

А.И. Русаков

КУРС ЛЕКЦИЙ
ПО
СОПРОТИВЛЕНИЮ
МАТЕРИАЛОВ

Рекомендовано учебно-методическим советом
Ростовского государственного университета путей сообщения
в качестве учебного пособия
для обучения студентов по направлению образования
«Транспортное строительство»

Ростов-на-Дону

2004

ББК 30.121

УДК 539.38

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. Щербак П.Н. (Ростовский государственный университет путей сообщения); д-р техн. наук, проф. Дерюшев В.В. (Ростовский военный институт ракетных войск); д-р техн. наук, проф. Ткачев В.А. (Шахтинский институт Южно-Российского государственного технического университета)

Русаков А.И.

Курс лекций по сопротивлению материалов: Учебное пособие для вузов. – Ростов-на-Дону, 2004.

Пособие разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом 2000 г. для подготовки специалиста по направлению транспортного строительства. Основное внимание уделено доказательности и простоте изложения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Лекция 1. Механические напряжения	5
Лекция 2. Деформации и закон Гука	16
Лекция 3. Обобщенный закон Гука и механические свойства материалов	27
Лекция 4. Методология решения статически определимых и неопределимых задач	37
Лекция 5. Геометрические характеристики плоских фигур	45
Лекция 6. Кручение	53
Лекция 7. Внутренние силовые факторы при изгибе	60
Лекция 8. Напряжения и перемещения при поперечном изгибе.	71
Лекция 9. Прикладные задачи расчета балок на изгиб	78
Лекция 10. Касательные напряжения при изгибе	85
Лекция 11. Многоопорная балка	95
Лекция 12. Балка на упругом основании	105
Лекция 13. Простейшие стержневые системы и метод сил для их расчета	115
Лекция 14. Начальные сведения о тензорах	123
Лекция 15. Преобразование компонент тензора при поворотах системы координат.	129
Лекция 16. Тензоры напряжений и деформаций	136
Лекция 17. Применение тензоров для исследования напряженно-деформированного состояния.	146
Лекция 18. Теории прочности	153
Лекция 19. Механика разрушения	162
Лекция 20. Сложное сопротивление и косоу изгиб	169
Лекция 21. Внецентренное растяжение-сжатие	177
Лекция 22. Изгиб с кручением валов	184
Лекция 23. Введение в теорию устойчивости конструкций	189
Лекция 24. Расчет стержней на устойчивость	196
Лекция 25. Продольно-поперечный изгиб	204
Лекция 26. Введение в теорию оболочек вращения	212
Лекция 27. Внутренние силовые факторы при изгибе пластин	222
Лекция 28. Методы теории упругости в задачах расчета пластин	231
Лекция 29. Ударное действие нагрузки	239
Лекция 30. Прочность при напряжениях, циклически меняющихся во времени	249
Лекция 31. Факторы выносливости при циклически меняющихся напряжениях	255
Лекция 32. Расчеты на прочность с учетом пластических деформаций	264
Лекция 33. Основы теорий упругости и пластичности	274
Лекция 34. Основы теории ползучести	283
Лекция 35. Оптимальное проектирование и надежность конструкций	294
Приложение 1. Сортамент прокатной стали	302
Приложение 2. Таблицы для расчетов на устойчивость	317
Литература	319
Предметный указатель	321

Введение

Настоящий курс лекций составлен в соответствии с государственным образовательным стандартом 2000 г. подготовки дипломированного специалиста в области транспортного строительства.

ГОС направления транспортного строительства включает в сопротивление материалов ряд тем, не предусмотренных стандартами подготовки инженеров строительных и машиностроительных специальностей. Это механические характеристики материалов, балка на упругом основании, расчеты на надежность, механика разрушения, начала теории пластин и некоторые фундаментальные вопросы механики деформируемых тел (основы теорий упругости, пластичности и ползучести). В согласии с требованиями ГОС автор исходит из того, что направление транспортного строительства требует глубокого изучения основ механики деформируемых тел в рамках сопротивления материалов. Задачу изложения фундаментальных результатов математики и механики автор решает, пользуясь тем, что ГОС относит к общепрофессиональным дисциплинам строительную механику, которая будет изучаться студентами как продолжение сопротивления материалов. Проблематика, непосредственно относящаяся к строительной механике, не затрагивается в предлагаемом курсе лекций. Имеются в виду, в первую очередь, задачи расчета перемещений стержневых систем на основе энергетического подхода (интеграл Мора, теоремы взаимности и т.п.), а также исследование кручения стержней открытого профиля.

Лекционный курс написан для чтения в течение двух семестров из расчета одна лекция в неделю. Из-за ограниченности объема курса в него не вошли такие важные разделы сопротивления материалов как контактные напряжения, температурные напряжения, кривые стержни и пружины, расчеты с учетом сил инерции и некоторые другие. Впрочем, перечисленные разделы не предусмотрены ГОС направления транспортного строительства, а данный курс лекций не претендует на статус учебника. Задачи курса — дать материал согласно образовательному стандарту и обеспечить научность изложения. Последняя задача представляется автору особенно важной в преподавании технических дисциплин, где строгость изложения часто подменяется наглядностью примеров и правдоподобием обобщений.

Ряд лекций содержит введение из математики или механики. Понимание студентом введения к лекции есть необходимое условие понимания материала лекции.

Многие лекции содержат дополнения. Дополнения часто выходят за рамки материала, обязательного для изучения, и более адресованы преподавателю, чем студенту. Они иногда содержат доказательства утверждений, использованных в тексте лекции, иногда — нетривиальные примеры или пояснения теоретических положений. Дополнения обязательны для изучения только по указанию преподавателя.