

Ю. В. ЩЕРБАКОВА

МЕХАНИКА

Москва, 2017

УДК 531/534
ББК 22.2
Щ61

Щербакова, Ю. В.
Щ61 Механика / Ю. В. Щербакова. – М. : T8RUGRAM / Научная книга, 2017. – 194 с.
ISBN 978-5-519-62235-6

Данная книга предназначена для увлечённых механикой специалистов и студентов высших технических учебных заведений. Издание включает в себя разделы: «Детали машин и конструирование», «Физика», «Теоретическая механика». Читатель получит много полезной информации по перечисленным дисциплинам, которую сможет эффективно применять на практике.

УДК 531/534
ББК 22.2
BIC PHD
BISAC SCI041000

ISBN 978-5-519-62235-6

© T8RUGRAM, оформление, 2017
© ООО «Литературная студия
«Научная книга», издание, 2017

Содержание

| | |
|---|----|
| ЛЕКЦИЯ № 1. Механическое движение. | |
| Кинематика вращательного движения. | 9 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 2. Масса и импульс тела. | |
| Законы Ньютона | 13 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 3. Кинетическая | |
| и потенциальная энергии. | |
| Закон сохранения энергии | 19 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 4. Типы деформаций, | |
| энергия упругой деформации. | |
| Упругие напряжения. Закон Гука | 25 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 5. Физический | |
| и математический маятники | 33 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 6. Закон сохранения импульса, | |
| закон сохранения момента импульса. | |
| Силы инерции | 37 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 7. Абсолютно упругий | |
| и неупругий удар. Сила Кориолиса. | |
| Законы сохранения в неинерциальных системах | |
| отсчета | 43 |

| | |
|--|----|
| ЛЕКЦИЯ № 8. Движение тела, закрепленного на оси. Момент инерции. Кинетическая энергия при плоском движении | 50 |
| ЛЕКЦИЯ № 9. Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная. Космические скорости | 54 |
| ЛЕКЦИЯ № 10. Колебательные движения. Гармонические и вынужденные колебания. Резонанс | 62 |
| ЛЕКЦИЯ № 11. Специальная теория относительности. Преобразование и сложение скоростей | 69 |
| ЛЕКЦИЯ № 12. Релятивистское выражение для импульса и энергии | 73 |
| ЛЕКЦИЯ № 13. Взаимосвязь массы и энергии. Уравнение Бернулли | 77 |
| ЛЕКЦИЯ № 14. Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течения, продольные и поперечные деформации. Расчеты на прочность | 82 |
| ЛЕКЦИЯ № 15. Деформация при сдвиге, закон Гука. Деформация и потенциальная энергия при чистом сдвиге и кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчет бруса на прочность и жесткость | 91 |

| | |
|---|-----|
| ЛЕКЦИЯ № 16. Потенциальная энергия деформации при изгибе, расчеты на прочность. Единая теория прочности | 102 |
| ЛЕКЦИЯ № 17. Изгиб с кручением брусьев круглого сечения. Расчет тонкостенных симметричных оболочек. Ядро сечения | 109 |
| ЛЕКЦИЯ № 18. Понятие об устойчивости равновесия упругих тел. Потеря устойчивости при напряжениях | 115 |
| ЛЕКЦИЯ № 19. Переменные напряжения. Усталость. Предел выносливости | 119 |
| ЛЕКЦИЯ № 20. Частные случаи ударного действия нагрузки | 125 |
| ЛЕКЦИЯ № 21. Теории о взаимности работ и перемещений | 128 |
| ЛЕКЦИЯ № 22. Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса большой кривизны. Определение положения нейтральной оси при чистом изгибе | 132 |
| ЛЕКЦИЯ № 23. Классическая и энергетическая теории прочности | 137 |

| | |
|--|-----|
| ЛЕКЦИЯ № 24. Работа силы при ее статическом действии. Потенциальная энергия деформации. Нагрузки | 139 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 25. Напряжения. Классификация передач и контактные напряжения. Фрикционные и зубчатые передачи. Основная теорема зубчатого зацепления | 143 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 26. Материалы, термическая и термохимическая обработка | 152 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 27. Эквивалентная передача цилиндрическими колесами. Червячные передачи. Допускаемые напряжения | 154 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 28. Материалы и конструкции плоских ремней. Скольжение ремней и передаточное отношение. Шкивы ременных передач. Цепные передачи | 161 |
| | |
| ЛЕКЦИЯ № 29. Оси и валы. Конструктивные виды шипов и шеек. Расчет вала на жесткость при кручении. Проверка жесткости вала при изгибе. Разновидности валов | 168 |

