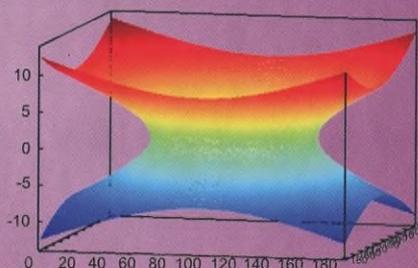
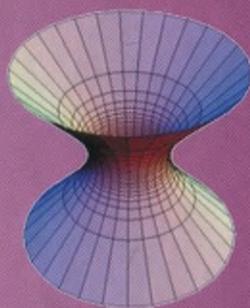
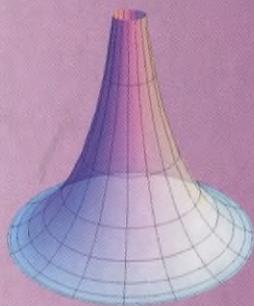


*В.П. Ольшанский, **В.И. Лавинский**, Д.И. Мазоренко,  
Л.Н. Тищенко, С.И. Кучеренко, И.М. Лукьянов*

# АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЛОКАЛЬНО НАГРУЖЕННЫХ ТОНКИХ ОБОЛОЧЕК



В. П. Ольшанский, **В.И. Лавинский**, Д. И. Мазоренко,,  
Л. Н. Тищенко, С. И. Кучеренко, И. М. Лукьянов

**АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
РАСЧЕТА ЛОКАЛЬНО  
НАГРУЖЕННЫХ ТОНКИХ  
ОБОЛОЧЕК**

Харьков  
2009

**ББК 22.251**

**Л 64**

**УДК 539.3**

Рецензенты:

д.т.н., проф. Ларин А. Н., Университет гражданской защиты Украины, г. Харьков;

д.т.н., проф. Синекон Н. С. Харьковский государственный университет питания и торговли.

В. П. Ольшанский, **В.И. Лавинский**, Д. И. Мазоренко, Л. Н. Тищенко, С. И. Кучеренко, И. М. Лукьянов.

Аналитические методы расчета локально нагруженных тонких оболочек. - Харьков: ХНТУСГ им. Петра Василенко, НТУ «ХПИ», 2009. - С.366: ил. 19, на рус. яз.

В монографии изложены аналитические методы расчета напряженно-деформированного состояния произвольных тонких оболочек при локальных воздействиях. Построение решений уравнений оболочек проводится методом двумерного интегрального преобразования Фурье. Много внимания уделяется аналитическому обращению этого преобразования. Большинство из полученных результатов выражено с помощью специальных функций. Изученные асимптотические свойства и таблицы этих функций упрощают физический анализ решений и практическое проведение расчетов.

Для преподавателей и специалистов-инженеров. Может быть полезной студентам высших учебных заведений технического профиля.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	8
<b>ГЛАВА 1. МЕТОД ДВУМЕРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ФУРЬЕ В ЗАДАЧАХ ЛОКАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ОБОЛОЧЕК</b> .....	24
1.1. Истоки метода, его преимущества и недостатки.....	24
1.2. Построение частных решений при действии нормальной локальной нагрузки.....	30
1.3. Частные решения при действии касательных нагрузок.....	34
1.4. Фундаментальные решения уравнений. Анализ несобственных интегралов методом Г. Н.Ватсона.....	37
1.4.1. Сосредоточенное воздействие в виде нормальной силы или момента.....	38
1.4.2. Сосредоточенное воздействие в виде касательной силы.....	49
1.5. Упрощение фундаментальных решений на линиях главных кривизны.....	53
1.5.1. Действие нормальной силы.....	54
1.5.2. Действие касательной силы.....	58
<b>ГЛАВА 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛОКАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ОБОЛОЧЕК, НАГРУЖЕННЫХ ПО ПЛОЩАДКАМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ</b> .....	63
2.1. Напряжения в оболочках при действии нагрузок, распределенных по круговой площадке.....	64
2.1.1. Определение изображений нагрузок.....	65
2.1.2. Действие нормальной силы.....	68
2.1.3. Замкнутые решения для сферической оболочки при действии нормальной силы и асимптотические результаты.....	76
2.1.4. Замкнутые решения и асимптотические формулы для цилиндрической оболочки, нагруженной по круговой площадке. Сравнение с результатами других авторов.....	82

