

ВВЕДЕНИЕ

Раздел «Динамика» завершает изучение курса теоретической механики, на материале которой изучаются дисциплины «Сопротивление материалов», «Прикладная механика», «Теория механизмов и машин», «Строительная механика», «Основы конструирования машин», ряда специальных инженерных дисциплин, где изучаются процессы обработки металлов давлением, механическое оборудование, автоматическое управление, автоматизация и комплексная механизация различных объектов, осуществление технологических процессов и так далее.

Раздел «Динамика» завершает формирование минимума знаний, необходимых специалисту для понимания механических явлений, и в то же время вырабатывает материалистическое мировоззрение.

ЧАСТЬ I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАЗДЕЛА «ДИНАМИКА»

ВВЕДЕНИЕ В ДИНАМИКУ

1. Предмет динамики. Основные понятия и определения: материальная точка, масса, сила. Основные аксиомы классической механики (законы Галилея-Ньютона). Инерциальная система отсчёта.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

2. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в векторной, координатной и естественной формах. Две задачи динамики материальной точки. Интегрирование дифференциальных уравнений движения. Начальные условия движения.
3. Относительное движение материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения. Переносная и кориолисова силы инерции. Случай относительного покоя.

ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

4. Механическая система. Масса системы. Центр масс системы. Формулы для координат, скорости и ускорения центра масс. Осевые и центробежные моменты инерции. Главные и главные центральные оси инерции. Связь между моментами инерции относительно параллельных осей. Радиус инерции. Моменты инерции тел простой формы. Силы внешние и внутренние. Свойства внутренних сил системы.

ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ

5. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс механической системы. Следствия теоремы (закон сохранения движения центра масс).
6. Количество движения материальной точки и системы. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки и системы в дифференциальной и интегральной формах. Следствия теоремы (закон сохранения количества движения).

7. Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси. Кинетический момент твёрдого тела и системы относительно центра и оси. Теорема об изменении кинетического момента системы. Следствия теоремы (закон сохранения кинетического момента системы относительно центра и оси). Теорема Резаля.
8. Элементарная работа и мощность силы. Работа силы на конечном перемещении. Работа силы тяжести, силы упругости. Работа и мощность силы (пары сил), приложенной к твёрдому телу. Кинетическая энергия системы, теорема Кёнига о кинетической энергии системы. Кинетическая энергия твёрдого тела при поступательном, вращательном вокруг неподвижной оси и плоском движении. Теорема об изменении кинетической энергии точки и системы в дифференциальной и интегральной формах. Теорема мощностей.
9. Силовое поле. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Потенциальная энергия. Работа потенциальной силы. Закон сохранения механической энергии системы.
10. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного вокруг неподвижной оси и плоского движения твёрдого тела.
11. Метод кинетостатики. Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки, системы материальных точек и твёрдого тела. Главный вектор и главный момент сил инерции точек системы относительно неподвижного центра и центра масс системы. Теоремы о приведении к центру сил инерции частиц тела при поступательном, вращательном вокруг неподвижной оси и плоском движении тела. Определение динамических реакций подшипников при вращении тела вокруг неподвижной оси. Статическая и динамическая балансировка ротора.

ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

12. Обобщенные координаты и число степеней свободы. Возможные или виртуальные перемещения точек системы. Классификация связей в аналитической механике. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений (ПВП), скоростей (ПВС). Применение ПВП (ПВС) к исследованию равновесия простейших механизмов и к определению реакций связей.
13. Обобщённые силы. Условия равновесия несвободной голономной механической системы в обобщённых координатах. Случай потенциальных сил. Общее уравнение динамики. Дифференциальные

уравнения движения механической системы в обобщённых координатах, или уравнения Лагранжа II рода.

