

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Механика материалов и детали машин»

О. И. Мисуно, Д. Н. Колоско, С. А. Легенький

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования,
обучающихся по группе специальностей 74 06 Агроинженерия
и 1-36 12 01 Проектирование и производство
сельскохозяйственной техники*

Минск
БГАТУ
2014

УДК 539.3/.6(07)
ББК 30.121я7
М55

Рецензенты:

заведующий кафедрой «Сопротивление материалов
машиностроительного профиля» УО «Белорусский национальный
технический университет», доктор физико-математических наук,
профессор Ю. В. Василевич;
заместитель генерального директора по внедрению и испытаниям
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
кандидат технических наук, доцент Н. Г. Бакач

Механика материалов : учебно-методическое пособие /
М55 О. И. Мисуно, Д. Н. Колоско, С. А. Легенький. – Минск : БГАТУ,
2014. – 212 с.
ISBN 978-985-519-678-6.

Обеспечивает комплексную реализацию управляемой самостоятельной работы студентов по модульной технологии обучения по дисциплине «Механика материалов». Содержит необходимые и достаточные теоретические положения, примеры их применения при выполнении заданий, условия индивидуальных домашних заданий, а также методические рекомендации для работы над ними и наиболее востребованные справочные материалы.

Для студентов дневной формы обучения учреждений высшего образования по специальностям направления «Агроинженерия».

УДК 539.3/.6(07)
ББК 30.121я7

ISBN 978-985-519-678-6

© БГАТУ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ	8
1.1. Основные определения	8
1.2. Центр тяжести сложных сечений	10
1.3. Параллельный перенос осей	12
1.4. Поворот координатных осей	13
1.5. Главные оси и главные моменты инерции	15
1.6. ИДЗ «Определение геометрических характеристик составного сечения»	16
1.7. Методические указания для выполнения ИДЗ «Определение геометрических характеристик составного сечения»	23
1.8. Пример выполнения ИДЗ «Определение геометрических характеристик составного сечения»	24
2. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ	33
2.1. Напряжения в поперечных сечениях стержня	33
2.2. Перемещения сечений стержня	36
2.3. Статически неопределимые системы при растяжении и сжатии	38
2.4. ИДЗ «Расчет ступенчатого стержня»	40
2.5. Методические указания для выполнения ИДЗ «Расчет ступенчатого стержня»	47
2.6. Пример выполнения ИДЗ «Расчет ступенчатого стержня»	47
3. ИЗГИБ	52
3.1. Виды изгибов	52
3.2. Виды опор	53
3.3. Внутренние силовые факторы: поперечная сила Q_y и изгибающий момент	55
3.4. Напряжения в поперечных сечениях балки при чистом изгибе	59
3.5. Касательные напряжения при поперечном изгибе	62
3.6. Расчет балок на прочность при изгибе	63

3.7. Метод начальных параметров	66
3.8. ИДЗ «Прямой поперечный изгиб»	71
3.9. Методические указания для выполнения ИДЗ «Прямой поперечный изгиб»	89
3.10. Примеры решения некоторых задач ИДЗ «Прямой поперечный изгиб»	90
4. КОСОЙ ИЗГИБ	105
4.1. Основные понятия. Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса. Условие прочности	105
4.2. ИДЗ «Косой изгиб»	111
4.3. Методические указания для выполнения ИДЗ «Косой изгиб»	120
4.4. Пример выполнения ИДЗ «Косой изгиб»	120
5. ИЗГИБ С КРУЧЕНИЕМ	128
5.1. Внутренние силовые факторы	128
5.2. Напряжения в поперечных сечениях круглого вала. Условие прочности	131
5.3. ИДЗ «Определение диаметра вала при изгибе с кручением»	134
5.4. Методические указания для выполнения ИДЗ «Определение диаметра вала при изгибе с кручением»	143
5.5. Пример выполнения ИДЗ «Определение диаметра вала при изгибе с кручением»	143
6. РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ РАМЫ МЕТОДОМ СИЛ	149
6.1. Основные понятия	149
6.2. Степень статической неопределимости	150
6.3. Метод сил. Канонические уравнения	151
6.4. Особенности расчета симметричных систем	154
6.5. ИДЗ «Расчет плоской статически неопределимой рамы методом сил»	156
6.6. Методические указания для выполнения ИДЗ «Расчет плоской статически неопределимой рамы методом сил»	163
6.7. Пример выполнения ИДЗ «Расчет плоской статически неопределимой рамы методом сил»	163

7. ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ ПРЯМЫХ СТЕРЖНЕЙ.....	175
7.1. Понятие об устойчивости равновесия упругих тел.....	175
7.2. Определение критической силы. Условие устойчивости	178
7.3. ИДЗ «Устойчивость сжатых стержней»	183
7.4. Методические указания для выполнения ИДЗ «Устойчивость сжатых стержней»	189
7.5. Пример выполнения ИДЗ «Устойчивость сжатых стержней»	189
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	194
ПРИЛОЖЕНИЯ	195

ВВЕДЕНИЕ

Механика материалов – наука о прочности, жесткости и устойчивости типовых, наиболее часто встречающихся элементов инженерных конструкций. Цель дисциплины – теоретическая и практическая подготовка для проведения расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и изучения последующих дисциплин, развития инженерного мышления.

Основные понятия механики материалов опираются на законы и теоремы теоретической механики и в первую очередь – на законы статики и динамики, без знания которых изучение данного предмета становится практически невозможным. Механика материалов (в отличие от теоретической механики) рассматривает задачи, где наиболее существенными являются свойства деформируемых тел. Необходимость довести решение каждой практической задачи до некоторого числового результата заставляет в ряде случаев прибегать к упрощающим гипотезам – предположениям, которые оправдываются в дальнейшем путем сопоставления расчетных данных с экспериментом.

Механика материалов принадлежит к прикладным наукам, изучение которых невозможно без систематического решения задач, способствующих пониманию и закреплению теоретического материала. Неправильный расчет на прочность, жесткость и устойчивость самого незначительного, на первый взгляд, элемента конструкции может повлечь за собой очень тяжелые последствия – привести к разрушению конструкции в целом. При проведении подобных расчетов необходимо стремиться к сочетанию надежности работы конструкции с ее экономичностью, добиваться требуемой прочности, жесткости и устойчивости при наименьшем расходе материала (наименьшей стоимости).

В процессе изучения курса «Механика материалов» по модульной технологии обучения в рамках управляемой самостоятельной работы (УСРС) студенты выполняют индивидуальные домашние задания (ИДЗ). Количество выполняемых ИДЗ зависит от специальности и