2.1.5. Замкнутые решения и асимптотические формулы при равномерном нагружении по кругу панели положительной кривизны. Сравнение с методом тригонометрических рядов.....	91
2.1.6. Действие касательной силы на оболочку двоякой кривизны.....	97
2.1.7. Замкнутые решения для сферической оболочки при действии касательной силы.....	104
2.1.8. Изгиб оболочки двоякой кривизны моментом, распределенным в круге.....	109
2.1.9. Замкнутые решения при нагружении сферической оболочки моментом, распределенным в круге.....	113
2.2. Оболочки, нагруженные по эллиптической площадке.....	116
2.2.1. Определение изображения нагрузки.....	116
2.2.2. Сферическая оболочка, нагруженная по эллиптической площадке нормальной силой.....	117
2.2.3. Замкнутые решения для сферической оболочки, равномерно нагруженной по эллиптической площадке нормальной силой. Сравнение с асимптотическими результатами.....	127
2.2.4. Определение усилий в сферической оболочке, нагруженной по эллиптической площадке касательной силой.....	131
2.2.5. Цилиндрическая оболочка, нагруженная нормальной силой по эллиптической области. Сравнение с решением в тригонометрических рядах.....	137
2.2.6. Определение усилий в цилиндрической панели нагруженной по эллиптической площадке касательной силой. Сравнение с решением в тригонометрических рядах.....	144
2.2.7. Изгиб оболочки двоякой кривизны в зоне эллиптической площадки нагружения нормальной силой.....	150

2.2.8. Об одном замкнутом решении при нагружении оболочки положительной кривизны по эллиптической области нормальной силой.....	155
2.3. Пологие оболочки нагруженные по прямоугольной площадке.....	158
2.3.1. Изгиб пологой оболочки нормальной силой, равномерно распределенной по прямоугольной области. Сравнение с результатами-других работ.....	160
2.3.2. Случай неравномерного распределения нормальной силы по прямоугольной области.....	168
2.3.3. Местные усилия в оболочке двойкой кривизны, нагруженной по прямоугольной площадке касательной силой.....	175
2.4. О границах применимости метода интегральных преобразований для приближенного суммирования тригонометрических рядов в задачах локальной прочности оболочек.....	180
2.5. О комбинированном методе вычисления локальных напряжений в оболочках.....	189
2.6. Сравнение теоретических результатов с экспериментом.....	194

**ГЛАВА 3. МЕТОД ДВУМЕРНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ОБОЛОЧЕК НА ЛОКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ.....**

3.1 Основные соотношения метода.....	199
3.2 Теоремы о разложении функции Грина свободно опертой оболочки по фундаментальным решениям дифференциального уравнения.....	204
3.3 Расчет сферической панели на прямоугольном плане.....	208
3.4 Метод двумерных отображений при расчете цилиндрической панели.....	214
3.4.1. Асимптотические представления фундаментальных решений цилиндрической оболочки вдали от сосредоточенной силы.....	214

3.4.2. Цилиндрическая панель, нагруженная по отрезку направляющей окружности. Сравнение с решением в рядах.....	217
3.4.3. Цилиндрическая оболочка, нагруженная по площадке небольших размеров. Сравнение с результатами других авторов.....	225
3.5. Убыстрение сходимости тригонометрических рядов для изгибающих моментов в панели произвольной кривизны.....	230
3.6. Метод двумерных отображений в теории трансверсально изотропных оболочек.....	245
3.6.1. Убыстрение сходимости тригонометрических рядов для прогибов, усилий и моментов.....	247
3.6.2. Представление функции Грина в виде комбинации рядов Фурье и функций Томсона.....	256

**ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ ОБОЛОЧЕК.....** 264

4.1. Контактное взаимодействие панели с жестким линейным штампом.....	266
4.2. Замкнутые решения при изгибе слегка искривленной пластины одним и двумя штампами.....	275
4.3. Функции Грина при действии касательных сил.....	279
4.4. Передача касательной силы оболочке с торца равнопрочного стрингера.....	285
4.5. О контактном взаимодействии панели со стрингером постоянной жесткости.....	291
4.6. Равнопрочный и частично равнопрочной стрингеры на слегка искривленной пластине.....	292
4.7. Контактное взаимодействие цилиндрической панели и пластины (полуплоскости), соединенных по части образующей.....	300
4.8. О передаче момента оболочке через жесткое одномерное включение.....	306

4.9. Контактная задача кручения ребра на цилиндрической панели.....	310
4.10. О концентрации напряжений в оболочке у края ребра.....	313
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	318
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	321
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	349
<i>Список основных обозначений.....</i>	<i>362</i>