

## **АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КРУГЛОЙ ТРАНСВЕРСАЛЬНО ИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЫ С УЧАСТКОМ НЕПРОКЛЕЯ**

Верещака С.М., Жигилий Д.А.

При изготовлении и эксплуатации многослойных конструкций из композиционных материалов (КМ) на границах контакта сопряженных слоев происходит образование тонких неоднородных межфазных прослоек, различного рода структурных несовершенств, например, участков непрочности или отслоений. Традиционно используемое в расчетных моделях предположение о непрерывности перемещений и напряжений при переходе через границу контакта сопряженных слоев оказывается существенно нарушенным. Учет такого рода несовершенств приводит к решению задачи о контактном взаимодействии между жесткими слоями оболочки, когда зона контакта неизвестна. В этой связи разработка новых математических моделей и методов расчета слоистых конструкций со структурными несовершенствами на прочность и устойчивость является актуальной проблемой.

Разработка теории и методов расчета на прочность и устойчивость многослойных пластин и оболочек с учетом структурных несовершенств, а так же экспериментальная проверка полученных результатов может производиться по следующим направлениям:

1 развитие теории многослойных оболочек и оценка влияния сил контактного взаимодействия в зоне участков непрочности на напряженно-деформированное состояние, как в целом всей многослойной конструкции, так и ее отдельных слоев;

2 проведение экспериментальной проверки полученных результатов;

З создание на основе методов нелинейного программирования и теории вероятности методик оценки влияния структурных технологических несовершенств композитов на конструкционную прочность оболочек с целью их дальнейшего использования в практических расчетах.

В докладе предлагается вариант расчета двухслойной трансверсально изотропной круглой пластинки, состоящей из двух жестких слоев. Контакт слоев осуществляется при помощи клеевой прослойки. Допускается, что на некотором локальном участке пластинки или оболочки клеевая прослойка отсутствует, поэтому в этой области учитывается односторонний контакт между жесткими слоями. Задача решается на основе геометрически нелинейной теории пластин и оболочек с учетом деформаций поперечного сдвига и при помощи программного комплекса ANSYS 8.0, реализующего МКЭ.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана и изготовлена установка, схема которой показана на рис. 1. Установка позволяет испытывать пластинки при действии равномерного давления.

Прогибы пластинки измерялись при помощи индикаторов часового типа с точностью до 0,01 мм.

Для измерения деформаций использовались тензорезисторы КФ4П1-3-200. Точки наклейки тензорезисторов на испытываемые пластинки показаны на рис. 2.2 – 2.4. Среднее значение коэффициента тезочувствительности равно –  $K = 2,0 \cdot 10^{-6}$ . Наклейка тензорезисторов осуществлялась согласно инструкции по наклейке АЖВ2.782.001 ТО. Для измерения выходных сигналов тензорезисторов и представления отсчетов в цифровом виде использовалась измерительная система СИИТ-3.

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать

следующие выводы: математическая модель многослойных пластин и оболочек, когда контакт между жесткими слоями осуществляется при помощи мягкой клеевой прослойки, позволяет учитывать влияние дефектов структуры материала в виде участков непрочлея. При этом на границе участка непрочлея имеет место краевой эффект,

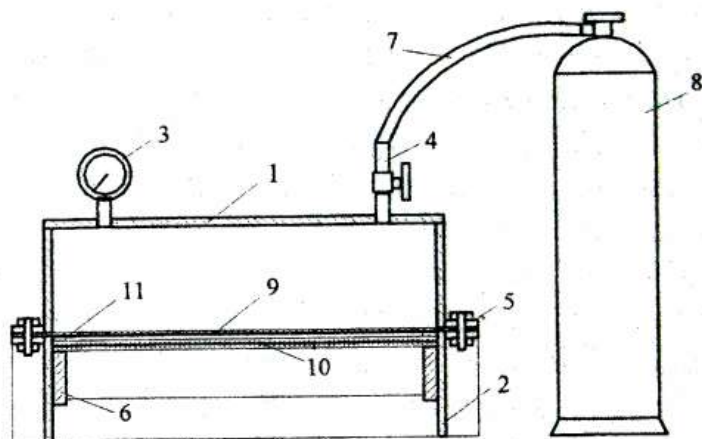


Рисунок 1 – Испытательная установка для экспериментальных исследований изгиба пластин из композиционных материалов при действии равномерно распределенной нагрузки: 1 - крышка, 2 – подставка, 3 - манометр, 4 – переходной кран, 5- фланцы, 6 - опорный столик, 7- соединительный шланг, 8 - баллон, 9 - эластичная прокладка, 10- исследуемая пластинка, 11- съёмная нажимная пластина.

протяженность зоны которого не превышает двух толщин пластинки. Величину изменения продольных напряжений в жестких слоях оболочки на границе участка непрочлея в значительной мере определяется длиной участка непрочлея. Кроме того, на границе непрочлея в клеевом

слое возникают значительные напряжения трансверсального обжатия.

Проведенные испытания трансверсально изотропных пластинок из стеклопластика показали существенную зависимость напряженно-деформированного состояния такого рода конструкций от условий закрепления. Отмечается, что при отношении прогиба пластинки к ее толщине порядка единицы традиционная линейная теория анизотропных пластин и оболочек дает приближенные результаты, особенно, в зонах краевых эффектов.

Анализ представленных графиков подтверждает выводы, что принятая математическая модель анизотропных оболочек в значительной степени определяет численные результаты проводимых исследований. В случаях больших прогибов при изгибе пластин используемая в работе геометрически нелинейная теория многослойных пластин и оболочек качественно верно отражает работу таких систем и дает вполне приемлемые результаты.

### **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПОР В ДВУХОПОРНОЙ БАЛКЕ ИЗ УСЛОВИЙ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ**

Болдырев Е.И.

При изгибе балок важное значение приобретает оптимальное расположение опор, если к этому нет препятствий по производственным или другим соображениям. От их правильного размещения зависит не только прочность но и жесткость балки.

В настоящей работе рассматривается двухопорная балка с равномерно распределенной нагрузкой, в которой одна опора является подвижной, а другая – зафиксирована в крайнем положении.