

**«ФИЗИКО - МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
МНОГОСЛОЙНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ПЛАСТИН И ОБОЛОЧЕК
С УЧЕТОМ УСАДКИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО СЛОЯ»**

Абдуллаев З.Д

Ушбу изланишда хар хил қатламлардан (икки,уч ва кўп қатламли) ташиқил топган (комбинацияли) пластина ва қобиқларнинг нометалл қатламларнинг силжиш деформацияларини ва хажмий ўзгаришларини мустваккамликка ва физико-механик хоссаларга бўлган таъсири ўрганиб чиқилган.

Рассматриваются многослойные комбинированные многослойные (двухслойные трехслойные) пластины и оболочки. Исследовано влияние сдвига и усадки неметаллических слоев на физико-механических прочностных характеристик многослойных пластин и оболочек.

We consider the multi-layer composite multilayer (dual-layer sandwich) plates and shells. The effect of the shift and shrink non-metallic layers on the physical and mechanical strength properties of multilayer plates and shells.

Рассматриваемые комбинированные многослойные пластины и оболочки часто встречаются в некоторых пространственных конструкциях в строительстве и других отраслях техники. Данные конструкции состоят из материалов существенно различными физико-механическими свойствами, что позволяет обеспечить надежную работу систем в неблагоприятных производственных условиях. Защита таких конструкций из композиционных материалов обеспечивает необходимой долговечностью, высокими эксплуатационными свойствами и коррозионной стойкостью к воздействию агрессивных сред жидкой, газовой, твердой, влажной и пылевидной, которые наиболее часто встречаются на химических и других предприятиях. Многочисленные примеры применения свидетельствуют об их высокой прочности, надежности и эффективности, особенно при эксплуатации в условиях воздействий агрессивных сред.

В работе излагаются результаты исследования прочности многослойных оболочек с учетом сдвига и усадки не металлического слоя. также учтены межслоевые сдвиги и другие механические характеристики что позволяет оценить прочность и деформативность с достаточно высокой точностью для инженерных задач.

При решении задачи прочности трехслойных оболочек за основу принимаются гипотезы, сформулированные С.А.Амбарцумяном как гипотезы уточненной теории. Рассматриваются комбинированные конструкции, состоящие

из трех слоев, связанных между собой податливыми тонкими клеевыми швами и, находящихся под действием внешних статических динамических нагрузок.

Работа носит характер подробного исследования, доведенного до числовых примеров. В результате расчета получены зависимости, позволяющие оценить влияние межслоевого сдвига и механические характеристики оболочек

В качестве примера рассмотрен расчёт трехслойных цилиндрических оболочек при следующих параметрах: внутренний диаметр $d=32\text{см}$, толщина металлического слоя $h=1,5\text{ см}$, толщина стеклопластикового слоя $\delta = 0,2\text{ см}$.

Результаты расчета показали, что увеличение $G_{\text{шик}}$ от 5,0 МПа до 50,0 МПа приводит к уменьшению напряжений $\sigma^{(1)}$ в стеклопластиковом слое на 5,6%, при этом напряжение в металлическом слое увеличиваются на 9,5%.

Изменение толщины склеивающего слоя в два раза (с $h_{\text{ш}} = 10^{-2}\text{ см}$ до $0,5 \cdot 10^{-2}\text{ см}$) изменяет максимальные напряжения в стеклопластике на 5,6%

Анализ показал, что увеличение толщины склеивающего шва с учетом усадки неметаллического слоя, выполненного из эпоксидного клея ($G_{\text{шик}} = 5\text{МПа}$), в 10 раз (с 10^{-4} до 10^{-3}м) увеличивает прогибы оболочки на 19%. При большом значении $G_{\text{шик}}$ (порядка $5 \cdot 10^5\text{ МПа}$) толщина шва на прогибы сказывается незначительно (меньше 3%). Установлена закономерность, чем больше толщина несущего металлического слоя, тем меньше влияние модуля сдвига шва на напряжения и деформативность трехслойных комбинированных оболочек.

На основании приведенных расчетов можно сделать вывод, что возможно увеличение прочности трехслойных цилиндрических оболочек с учетом усадки неметаллического слоя на 15-17% по сравнению с однослойными металлическими оболочками.

Литература

1. Амбарцумян С.А. Общая теория анизотропных оболочек. изд. "Наука" гл. ред. ф.м.л. м, 1974 с 446.
2. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление, м, Наука гл. ред. ф. м.л. м, 1965 с 424 (312-320)
3. Воблых В.А. Дусматов А.Д. Пустынников В.И. Межслоевые сдвига двухслойных комбинированных плит на основе металла и стеклопластика, Динамика и прочность машин, Харьков, изд. ХГУ, Вища шк. 1982 вып 36
4. Дусматов А.Д., Каримов Е.Х., Ходиматов О.Х. Об одной задаче устойчивости цилиндрических оболочек с композиционными армирующими слоями. Материалы Двадцать восьмой международной конференции «Композиционные материалы в промышленности» 26-30 мая 2008г., г.Ялта, Крым (стр. 498-499)
5. Дусматов А.Д., Хамзаев И.Х. Исследование НДС трехслойных ортотропных комбинированных пластин с учетом деформации поперечного сдвига и податливости клеевого шва Фар ПИ Н.Т.Ж. Техника №4, стр 34-36 2011 год.