

Министерство образования Республики Беларусь  
Витебский государственный университет им. П.М.Машерова

УДК 539.3

№ госрегистрации 20003701  
от 23 октября 2000 г.

“Утверждаю”

Ректор ВГУ

проф. Русецкий А.В.

2001 г.



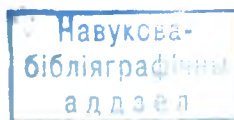
## О Т Ч Е Т

### О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

*“Исследование устойчивости и колебаний  
тонких слоистых композитных оболочек  
с учетом наличия слабых областей”*

(заключительный)

Руководитель НИР,  
доктор физ.-мат. наук

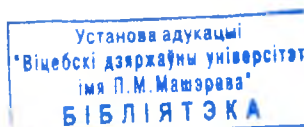


*Михасев*

Михасев Г.И.

Витебск

2001



H-22

**СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ**

Руководитель работы,  
гл. науч. сотр.,  
доктор физ.-мат. наук



Г.И.Михасев  
(Реферат, введение,  
заключение, разд. 1, 3)

Ответственный исполнитель,  
науч. сотр.,  
бакалавр естественных наук



С.П.Кунцевич  
(Разд. 2)

Исполнитель, мл. науч. сотр.



Н.Н.Левченко  
(Разд. 2)

Нормоконтролер



Т.Г.Алейникова

## РЕФЕРАТ

Отчет 70 с., 1 кн., 8 рис., 4 табл., 42 источника.

ТОНКИЕ СЛОИСТЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ ОБОЛОЧКИ, СДВИГИ, ДЕМПФИРУЮЩИЕ СЛОИ, АСИМПТОТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, ВКБ МЕТОД, ЛОКАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ, НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ВОЛНОВЫЕ ПАКЕТЫ, СЛАБАЯ ОБРАЗУЮЩАЯ.

Объектом исследования являются тонкие слоистые оболочки.

Цель работы — разработка асимптотических методов исследования локальной потери устойчивости и колебаний тонких слоистых оболочек с учетом наличия слабых мест.

На основе выведенных уравнений решены задачи устойчивости и собственных колебаний тонких слоистых цилиндрических оболочек. В случае оболочек с постоянными параметрами в явном виде получены формулы для критических величин давления, осевого сжатия, для собственных частот колебаний, соответствующих наинизшей части спектра. В задаче о свободных колебаниях с учетом вязкости составляющих слоев найден декремент колебаний.

В результате асимптотического интегрирования уравнений, описывающих параметрические колебания оболочек с учетом наличия «слабых» линий в случае резонанса, получены амплитудное уравнение и главная область динамической неустойчивости в форме, инвариантной относительно способа нагружения, геометрии оболочки и числа слоев. Изучено влияние поперечного сдвига на главную область неустойчивости.

Для изучения нестационарных волновых процессов в тонких слоистых оболочках предлагается метод построения решений исходных уравнений в виде бегущих по поверхности оболочки волновых пакетов. Выведены формулы для частот, групповых скоростей, ширины пакетов и амплитуд.

Разработанный метод исследования стационарных и нестационарных задач устойчивости и колебаний тонкостенных слоистых оболочек может быть использован в инженерной практике (в машино-, судо-, авиастроении) на стадии проектирования тонкостенных слоистых объектов без привлечения дорогостоящих и требующих больших временных ресурсов численных методов.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. УСТОЙЧИВОСТЬ И СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СЛОИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК.....	8
1.1. Основные гипотезы .....	8
1.2. Разрешающие уравнения .....	10
1.3. Оболочка с постоянными параметрами .....	13
1.4. Оболочка с переменными параметрами .....	15
1.4.1. Нулевое приближение .....	19
1.4.2. Первое и второе приближения.....	21
1.4.3. Пример.....	22
1.5. Свободные колебания оболочки с учетом вязких свойств слоев .....	25
2. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ТОНКИХ СЛОИСТЫХ ОБОЛОЧЕК ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВНЕШНИХ НАГРУЗКАХ.....	28
2.1. Параметрические колебания тонкой слоистой некруговой цилиндрической оболочки под действием неоднородных периодических осевых сил .....	28
2.1.1. Постановка задачи.....	28
2.1.2. Асимптотическое решение.....	31
2.1.3. Главная область параметрической неустойчивости.....	36
2.2. Параметрические колебания тонких некруговых слоистых цилиндрических оболочек под действием неоднородного пульсирующего давления .....	38
2.2.1. Постановка задачи.....	38
2.2.2. Асимптотическое решение.....	40
3. ВОЛНОВЫЕ ПАКЕТЫ В ТОНКИХ СЛОИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКАХ.....	44
3.1. Постановка задачи.....	44
3.2. Метод решения .....	48
3.2.1. Интегрирование разрешающих уравнений .....	52
3.2.2. Решение амплитудного уравнения .....	55
3.2.3. Высшие приближения .....	56
3.2.4. Определение постоянных интегрирования .....	57
3.2.5. Примеры .....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	65
ЛИТЕРАТУРА .....	67