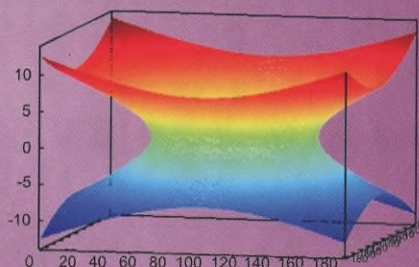
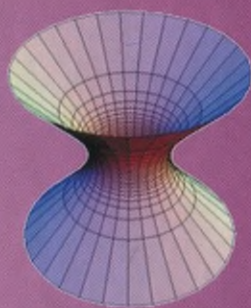
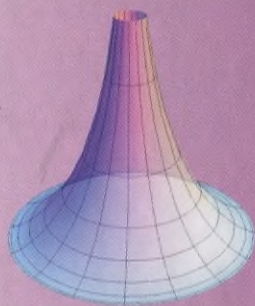


*В.П. Ольшанский, **В.И. Лавинский**, Д.И. Мазоренко,
Л.Н. Тищенко, С.И. Кучеренко, И.М. Лукьянов*

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

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 8 |
| ГЛАВА 1. МЕТОД ДВУМЕРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ФУРЬЕ В ЗАДАЧАХ ЛОКАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ОБОЛОЧЕК | 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 |
| ГЛАВА 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛОКАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ ОБОЛОЧЕК, НАГРУЖЕННЫХ ПО ПЛОЩАДКАМ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ | 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> |