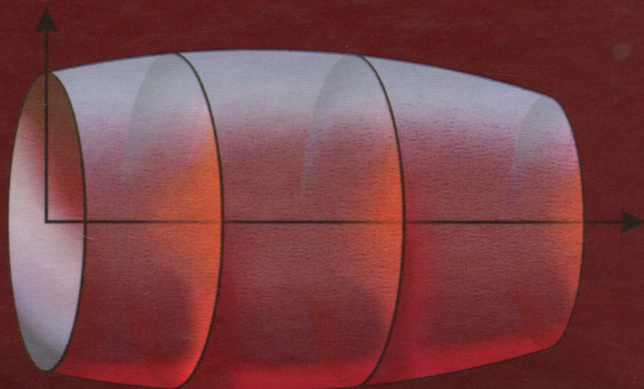


**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
СТАТИКИ И ДИНАМИКИ  
ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**



УДК 539.3  
ББК 22.251  
М 74

Авторский коллектив:

Каледин В.О., Аульченко С.М., Миткевич А.Б.,  
Решетникова Е.В., Седова Е.А., Шпакова Ю.В.

**Моделирование статики и динамики оболочечных конструкций из композиционных материалов.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 196 с. — ISBN 978-5-9221-1529-2.

В книге рассматриваются вопросы математического моделирования статике, колебаний и устойчивости оболочек из композиционных материалов при силовом и температурном воздействии.

Основное внимание уделено численным схемам решения задач о деформировании оболочек вращения с трехмерным армированием.

Книга предназначена научным работникам и специалистам по механике конструкций, а также аспирантам и магистрантам соответствующих профессий.

Рецензенты:

доктор техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат Государственной премии Украины, зав. кафедрой «Проектирование ракетно-космических аппаратов» Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» *В.Е. Гайдачук*;

доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. лабораторией «Статическая прочность» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук *И.Ю. Цвелодуб*

*Печатается по решению Научного совета РАН по механике конструкций из композиционных материалов*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные обозначения . . . . .	5
Введение . . . . .	9
<b>Глава 1. Особенности моделирования статике, устойчивости и колебаний оболочечных конструкций из композиционных материалов.</b> . . . . .	<b>12</b>
1.1. Особенности физико-механических свойств оболочек из композиционных материалов . . . . .	12
1.2. Основные модели деформирования оболочечных конструкций из композиционных материалов . . . . .	19
1.3. Основные методы решения задач статике, колебаний и устойчивости оболочечных конструкций . . . . .	27
<b>Глава 2. Оболочки вращения с произвольной схемой армирования</b>	<b>36</b>
2.1. Вариационная постановка задачи . . . . .	36
2.2. Кинематические и статические гипотезы . . . . .	40
2.3. Дискретизация задачи и разрешающие уравнения статического деформирования оболочки . . . . .	43
2.4. Теоретическая оценка погрешности решения краевых задач статике оболочек вращения . . . . .	54
2.5. Оценка точности численного решения задач статического деформирования на контрольных примерах. . . . .	61
2.6. Чувствительность модели составной и подкрепленной оболочки к способу моделирования условий сопряжения. . . . .	67
2.7. Чувствительность модели гладкой эллипсоидальной оболочки к углу спиральности . . . . .	75
2.8. Разрешающие уравнения свободных колебаний оболочки . . . . .	76
2.9. Оценка погрешности расчета собственных колебаний . . . . .	79
2.10. Чувствительность собственных частот цилиндрической оболочки к варьированию конструктивных параметров. . . . .	81
2.11. Разрешающие уравнения для линейной задачи устойчивости при осесимметричном докритическом состоянии . . . . .	84

2.12. Оценка погрешности расчета устойчивости . . . . .	89
2.13. Чувствительность критических нагрузок подкрепленной цилиндрической оболочки к варьированию конструктивных параметров . . . . .	91
2.14. Устойчивость трехслойной оболочки с легким наполнителем, подкрепленной шпангоутами . . . . .	91
2.15. Чувствительность к жесткости поперечного силового набора подкрепленных цилиндрических оболочек . . . . .	97
<b>Глава 3. Деформирование и устойчивость оболочек с начальными расслоениями.</b> . . . . .	107
3.1. Геометрия конструкции; кинематические и статические гипотезы . . . . .	107
3.2. Разрешающие уравнения и граничные условия . . . . .	110
3.3. Дискретные модели деформирования слоистых оболочек . . . . .	111
3.4. Исследование деформирования оболочек с начальными расслоениями под действием гидростатической нагрузки . . . . .	112
<b>Глава 4. Математическая модель волновых процессов в оболочках вращения, обтекаемых потоком жидкости</b> . . . . .	129
4.1. Краевая задача гидроупругости оболочки вращения . . . . .	130
4.2. Дискретизация задачи . . . . .	139
4.3. Алгоритм решения связанной задачи гидроупругости для анализа колебаний оболочки в обтекающем потоке . . . . .	146
4.4. Влияние параметров упругости и демпфирования на фазовую скорость и затухание бегущей волны в цилиндрической оболочке . . . . .	148
4.5. Влияние расслоений на фазовую скорость и затухание бегущей волны в цилиндрической оболочке . . . . .	152
4.6. Стационарные волновые процессы в цилиндрических оболочках . . . . .	154
4.7. Переходные процессы при возбуждении колебаний в оболочках вращения . . . . .	167
Список литературы . . . . .	185