ЛЕКЦИЯ № 30. Разъемные
и неразъемные подшипники.
Подшипники скольжения и качения,
материалы вкладышей. Опоры корпусов
подшипников 175

ЛЕКЦИЯ № 31. Муфты.
Клиновые, зубчатые и штифтовые соединения.
Шпонки. Крепежные изделия 182

ЛЕКЦИЯ № 1. Механическое движение. Кинематика вращательного движения

Простейшей формой движения материи является механическое движение, которое состоит в перемещении тел или их частей относительно друг друга. Перемещения тел мы наблюдаем повседневно в обыденной жизни. Отсюда следует наглядность механических представлений. Этим же объясняется то, что из всех естественных наук механика прежде других получила широкое развитие.

Совокупность тел, выделенная для рассмотрения, называется механической системой. Какие тела следует включить в систему, зависит от характера решаемой задачи. В частном случае система может состоять из одного-единственного тела.

Выше было указано, что движением в механике называется изменение взаимного расположения тел. Если вообразить себе отдельное изолированное тело, находящееся в пространстве, где нет никаких других тел, то мы не сможем говорить о движении такого тела, потому что нет ничего, по отношению к чему это тело могло бы изменять свое положение. Отсюда следует, что если мы собираемся изучать движение какого-либо тела, то обязательно нужно указать, по отношению к каким другим телам происходит данное движение.

Движение происходит как в пространстве, так и во времени (пространство и время — неотъемлемые формы существования материи). Поэтому для описания движения необходимо также определять время. Это делается с помощью часов.

Совокупность неподвижных относительно друг друга тел, по отношению к которым рассматривается движение, и отсчитывающих время образует систему отсчета.

Движение одного и того же тела относительно различных систем отсчета может иметь разный характер. Для примера представим себе набирающий скорость поезд. Пусть по коридору одного из вагонов этого поезда с постоянной скоростью идет пасса-

жир. Тогда движение пассажира относительно вагона будет равномерным, а относительно поверхности земли — ускоренным.

Тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь, называется материальной точкой. Вопрос о том, можно ли данное конкретное тело рассматривать как материальную точку или нет, зависит не от размеров этого тела, а от условий задачи. Одно и то же тело в одних случаях может быть сочтено за материальную точку, в других же должно рассматриваться как протяженное тело.

Всякое движение твердого тела можно разложить на два основных вида движения — поступательное и вращательное.

Поступательное движение — это такое движение, при котором любая прямая, связанная с движущимся телом, остается параллельной самой себе.

При вращательном движении все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной и той же прямой, называемой осью вращения. Ось вращения может находиться вне тела.

Для того чтобы получить возможность описывать движение количественно, приходится связывать с телами, образующими систему отсчета, какую-либо (например, декартову) систему координат. Тогда положение материальной точки можно определить, задав три числа x, y, z — декартовы координаты этой точки. Систему координат можно реализовать, набрав из одинаковых масштабных стержней или линеек прямоугольную решетку.

В узлах этой решетки нужно разместить одинаковые синхронизированные друг с другом часы. Положение материальной точки и соответствующий ему момент времени регистрируются по ближайшим к материальной точке масштабам и часам.

Иметь дело с материальной точкой проще, чем с протяженным телом. Поэтому мы сначала будем изучать механику материальной точки, а потом перейдем к механике твердого тела. Изложение мы начнем с кинематики, а затем займемся динамикой. Напомним, что кинематика изучает движение тел, не интересуясь причинами, обусловливающими это движение. Динамика изучает движение тел в связи с теми причинами (взаимодействиями между телами), которые обусловливают тот или иной характер движения.