

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Предисловие к седьмому изданию	12
Предисловие к пятому изданию	12
Из предисловия к третьему изданию	13

ОТДЕЛ I.

ВВЕДЕНИЕ. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ.

Глава I. Введение	15
§ 1. Задачи сопротивления материалов	15
§ 2. Классификация сил, действующих на элементы конструкций	17
§ 3. Понятие о деформациях и напряжениях	20
§ 4. План решения основной задачи сопротивления материалов	22
§ 5. Типы деформаций	25
Глава II. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии в пределах упругости. Подбор сечений	26
§ 6. Вычисление напряжений по площадкам, перпендикулярным к оси стержня	26
§ 7. Допускаемые напряжения. Подбор сечений	29
§ 8. Деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука	32
§ 9. Коэффициент поперечной деформации	38
§ 10. Примеры	41
Глава III. Экспериментальное изучение растяжения и сжатия различных материалов и основы выбора допускаемых напряжений	45
§ 11. Диаграмма растяжения. Механические характеристики материала	45
§ 12. Диаграмма напряжений	51
§ 13. Истинная диаграмма растяжения	54
§ 14. Диаграммы растяжения для пластичных и хрупких материалов	55
§ 15. Характер разрушения при сжатии пластичных и хрупких материалов. Диаграмма сжатия	57
§ 16. Сравнительная характеристика механических свойств пластичных и хрупких материалов	61
§ 17. Основания для выбора коэффициента запаса прочности	65
§ 18. Допускаемые напряжения на растяжение и сжатие для различных материалов	70

ОТДЕЛ II.

СЛОЖНЫЕ СЛУЧАИ РАСТЯЖЕНИЯ И СЖАТИЯ.

Глава IV. Расчёт статически неопределимых систем по допускаемым напряжениям	72
§ 19. Статически неопределимые системы	72
§ 20. Влияние неточностей изготовления на усилия в элементах статически неопределимых конструкций	79
§ 21. Расчёт на растяжение и сжатие стержней, состоящих из разнородных материалов	83
§ 22. Напряжения, возникающие при изменении температуры	85
§ 23. Одновременный учёт различных факторов	88
§ 24. Более сложные случаи статически неопределимых конструкций	90
§ 25. Примеры	91
Глава V. Расчёт статически неопределимых систем по допускаемым нагрузкам	95
§ 26. Понятие о расчёте по допускаемым нагрузкам. Применение к статически определимым системам	95
§ 27. Расчёт статически неопределимых систем по способу допускаемых нагрузок	97
§ 28. Применение способа допускаемых нагрузок к расчёту железобетонных стержней	101
Глава VI. Учёт собственного веса при растяжении и сжатии. Расчёт гибких нитей	102
§ 29. Подбор сечений с учётом собственного веса (при растяжении и сжатии)	102
§ 30. Деформации при действии собственного веса	107
§ 31. Гибкие нити	108
§ 32. Примеры	115
Глава VII. Сложное напряжённое состояние. Напряжения и деформации	118
§ 33. Напряжения по наклонным сечениям при осевом растяжении или сжатии (линейное напряжённое состояние)	118
§ 34. Понятие о главных напряжениях. Виды напряжённого состояния материала	120
§ 35. Примеры плоского и объёмного напряжённого состояний. Расчёт цилиндрического котла. Понятие о контактных напряжениях	122
§ 36. Напряжения при плоском напряжённом состоянии	125
§ 37. Графическое определение напряжений (круг Мора)	128
§ 38. Нахождение главных напряжений при помощи круга	132
§ 39. Нахождение наибольших напряжений для объёмного напряжённого состояния	135
§ 40. Вычисление деформаций при плоском и объёмном напряжённом состоянии	133
§ 41. Потенциальная энергия упругой деформации при сложном напряжённом состоянии	139
Глава VIII. Проверка прочности материала при сложном напряжённом состоянии	142
§ 42. Понятие о теориях прочности	142
§ 43. Проверка прочности по различным теориям	144
§ 44. Примеры проверки прочности	151

Глава IX. Контактные напряжения	152
§ 45. Общие понятия. Формулы для контактных напряжений . . .	152
§ 46. Проверка прочности соприкасающихся тел	153

ОТДЕЛ III.

