится в точке пересечения межосевой линии и ...

- основной окружности
- линии зацепления
- окружности вершин
- окружности впадин

При изменении межосевого расстояния эвольвентного зацепления передаточное отношение ...

- увеличивается
- уменьшается
- не изменяется

Параметры зубчатого колеса, не зависящие от смещения инструмента при нарезании, - это ...

- диаметр делительной окружности

толщина зуба по делительной окружности

межосевое расстояние

коэффициент торцевого перекрытия

Назначаемый коэффициент смещения X при числе зубьев нарезаемого колеса $Z < Z_{\min}$...

- равен 0
- отрицателен
- положителен
- равен 1

Коэффициент торцевого перекрытия ε_x для нормальной работы цилиндрической зубчатой передачи должен быть ...

- меньше 1
- больше 1
- равен 1
- равен 0

Окружность зубчатого колеса, шаг, модуль и угол профиля которой равны шагу, модулю и углу профиля исходного производящего контура, называют ...

- делительной окружностью
- основной окружностью
- окружностью вершин зубьев
- окружностью впадин зубьев

Расположение делительной (средней) прямой режущего инструмента и делительной окружности нарезаемого колеса при положительном смещении режущего инструмента ...

- не имеют общих точек
- пересекаются в 2-х точках
- касаются в одной точке
- взаимно перпендикулярны

Увеличение коэффициента смещения при нарезании зубчатого колеса до некоторого X_{\max} может привести к ... ножки зуба

- подрезанию
- утолщению
- поломке
- заклинению

Смещение рейки от центра заготовки считается ...

- положительным
- отрицательным

нулевым

Положительное смещение инструментальной рейки применяется при нарезании колеса для ...

исключения заострения зубьев

избежания подрезания зубьев у колёс с малым числом зубьев

увеличения коэффициента торцевого перекрытия

увеличения толщины зубьев по окружности вершин

Межосевое расстояние нулевой зубчатой передачи с модулем

$m = 2 \text{ мм}$, числом зубьев колёс:

$z_1 = 20, z_2 = 40$, равно ...

40 мм

120 мм

60 мм

80 мм

Коэффициент торцевого перекрытия прямозубой эвольвентной передачи с числом зубьев первого колеса $z_1 = 18$ и углом перекрытия

$\varphi_\alpha = 0,5 \text{ rad}$ равен ...

0,698

1,43

0,0278

2,87

Передаточное отношение многоступенчатой передачи равно ...

передаточных отношений отдельных передач, ее образующих.

произведению

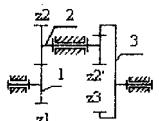
отношению

сумме

разности

Передаточное отношение зубчатой передачи от звена 1 к звену

3 равно ..



$z_1 = 20, z_2 = 40, z_2^l = 20, z_3 = 80$

8

32

-8

-2

Каковы достоинства и недостатки планетарных передач по сравнению с другими зубчатыми передачами?

Степень подвижности планетарного зубчатого механизма ...

$W=1$

$W>1$

$W<1$

$W=0$

... - это многозвенные зубчатые механизмы с подвижными осями колёс и степенью подвижности $w > 1$

планетарные зубчатые передачи

дифференциальные зубчатые механизмы

многоступенчатые

Сателлиты, водило, центральное колесо, опорное колесо – это элементы ... зубчатого механизма

дифференциального

планетарной передачи

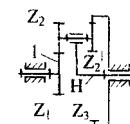
с неподвижными осями колёс

многоступенчатого

Передаточное отношение зубчатой передачи от звена 1 к звену

H равно ..

$z_1 = 20, z_2 = 40, z_2^l = 20, z_3 = 80$



9

8

-8

1,5

Тема 5.4. Промышленные роботы и манипуляторы (изучается самостоятельно)

Манипуляторы, промышленные роботы. Области их применения. Основные схемы механизмов манипуляторов. Технические показатели манипуляторов: рабочий объем, число степеней свободы, ма-

невренность, зона обслуживания, коэффициент сервиса. Системы управления манипуляторами.

СРС – 3 час. Работа с учебником [1]: 17.1, 17.2, стр. 620-637, или [2]: 11.5 – 11.6, стр. 321-328, 330, 332-336.

Вопросы и тестовые задания для самопроверки

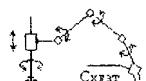
1. ... называют техническое устройство, предназначенное для воспроизведения рабочих функций рук человека

- механизмом
- манипулятором
- передачей

2. Промышленными роботами называют ... с автоматическим управлением и изменяемой программой, используемые в производстве

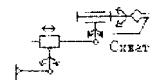
- механизмы
- манипуляторы
- передачи

3. Число степеней свободы манипулятора равно ...



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4. Число степеней свободы манипулятора равно ...



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. и др. Теория механизмов и машин / Под ред. К.В. Фролова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 664 с.

2. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. и др. Теория механизмов и машин / Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. – 498 с.

Дополнительный

3. Кулаев Д.Х. Теория механизмов и машин: Метод. указания к лабораторным работам. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2009.

4. Кулаев Д.Х. Расчеты механизмов и машин с использованием пакета MathCAD: Метод. указания к курсовой работе по дисциплине «Теория механизмов и машин». – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 44 с.

Интернет-ресурсы:

1. tmm-umk.bmstu.ru – сайт кафедры ТММ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

2. www.kdhspbgunpt.narod.ru – сайт кафедры теоретической механики СПбГУНиПТ.

Кулаев Дмитрий Хакимович

ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

Рабочая программа, методические указания
к самостоятельной работе и тестовые задания
для студентов специальностей 260601, 260602
и направления 150400
очной формы обучения

Титульный редактор
Р.А. Сафарова

Корректор
Н.И. Михайлова

*Печатается
в авторской редакции*

Подписано в печать 16.12.2009. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,33. Печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,38
Тираж 100 экз. Заказ № 438. С 160а

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИИК СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9