14. Теория колебаний. Устойчивость положения равновесия. Колебания системы с одной степенью свободы. Влияние линейного сопротивления на малые собственные колебания. Вынужденные колебания без учёта сопротивления среды. Явление резонанса. Вынужденные колебания с учётом сопротивления среды. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.
15. Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Коэффициент восстановления при ударе. Теоремы об изменении количества движения и кинетического момента при ударе. Удар материальной точки о неподвижную поверхность. Потеря кинетической энергии при ударе. Теорема Карно. Прямой центральный удар двух тел. Действие ударных сил на вращающееся тело. Центр удара.
16. Элементарная теория гироскопов. Основные допущения. Теорема Резаля. Основное свойство свободного гироскопа. Гироскопический момент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников К.С Курс теоретической механики: учебник /К.С. Колесников. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 735 с.
2. Добронравов В.В. Курс теоретической механики: учебник / В.В. Добронравов, Н.Н. Никитин. - М.: Высшая школа, 1983 (и последующие издания) - 576 с.
3. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики: учеб. для высш. техн. учеб. заведений / С. М. Тарг. – М. : Высшая школа , 2008 и предыдущие издания.
4. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: Динамика: учебник для вузов по техн. специальностям/ А. А. Яблонский. – М.: КноРус , 2010 и предыдущие издания.
5. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики Т. 2: Динамика: учеб. пособие для вузов по техн. специальностям : в 2 т. / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб. и др. : Лань , 2009 и предыдущие издания.
6. Бать, М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах Т. 2 : Динамика : учеб. пособие : в 3 т. / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. – СПб. и др. : Лань , 2010 и предыдущие издания.
7. Примеры решения задач по теоретической механике : учеб. пособие для студентов-заочников / В. Г. Караваев, И. П. Осолотков, Н. Н. Ведерников и др.– Челябинск : Издательство ЮУрГУ , 1999.– 84 с.
8. Осолотков, И. П. Теоретическая механика. Установоч. лекции для заочников: учебное пособие: в 2 ч / И. П. Осолотков, В. Г. Караваев, М. Г. Чернобривец ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Теорет. механика ; ЮУрГУ . – Челябинск: Издательство ЮУрГУ , 2002.– 64 с.
9. Рабочая программа, контрольные задания и методические указания по курсу «Теоретическая механика». – Ч. III. Динамика: (Для студентов-заочников машиностроительных, транспортных и строительных специальностей) / Составители: С. Н. Вагин, Н. Н. Ведерников, Г. И. Евгеньева и др. . – Челябинск: ЧГТУ, 1994.– 66 с.
10. СТО ЮУрГУ 21 - 2008. Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению /составили: Т.Н. Парубочая, Н.В.Сырейщикова, А.Е. Щевелёв, Е.В. Щевелёва. - Челябинск: Изд- о ЮурГУ, 2008 -55 с.

ЧАСТЬ II. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

По разделу «Динамика» студенты-заочники, выполняют две контрольные работы, каждая из которых содержит по четыре задания на указанные темы.

Контрольная работа № 1

Задание 1. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.

Задание 2. Теорема о движении центра масс механической системы.

Задание 3. Теорема о производной кинетического момента механической системы относительно оси.

Задание 4. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.

Контрольная работа № 2

Задание 5. Дифференциальное уравнение вращательного движения твёрдого тела около неподвижной оси.

Задание 6. Принцип Даламбера.

Задание 7. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.

Задание 8. Уравнение Лагранжа второго рода.

Для некоторых специальностей эти задания выполняются как курсовая работа.

В этом случае к её содержанию и оформлению предъявляются дополнительные требования согласно [11].

1. Курсовую работу выполняют на листах белой бумаги формата А4 (210x297 мм) по ГОСТ 9327-60. Параметры страницы: верхнее поле - 20 мм, нижнее поле - 26 мм, левое поле - 25 мм, правое поле - 10 мм.
2. Каждое задание начинается с новой страницы. Кратко излагается теория по теме задания. На рисунке показывается исходная расчётная схема исследуемого объекта и условия задачи. Условия задачи могут быть записаны либо полностью, как в контрольных заданиях, либо в сокращённом варианте. Например:

Дано: (перечисляются заданные параметры в цифровой или буквенной форме).