СДВИГ И КРУЧЕНИЕ.

Глава X. Практические примеры деформации сдвига. Чистый сдвиг	158
§ 47. Понятие о сдвиге. Расчёт заклёпок на перерезывание	158
§ 48. Проверка заклёпок на смятие и листов на разрыв	160
§ 49. Примеры	166
§ 50. Расчёт сварных соединений	168
§ 51. Примеры	175
§ 52. Расчёт врубок	176
§ 53. Чистый сдвиг. Определение главных напряжений и проверка прочности	178
§ 54. Связь между напряжениями и деформацией при чистом сдвиге. Потенциальная энергия сдвига	183
Глава XI. Кручение. Проверка прочности и вычисление деформаций	186
§ 55. Понятие о крутящем моменте	186
§ 56. Вычисление моментов, передаваемых на вал	188
§ 57. Определение напряжений при кручении круглого вала	189
§ 58. Вычисление полярных моментов инерции и моментов сопротивления сечения вала	195
§ 59. Условие прочности при кручении	197
§ 60. Определение деформаций при кручении	197
§ 61. Напряжения при кручении по сечениям, наклонённым к оси стержня	199
§ 62. Потенциальная энергия при кручении	201
§ 63. Определение предельной грузоподъёмности скручиваемого стержня	202
§ 64. Примеры	204
§ 65. Напряжения и деформации в винтовых пружинах с малым шагом	206
§ 66. Примеры	210
§ 67. Чистое кручение стержней некруглого сечения	212
§ 68. Примеры	218

ОТДЕЛ IV.

ИЗГИБ. ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ БАЛОК.

Глава XII. Постановка задачи о проверке прочности при изгибе и метод её решения	221
§ 69. Общие понятия о деформации изгиба. Устройство опор балок	221
§ 70. Характер напряжений в балке. Изгибающий момент и поперечная сила	226
§ 71. Дифференциальные зависимости между интенсивностью сплошной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом	231
§ 72. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил . . .	232
§ 73. Построение эпюр Q и M для более сложных случаев нагрузки	240

§ 74. Контроль правильности построения эпюр Q и M	250
§ 75. Способ сложения действия сил при построении эпюр	252
§ 76. Графический метод построения эпюр изгибающих моментов и поперечных сил	254
Глава XIII. Вычисление нормальных напряжений при изгибе и проверка прочности балок	258
§ 77. Экспериментальное изучение работы материала при чистом изгибе	258
§ 78. Вычисление нормальных напряжений при изгибе. Закон Гука и потенциальная энергия при изгибе	261
§ 79. Применение полученных результатов к проверке прочности балок	267
Глава XIV. Вычисление моментов инерции плоских фигур	270
§ 80. Вычисление моментов инерции и моментов сопротивления для простейших сечений	270
§ 81. Общий способ вычисления моментов инерции сложных сечений	274
§ 82. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей, из которых одна — центральная	275
§ 83. Зависимость между моментами инерции при повороте осей	277
§ 84. Главные оси инерции и главные моменты инерции	280
§ 85. Наибольшее и наименьшее значения центральных моментов инерции	284
§ 86. Распространение формулы для вычисления нормальных напряжений на случай несимметричного сечения балки	285
§ 87. Эллипс инерции	286
§ 88. Приближённый метод вычисления моментов инерции площади	288
§ 89. Пример расчёта балки несимметричного сечения	290
§ 90. Примеры	293
О Т Д Е Л V.	
ПОЛНАЯ ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ.	
Глава XV. Вычисление касательных и главных напряжений в балках	298
§ 91. Касательные напряжения в балке прямоугольного сечения (формула Журавского)	298
§ 92. Касательные напряжения в балке двутаврового сечения	304
§ 93. Касательные напряжения в балках круглого профиля и пустотелых	307
§ 94. Проверка прочности по главным напряжениям	309
§ 95. Направления главных напряжений	314
§ 96. Центр изгиба	318
§ 97. Подбор сечения балок по допускаемым нагрузкам	323
Глава XVI. Расчёт составных балок	328
§ 98. Подбор сечения клёпанных балок	328
§ 99. Проверка прочности балки по нормальным напряжениям	332
§ 100. Проверка прочности балки по касательным напряжениям	336
§ 101. Проверка прочности балки по главным напряжениям	337
§ 102. Расчёт заклёпок в балке	338
§ 103. Подбор сечения и проверка прочности сварной балки	340
§ 104. Расчёт деревянных составных балок	342

