

РИЖСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

А. М. СКУДРА, Ф. Я. БУЛАВС, М. Р. ГУРВИЧ,  
А. А. КРУКЛИНЬШ

**ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ  
МЕХАНИКИ  
СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ  
ИЗ КОМПОЗИТНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Основные обозначения	8
<b>I. СТРУКТУРНАЯ МЕХАНИКА МАТЕРИАЛА</b>	<b>11</b>
<b>Глава 1. Структурная механика пластиков, армированных тканями</b>	<b>11</b>
1.1. Расчетная модель тканевого пластика .	11
1.2. Упругие характеристики тканевого пластика . .	14
1.3. Алгоритм определения технических упругих характеристик тканевого пластика .	19
1.4. Напряженное состояние структурных элементов тканевого пластика .	20
1.5. Прочность тканевого пластика при одноосном растяжении .	24
1.6. Алгоритм определения ступеней разрушения тканевого пластика при одноосном растяжении .	29
1.7. Прочность тканевого пластика при одноосном сжатии .	29
1.8. Диаграмма деформирования тканевого пластика. Бимодульность	30
<b>Глава 2. Структурная механика гибридных композитов</b>	<b>33</b>
2.1. Упругие характеристики гибридного композита	33
2.2. Особенности разрушения гибридного композита	35
<b>Глава 3. Температурные деформации и напряжения .</b>	<b>42</b>
3.1. Функция термического расширения .	42
3.2. Температурные напряжения в слоях симметрично армированного пластика .	51
<b>Глава 4. Относительное рассеяние энергии</b>	<b>59</b>
4.1. Вводные замечания .	59
4.2. Рассеяние энергии в однонаправленно армированном слое	61
4.3. Рассеяние энергии в слоистом армированном пластике .	63
4.4. Алгоритм определения относительного рассеяния энергии	68
<b>Глава 5. Структурная теория ползучести .</b>	<b>70</b>
5.1. Вязкоупругие свойства компонентов . . . . .	70
5.2. Ползучесть однонаправленно армированного слоя	79
5.2.1. Деформационные свойства при продольном нагружении	79
5.2.2. Ползучесть при продольном сдвиге . . . . .	82
5.2.3. Ползучесть при поперечном нагружении . . . . .	86
5.3. Вязкоупругие свойства слоистых армированных пластиков при длительном плоском напряженном состоянии . . . . .	91
5.3.1. Закон деформирования однонаправленно армированного пластика при длительном плоском напряженном состоянии . . . . .	92
5.3.2. Закон деформирования слоистого армированного пластика при длительном плоском напряженном состоянии . . . . .	93
5.3.3. Напряженно-деформированное состояние косоугольно армированного пластика при осевом нагружении . . . . .	95
<b>Глава 6. Напряженное состояние армированных пластиков при длительном нагружении</b>	<b>102</b>
6.1. Вводные замечания . . . . .	102
6.2. Напряженное состояние компонентов однонаправленно армированных пластиков при продольном сдвиге . . . . .	104

6.3. Напряженное состояние компонентов однонаправленно армированных пластиков при поперечном нагружении .	110
6.4. Напряженное состояние слоистых армированных пластиков при длительном нагружении .	118
<b>Глава 7. Структурная теория длительной прочности .</b>	<b>123</b>
7.1. Критерии длительной прочности компонентов армированных пластиков .	123
7.1.1. Критерий длительной прочности полимерного связующего	123
7.1.2. Критерии длительной прочности сцепления и волокон .	127
7.2. Длительная прочность однонаправленно армированного слоя при разрушении полимерного связующего .	132
7.3. Зависимость длительной прочности однонаправленно армированного слоя от прочностных свойств волокон и сцепления между компонентами	140
7.4. Нарушение сплошности слоистых армированных пластиков при длительном плоском напряженном состоянии .	146
7.5. Предельное состояние слоистых армированных пластиков при длительном плоском напряженном состоянии .	153
<b>II. МЕХАНИКА УПРУГОГО КОМПОЗИТНОГО СТЕРЖНЯ</b>	<b>158</b>
<b>Глава 8. Поперечный изгиб стержня .</b>	<b>158</b>
8.1. Определение нормальных напряжений в слоях	158
8.2. Определение касательных напряжений в слоях	165
8.3. Критерии прочности слоя	167
<b>Глава 9. Кручение слоистого стержня .</b>	<b>175</b>
9.1. Комплексный характер межслойного сдвига в слоистых армированных пластиках .	175
9.2. Кручение плоского слоистого стержня .	184
9.3. Кручение тонкостенного слоистого трубчатого стержня	195
<b>Глава 10. Упругие характеристики слоистых тонкостенных стержней открытого профиля</b>	<b>199</b>
10.1. Постановка задачи и основные допущения	199
10.2. Свободное кручение.	203
10.3. Осевое нагружение и чистый изгиб . . . . .	204
10.4. Закон деформирования стержня с учетом поперечных сил	206
<b>III. МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ .</b>	<b>213</b>
<b>Глава 11. Упругие перемещения слоистых стержневых систем</b>	<b>213</b>
11.1. Потенциальная энергия слоистого стержня	213
11.2. Метод Кастильяно .	214
11.3. Метод Мора .	215
<b>Глава 12. Упруговязкие перемещения слоистых стержневых систем</b>	<b>219</b>
12.1. Структурный метод определения реономных характеристик слоистого пластика .	219
12.2. Влияние длительности нагружения на перемещения стержневых систем	224
<b>Глава 13. Расчет статически неопределимых стержневых систем при длительном нагружении</b>	<b>228</b>
13.1. Применение метода сил для стержневых систем из слоистых армированных пластиков .	228
13.2. Особенности применения метода перемещений .	232
13.3. Влияние длительности нагружения на внутренние усилия	235
Список литературы .	243