Найти: (перечисляются в словесной форме, либо в принятой символике, параметры, подлежащие определению).

Рисунки и текст можно делать либо на компьютере, либо в рукописном варианте. В последнем случае рисунки следует выполнять с использованием чертёжных принадлежностей.

Решение задач следует сопровождать краткими пояснениями выполняемых действий. Уравнения и формулы следует выделять в отдельную строку, отделяя их пробелами от текста.

Необходимо также пояснять значения символов и коэффициентов, входящих в формулу. Для этого, после формулы ставится запятая, первая строка под формулой начинается со слова «где». Каждый символ поясняется отдельной строкой. Располагаются пояснения в «столбик» и разделяются друг от друга точкой с запятой.

3. Обязательными структурными элементами курсовой работы являются:
 - титульный лист;
 - оглавление;
 - основной материал (задание);
 - библиографический список.
4. Выполненная в соответствии с требованиями и зачтённая курсовая работа представляется к защите и оценивается дифференцированным зачётом.

Номер варианта определяется по двум последним цифрам в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Номер варианта	Две последние цифры шифра
1-10	01-10 31-40 61-70 91-00
11-20	11-20 41-50 71-80
21-30	21-30 51-60 81-90

ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ДИНАМИКЕ

Программа представляет собой набор операций, последовательное выполнение которых прививает студенту практические навыки и умение решать задачи любой степени сложности.

Программа требует выполнения следующих действий:

1. Указать материальный объект и пространство / систему отсчёта /, в котором нужно рассмотреть его движение для решения задачи;
2. Указать внешние заданные силы, приложенные к точкам объекта;
3. Назвать внешние связи, отбросить их и заменить реакциями связей;
4. Выписать систему сил, под действием которой материальный объект движется;
5. Составить уравнения задачи для нахождения искомых величин.

Каждый пункт программы снабжается дополнительными пояснениями и указаниями с целью их рационального применения.

1. Выбор объекта, движение которого нужно рассмотреть для решения задачи, делается так: необходимо рассматривать движение именно того объекта / материальная точка, твёрдое тело, механическая система /, кинематику и силы взаимодействия которого с другими телами требуется найти по условию задачи. Иногда выбор объекта однозначно определяется условием задачи.
Решая задачу, материальный объект следует изображать в выбранной системе отсчёта в произвольный момент времени.
2. К числу заданных сил относятся силы, модуль и направление которых являются функциями времени, координат и скоростей точек объекта. Примерами таких сил могут служить силы тяжести, силы упругости, силы сопротивления среды.

3. Если связь ограничивает поступательное движение несвободного твёрдого тела по одному направлению, как, например, гладкие опоры, нити и невесомые по своей длине не нагруженные стержни, то реакцию такой связи следует показывать силой, противоположной этому направлению. Если же связь ограничивает поступательное движение твёрдого тела по нескольким направлениям / это относится к цилиндрическим и сферическим подшипникам, шарнирам и подпятникам с гладкими поверхностями/, то её реакцию следует показывать двумя или тремя составляющими.

Если связь препятствует не только поступательным перемещениям твердого тела, но и его повороту относительно одной или нескольких координатных осей, что относится к деформируемым шероховатым поверхностям, реальным подшипникам, подпятникам и шарнирам, то её реакция состоит из силы, которую следует показывать составляющими вдоль осей координат, и пары сил.

В тех случаях, когда уравнения задачи получают из общего уравнения динамики или с помощью принципа возможных перемещений, то реакции связей можно не показывать, если эти связи являются идеальными по условию задачи.

4. Наиболее часто приходится решать задачи, в которых исследуются законы движения различных механизмов, состоящих из нескольких тел, взаимодействующих между собой. Поэтому наряду с внешними силами на точки материального объекта действуют также внутренние силы.
На рисунке следует показывать только те внутренние силы, сумма мощностей или элементарных работ реакций которых не равна нулю.
5. Уравнения задачи составляются с помощью дифференциальных уравнений движений объекта, общих теорем динамики или принципов механики.