Глава XVII. Расчёт железобетонных балок	344
§ 105. Расчёт железобетонной балки по допускаемым напряжениям	344
§ 106. Расчёт железобетонной балки по допускаемым нагрузкам	347
§ 107. Развитие теории изгиба	349

ОТДЕЛ VI.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ БАЛОК ПРИ ИЗГИБЕ.

Глава XVIII. Аналитический способ определения деформаций ...	351
§ 108. Прогиб и поворот сечения балки	351
§ 109. Дифференциальное уравнение изогнутой оси	353
§ 110. Интегрирование дифференциального уравнения изогнутой оси балки, закреплённой одним концом	355
§ 111. Интегрирование дифференциального уравнения изогнутой оси балки на двух опорах	359
§ 112. Интегрирование дифференциального уравнения изогнутой оси балки при двух участках	361
§ 113. Приёмы составления и интегрирования дифференциального уравнения при нескольких участках	366
§ 114. Интегрирование дифференциального уравнения для случая балки с шарниром	370
§ 115. Сложение действия сил	372
§ 116. Дифференциальные зависимости при изгибе	374
Глава XIX. Графо-аналитический и графический методы вычисления деформаций при изгибе	375
§ 117. Графо-аналитический метод	375
§ 118. Примеры определения деформаций графо-аналитическим методом	379
§ 119. Графо-аналитический метод при криволинейных эпюрах изгибающего момента	382
§ 120. Графический метод построения изогнутой оси балки	384
Глава XX. Балки переменного сечения	388
§ 121. Подбор сечений балок равного сопротивления	388
§ 122. Практические примеры балок равного сопротивления	390
§ 123. Определение деформаций балок переменного сечения	395

ОТДЕЛ VII.

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ
И СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ БАЛКИ.

Глава XXI. Применение понятия о потенциальной энергии к определению деформаций	400
§ 124. Постановка вопроса	400
§ 125. Вычисление потенциальной энергии	402
§ 126. Теорема Кастильяно	405
§ 127. Примеры приложения теоремы Кастильяно	409
§ 128. Приём введения добавочной силы	411
§ 129. Теорема о взаимности работ	413
§ 130. Теорема Максвелла — Мора	415
§ 131. Способ Верещагина	417
§ 132. Прогибы балок от действия поперечной силы	419
§ 133. Примеры	422

Глава XXII. Приближённое уравнение изогнутой оси балки	427
§ 134. Приближённый приём вычисления прогибов	427
§ 135. Разложение уравнения изогнутой оси в тригонометрический ряд	430
Глава XXIII. Статически неопределимые балки	433
§ 136. Общие понятия и метод расчёта	433
§ 137. Способ сравнения деформаций	435
§ 138. Применение теоремы Кастильяно, теоремы Мора и способа Верещагина	437
§ 139. Выбор лишней неизвестной и основной системы	439
§ 140. План решения статически неопределимой задачи	441
§ 141. Примеры расчёта статически неопределимых систем	443
§ 142. Определение деформаций статически неопределимых балок	447
§ 143. Расчёт неразрезных балок	443
§ 144. Теорема о трёх моментах	450
§ 145. Вычисление опорных реакций и построение эпюр для неразрезных балок	453
§ 146. Неразрезные балки с консолями. Балки с защемлёнными концами	430
§ 147. Примеры расчёта неразрезных балок	453
§ 148. Влияние неточного расположения опор по высоте	455
Глава XXIV. Расчёт статически неопределимых балок по допускаемым нагрузкам	467
§ 149. Общие понятия. Расчёт двухпролётной балки	467
§ 150. Расчёт трёхпролётной балки	470
§ 151. Пример	471
Глава XXV. Балка на упругом основании	473
§ 152. Общие понятия	473
§ 153. Расчёт бесконечно длинной балки на упругом основании, загруженной одной силой P	475
§ 154. Пример	478
§ 155. Расчёты балок конечной длины	479

ОТДЕЛ VIII.

СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ.

Глава XXVI. Косой изгиб	483
§ 156. Основные понятия	483
§ 157. Косой изгиб. Вычисление напряжений	483
§ 158. Определение деформаций при косом изгибе	490
§ 159. Примеры расчётов при косом изгибе	492
Глава XXVII. Совместное действие изгиба и растяжения или сжатия	495
§ 160. Изгиб балки при действии продольных и поперечных сил	495
§ 161. Учёт деформаций балки	497
§ 162. Примеры	498
§ 163. Внецентренное сжатие или растяжение	499
§ 164. Ядро сечения	504
§ 165. Примеры	507

Глава XXVIII. Совместное действие кручения и изгиба	510
§ 166. Определение изгибающих и крутящих моментов	510
§ 167. Определение напряжений и проверка прочности при изгибе с кручением	512
§ 168. Примеры	516
Глава XXIX. Общий случай сложного сопротивления	517
§ 169. Вычисление напряжений и деформаций	517
§ 170. Расчёт простейшего коленчатого вала	522
Глава XXX. Основы расчёта тонкостенных стержней на кручение и изгиб	523
§ 171. Введение	523
§ 172. Понятие о свободном и стеснённом кручении	529
§ 173. Внутренние усилия в сечениях стержня при стеснённом кручении. Гипотезы	532
§ 174. Деформация тонкостенного стержня, связанная с неравномерной деформацией сечений	537
§ 175. Секториальные нормальные напряжения. Секториальные характеристики сечения	541
§ 176. Дифференциальные зависимости между силовыми величинами	546
§ 177. Дифференциальное уравнение деформаций при стеснённом кручении. Определение силовых факторов	548
§ 178. Вычисление касательных напряжений в сечении тонкостенного стержня	555
§ 179. Вычисление секториальных площадей. Построение секториальных эпюр	556
§ 180. Определение секториальных геометрических характеристик сечения	561
§ 181. Примеры вычисления секториальных геометрических характеристик сечения	564
§ 182. Вычисление напряжений в общем случае сложного сопротивления тонкостенного стержня	570
§ 183. Примеры вычисления напряжений в тонкостенных стержнях	573
Глава XXXI. Кривые стержни	580
§ 184. Общие понятия	530
§ 185. Вычисление изгибающих моментов нормальных и поперечных сил	581
§ 186. Вычисление напряжений от сил Q и N	583
§ 187. Вычисление напряжений от изгибающего момента	584
§ 188. Определение радиуса кривизны нейтрального слоя при прямоугольном сечении	590
§ 189. Вычисление радиуса кривизны нейтрального слоя для круга и трапеции	592
§ 190. Приближённый способ определения положения нейтрального слоя	593
§ 191. Анализ формулы нормальных напряжений в кривом стержне	596
§ 192. Дополнительные замечания к формуле нормальных напряжений	593
§ 193. Примеры определения напряжений в кривых стержнях	600
§ 194. Деформации кривых стержней	602
§ 195. Вычисление деформаций с учётом кривизны стержня	604
§ 196. Примеры расчёта кривых стержней	603

Глава XXXII. Расчёт толстостенных и тонкостенных сосудов	609
§ 197. Расчёт толстостенных цилиндров	609
§ 198. Напряжения в сферических толстостенных сосудах	615
§ 199. Расчёт тонкостенных сосудов	616

ОТДЕЛ IX.

УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ.

Глава XXXIII. Проверка сжатых стержней на устойчивость	619
§ 200. Введение. Понятие об устойчивости формы сжатых стержней	619
§ 201. Формула Эйлера для критической силы	622
§ 202. Влияние способа закрепления концов стержня	626
§ 203. Пределы применимости формулы Эйлера и построение полного графика критических напряжений	630
§ 204. Проверка сжатых стержней на устойчивость	634
§ 205. Выбор типа сечения и материала	637
§ 206. Примеры	640
§ 207. Практическое значение проверки на устойчивость	644
Глава XXXIV. Более сложные вопросы проверки элементов конструкций на устойчивость	645
§ 208. Устойчивость плоской формы изгиба балок	645
§ 209. Проверка прочности стержней на совместное действие продольных и поперечных сил (с учётом деформаций)	652
§ 210. Влияние эксцентриситета приложения сжимающей силы и начальной кривизны стержня	653
§ 211. Обоснование расчёта соединительной решётки в составных стержнях	661
§ 212. Примеры расчёта сжато-изогнутых стержней	663
§ 213. Проверка тонкостенных стержней открытого профиля на устойчивость	665
§ 214. Развитие расчётов на устойчивость	670

ОТДЕЛ X.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НАГРУЗОК.

Глава XXXV. Учёт сил инерции и колебаний	674
§ 215. Введение	674
§ 216. Вычисление напряжений при равноускоренном движении	676
§ 217. Расчёт вращающегося кольца (обод маховика)	677
§ 218. Напряжения в спарниках и шатунах	678
§ 219. Вращающийся диск постоянной толщины	681
§ 220. Диск равного сопротивления	685
§ 221. Влияние резонанса на величину напряжений	686
§ 222. Вычисление напряжений при колебаниях	687
§ 223. Учёт массы упругой системы при колебаниях	692
§ 224. Примеры	697
Глава XXXVI. Напряжения при ударе	700
§ 225. Основные положения	700
§ 226. Общий приём вычисления напряжений при ударе	701
§ 227. Частные случаи вычисления напряжений и проверки прочности при ударе	706
§ 228. Напряжения при продольном ударе стержня о неподвижную плоскость	710

§ 229.	Напряжения в стержнях переменного сечения при ударе .	712
§ 230.	Практические выводы из полученных результатов	713
§ 231.	Учёт массы упругой системы, испытывающей удар	715
§ 232.	Примеры	717
§ 233.	Испытания на удар до разрушения. Ударная проба	720
§ 234.	Влияние различных факторов на результаты ударной пробы	723
Глава XXXVII. Проверка прочности материала при переменных напряжениях		726
§ 235.	Основные понятия о влиянии переменных напряжений на прочность материала	726
§ 236.	Составление условия прочности при переменных напряжениях	728
§ 237.	Определение предела выносливости при симметричном цикле	730
§ 238.	Предел выносливости при несимметричном цикле	734
§ 239.	Местные напряжения	738
§ 240.	Влияние размеров детали на величину предела выносливости	745
§ 241.	Практические примеры разрушения при переменных нагрузках. Механизм появления и развития трещин усталости . .	747
§ 242.	Установление допускаемых напряжений	752
§ 243.	Примеры	758
§ 244.	Проверка прочности при переменных напряжениях и сложном напряжённом состоянии	762
§ 245.	Практические меры по борьбе с изломами усталости . . .	764
§ 246.	Развитие вопроса о сопротивлении материалов динамическим нагрузкам	769
Глава XXXVIII. Прочность материалов		772
§ 247.	Основные понятия	772
§ 248.	Сопротивление пластическим деформациям	773
§ 249.	Сопротивление разрушению. Отрыв и срез	776
§ 250.	Теории прочности	779
§ 251.	Обобщённая теория прочности Мора	784
§ 252.	Объединённая теория прочности Давиденкова-Фридмана . .	787
Глава XXXIX. Основы расчётов на ползучесть		792
§ 253.	Влияние высоких температур на механические свойства металлов	792
§ 254.	Явление ползучести и релаксации	794
§ 255.	Кривые ползучести и релаксации	796
§ 256.	Основы расчётов на ползучесть	802
§ 257.	Примеры расчётов на ползучесть	806
Приложения		818
Указатель имён		844
Предметный указатель		846